

 МИНСК

Часть 2

BIG DATA

and Advanced Analytics

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

2020



Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
Национальная академия наук Беларуси
Объединенный институт проблем информатики
DHTechnologies & Data Nubes (Austin, USA)
University of Technology (Kielce, Poland)
ActiveCloud (Москва, Россия)
BEZNext (Chicago, USA)
IBM (NY, USA)
Ташкентский университет информационных технологий
(Ташкент, Узбекистан)
ИООО «ЭПАМ Системз»
ИЧПУП «Годел Текнолоджис Юроп»

BIG DATA AND ADVANCED ANALYTICS

BIG DATA И АНАЛИЗ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Республика Беларусь, Минск, 20-21 мая 2020 года)

В трех частях

Часть 2

Минск
«Бестпринт»
2020

УДК 004.6(082)

ББК 32.97.3

Б59

Редакционная коллегия:

- В.А. Богуш**, доктор физико-математических наук, профессор, ректор учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Республики Беларусь;
- Boris Zibitsker**, MS, PhD and Honorable Doctor at BSUIR, President and CEO BEZNext, Professor DePaul University in Chicago, USA;
- С.К. Дик**, кандидат физико-математических наук, доцент, депутат Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь седьмого созыва;
- Д.В. Лихачевский**, кандидат технических наук, доцент, декан факультета компьютерного проектирования учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Республики Беларусь;
- К.Д. Яшин**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Республики Беларусь

Рецензенты:

- Boris Zibitsker**, MS, PhD and Honorable Doctor at BSUIR, President and CEO BEZNext, Professor DePaul University in Chicago, USA;
- А.В. Тузиков**, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, генеральный директор государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» Республики Беларусь;
- Domonique A. Heger**, PhD, President and CEO
DHTechnologies & Data Nubes, Austin, USA
- Alain Biem**, PhD, Opera Systems, formerly at IBM Watson
Research – Big Data, NY, USA;
- Н. Успенский**, руководитель направления Big Data & Analytics (Беларусь, Украина, Чехия)
в корпорации Oracle.

Б59 **BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 20-21 мая 2020 года): в 3 ч. Ч. 2 / редкол. : В.А. Богуш [и др.]. – Минск : Бестпринт, 2020. – 419 с.**

ISBN 978-985-90533-8-2.

В сборнике опубликованы результаты научных исследований и разработок в области BIG DATA and Advanced Analytics для оптимизации IT-решений и бизнес-решений, а также тематических исследований в области медицины, образования и экологии.

УДК 004.6(082)

ББК 32.97.3

ISBN 978-985-90533-8-2 (ч. 2)

ISBN 978-985-90533-2-0

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2020
© Оформление. УП «Бестпринт», 2020

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ



Председатель, Богущ В.А.

Ректор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доктор физико-математических наук, профессор



Сопредседатель, Boris Zibitsker

MS, PhD and Honorable Doctor at BSUIR, President and CEO BEZNext, Adjunct Associate Professor, DePaul University in Chicago



Сопредседатель, Dominique A. Heger

PhD, Founder of DHTechnologies, Data Analytica, Hotshot Analytics and AI/ML firm, Austin, USA



Заместитель председателя, Дик С.К.

Депутат Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь седьмого созыва, кандидат физико-математических наук, доцент, Республика Беларусь

Члены организационного комитета



Appolo Tankeh, PhD, IBM Treasury, NY, USA



Alain Biem, PhD, VP of Analytics at Opera Solutions, formerly at ABM Watson Research, NY, USA



Dirk Marc Guy Stroo, PhD, Owner of Invisi, Netherlands, Owner of Act On Insight, Belarus, Information Innovation Leader, Business Intelligence Consultant: Royal Agio Cigars, City of Rotterdam, Nuon



Leon Katsnelson, Director and CTO at IBM Analytics Platform Emerging Technologies, USA



Батура М.П., Научный руководитель НИЛ 8.1 БГУИР, доктор технических наук, профессор, академик «Международной академии наук высшей школы», заслуженный работник образования Республики Беларусь, Республика Беларусь



Лихачевский Д.В., декан факультета компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, кандидат технических наук, доцент, Республика Беларусь



Лукашевич М.М., декан факультета компьютерных систем и сетей БГУИР, кандидат технических наук, доцент, Республика Беларусь



Прытков В.А., проректор по учебной работе БГУИР, кандидат технических наук, доцент, Республика Беларусь



Тузиков А. В., генеральный директор Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент, Национальной академии наук Беларуси, Республика Беларусь



Пархименко В.А., заведующий кафедрой экономики БГУИР, кандидат экономических наук, доцент, Республика Беларусь



Яшин К.Д., заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, кандидат технических наук, доцент, Республика Беларусь

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Министерство образования Республики Беларусь



Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»



Национальная академия наук Беларуси
Объединенный институт проблем
информатики



ООО «АктивХост РУ»



BEZNext (Chicago, USA)



DHTechnologies & Data Nubes (Austin, USA)



«Politechnika Świętokrzyska» Kielce University of
Technology (Kielce, Poland)



IBM (NY, USA)



Ташкентский университет информационных
технологий



ИОО «ЭПАМ Системз»

СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ



ОГЛАВЛЕНИЕ

S.S. Beknazarova, G.A. Kayumova. The wireframe modeling in for the geometric representation of a part in a cad system	11
G.V. Losik, M.A. Konovalova, K.D. Yashin. System approach at the phenomena analysis mother-independent knowledge coding principle	18
S.K. Kurbanov, S.S. Beknazarova. Computer geometric modelling of n-dimensional integrated data in 3d systems	30
S.S. Beknazarova, A.I. Usmonov. Modeling of geometric representation the objects in cad systems	37
V.P. Starzhynsky, A.Y. Yatskevich, K. D. Yashin. System-information complex of monitoring and intelligent dispatching of cars on highways	42
В.С. Дроздов, С.К. Дик, Д.В. Лихачевский, К.Д. Яшин. Международные научно-практические конференции big data – технологии и оценка опыта.....	50
А.В. Кучинский, В.Н. Гутковский, И.И. Пилецкий. Интеграционная шина для обработки больших данных	86
А.В. Воробей, М.М. Меженная, А.Н. Осипов, М.Х-М. Тхостов, И.А. Телеш Оптимизация алгоритма работы инфракрасной кабины с биотехнической обратной связью на основании проведенных исследований	93
Д.С. Лихачев, Е.С. Наркевич, Ю.Н. Рушкевич, М.И. Вашкевич. Анализ степени нарушения голосовой функции у пациентов с боковым амиотрофическим склерозом с использованием мобильного приложения	102
С.Х. Жэнь, Ц. Ма, В.К. Конопелько. Анализ и коррекция многократных ошибок при одномерном и двумерном помехоустойчивом кодировании информации.....	114
В.В. Савченко. Анализ информационных потоков в высокоавтоматизированных транспортных средствах	122
Д.В. Кравченко, Т.А. Малинина, В.П. Старжинский, К.Д. Яшин. Анализ, референтная модель и методология проектирования открытых кибермероприятий.....	129
А.Г.Кравцов, М.В.Тумилович, Л.П.Пилиневич, С.В.Зотов, С.С.Карпов. Моделирование новых технологических процессов получения электретных волокон	141
И.В. Марахина. Нативная реклама: глубокий анализ	146
О.Н. Шкор. Блокчейн и защита интеллектуальной собственности	153
А.Э.Мирзаев, С.П.Халилов. Повышение эффективности цифровой обработки сигналов на основе сплайн-функций	156
И.Н. Калиновская, Г.А. Яшева. Технологии искусственного интеллекта при составлении плей-листов фоновой музыки фирменных магазинов.....	165

Ж.Т. Усмонов, З.М. Пулатова. Использование электронных медицинских карт в исследованиях в сфере здравоохранения	172
О.Л. Яблонский. Математические модели для прогноза кредитных рисков банков и финансовых организаций.....	177
Б.Х. Маъмуров. Цифровая трансформация в экономике Узбекистана	181
Т.А. Радишевская, Д.В. Радишевский. Технологии Narrow Ai в слое зондирования промышленного интернета вещей	188
С.Н. Нефедов. Анализ и интерпретация противоречивой информации, представленной в вербальной форме	196
А.В. Кукареко, С.Н. Нестеренков. Способы машинного обучения для выявления ошибок выполнения упражнений на smart-тренажере	214
А.М. Линник, А.Г. Давыдовский. Системный анализ надежности системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» на основе социотехнического подхода как проблема big data.....	225
Ю.И. Голуб. Новые подходы к оценке качества цифровых изображений	241
К.В. Терещенко, А.Г. Капустин. Нечеткий адаптивный контур для управления электродвигателем	246
Ю.А. Захарик, Д.М. Прокурат. Использование перцептивного хэша в нахождении необходимых сообщений на примере выборки из твиттера	266
С.П. Зязюлькин, С.Н. Нестеренков. Использование DQN для обучения агентов игр (atari 2600).....	274
В.А. Савёнок, А.И. Парамонов. Использование инструментов языка R и средств поиска по тексту для анализа рынка драгоценных металлов.....	281
В.И. Ляликова, Е.М. Балицкая. Сравнительный анализ и классификация регионов Беларуси по развитию малого и среднего бизнеса	288
Д.И. Черемисинов. Закон Амдала и границы параллельных вычислений.....	294
И.Н. Цырельчук, Ю.В. Писецкий, М.Ф. Османова, К.А. Вотинов. Экономический анализ ресурсов с помощью Smart-технологий в условиях Узбекистана:возможности технологии NB-IOT	301
А.А. Кунцевич, Г.В. Кулик, М.Е. Житник. Технологии машинного обучения и захват изображений для распознавания языка жестов	307
А. В. Инютин. Операторы нечеткой морфологии для обработки изображений топологических объектов.....	310
А.В. Александров. Анализ использования потребителями интернет-технологий: мировые тенденции	314
И.Д. Стаселько, Т.Д. Позняков, А.П. Протасов, В.Я. Анисимов, А.Ю. Сычев. Использование Big Data в компьютерных играх	327

И.Д. Стаселько, А.Ю. Сычев, Ю.И. Алексеев, Т.Д. Позняков, А.П. Протасов. Форматы файлов больших данных: хранение данных в экосистеме Hadoop	334
И.В. Чибисов, В.В. Шиманский, И.А. Клапатов, Ю.А. Чернявский. Nosql - решение проблем хранения больших данных	339
А.Ю. Кульша, М.А. Климович, М.В. Стержанов, И.Ю. Изгачев. Использование больших данных в робототехнике на примере SLAM	345
А.Э. Городок, Н.В. Марковская. Интеллектуальный анализ данных: выделение ассоциаций с помощью алгоритма априори	350
В. В. Астрашаб, М. А. Калугина, Д. А. Клебанов, Д. С. Совпель, К. И. Акулич. Нейронная сеть для генерации вопросов к тексту	362
А. Л. Калоша, М.А. Медунецкий, М.П. Хоронко, А.А. Александров, А.И. Гридасов, С.Н. Нестеренков. Система анализа качества текстовых коллекций	369
Пархименко В.А. Анализ мировой ИТ-индустрии на базе таблиц «затраты–выпуск» средствами языка R	376
Н.И. Мурашко, А.В. Андреев. Мультиагентная система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций	387
И.И. Фролов, Д.Ю. Перцев, Д.В. Куприянова. Сравнительный анализ алгоритмов предварительной обработки для сжатия больших объемов гиперспектральных данных.....	398
В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, В.В. Шаталова. Анализ деятельности университета и факультета как объекта автоматизации	404

UDK 718.66.57

THE WIREFRAME MODELING IN FOR THE GEOMETRIC REPRESENTATION OF A PART IN A CAD SYSTEM



S.S. Beknazarova

Professor of Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Doctor of technical science, associate of professor

*Department of Audiovisual technologies, Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: saida.beknazarova@gmail.com*



G.A. Kayumova

Teacher of Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

S.S. Beknazarova

Doctor of technical Sciences, associate Professor. Author of 189 research papers on audio, video, multimedia resources, and media education technologies.

G.A. Kayumova

Author of 27 research papers on audio, video, multimedia resources, and media education technologies.

Abstract. In the article describes several options for the geometric representation of a part in a CAD system. The choice of one or another option depends on the capabilities of the system and on the need for its application to create a control program. Not so long ago, the kulman was the main tool of the design engineer. With the advent of the first personal computers, a real revolution began in the field of design automation. Design engineers immediately appreciated the benefits of "flat scribe." Even the simplest CAD system for two-dimensional design allows you to quickly create various geometric elements, copy fragments, automatically apply hatching and affix dimensions.

The main tools in flat design are lines, arcs, and curves. Using the operations of extension, cropping and joining of geometric elements, the creation of an "electronic drawing" takes place. For full-fledged work with flat graphics in the CAM system, additional information on the depth of geometry is needed. The wireframe model represents the geometry of the part in three-dimensional space, describing the position of its contours and faces. The wireframe model, in contrast to a flat electronic drawing, provides the CAM system with partial information about the depth of the geometry. With the development of the automotive and aviation industries and the need for an analytical description of parts of complex shape on a PC, the basic prerequisites for the transition from flat to volumetric modeling have been formed.

Keywords: modeling types, wireframe model, 3D model, surface model.

Introduction. There are several options for the geometric representation of a part in a CAD system. The choice of one or another option depends on the capabilities of the system and on the need for its application to create a control program. Not so long ago, the kulman was the main tool of the design engineer. With the advent of the first personal computers, a real revolution began in the field of design automation. Design engineers immediately appreciated the benefits of "flat scribe." Even the simplest CAD system for two-dimensional design allows you to quickly create various geometric elements, copy fragments, automatically apply hatching and affix dimensions.

The main tools in flat design are lines, arcs, and curves. Using the operations of extension, cropping and joining of geometric elements, the creation of an "electronic drawing" takes place. For full-fledged work with flat graphics in the CAM system, additional information on the depth of

geometry is needed. The wireframe model represents the geometry of the part in three-dimensional space, describing the position of its contours and faces. The wireframe model, in contrast to a flat electronic drawing, provides the CAM system with partial information about the depth of the geometry. With the development of the automotive and aviation industries and the need for an analytical description of parts of complex shape on a PC, the basic prerequisites for the transition from flat to volumetric modeling have been formed.

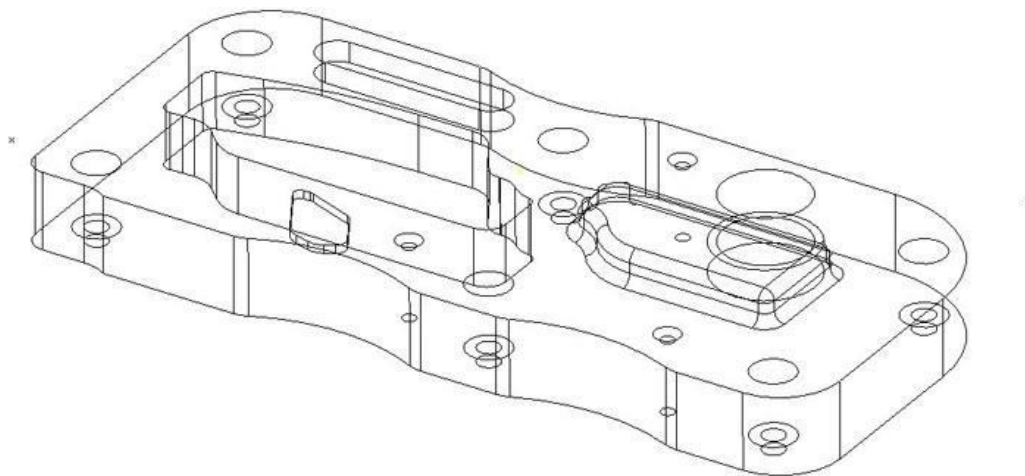


Figure 1. – Wireframe model

A three-dimensional or 3D model is designed to uniquely define the geometry of the entire part. Volumetric modeling systems are based on methods for constructing surfaces and solid-state models based on flat and non-planar sketches. The sketch, in turn, consists of simple geometric elements—lines, arcs, and curves. Engineer-constructor takes as sketches of the cross section and the centerline of the details.

The surface model is very similar to the frame model. Imagine that a thin fabric is stretched between the edges of the frame model. This will be the surface model. Thus, any product can be represented as a set of bounding surfaces.



Figure 2. – Surface model

Currently, surface models are widely used for working with SELF-systems, especially when it comes to tool production. For solid-state modeling, the main tools are bodies created from sketches. To build a solid body, you can use operations such as squeezing, cutting, and rotating the sketch.

Boolean operations allow you to add, subtract, and combine different solids to create a 3D model of a part. Unlike surface models, the solid model is not empty inside. It has some mathematical density and mass. Today, solid-state models are the most popular basis for calculating trajectories in the SAM system.

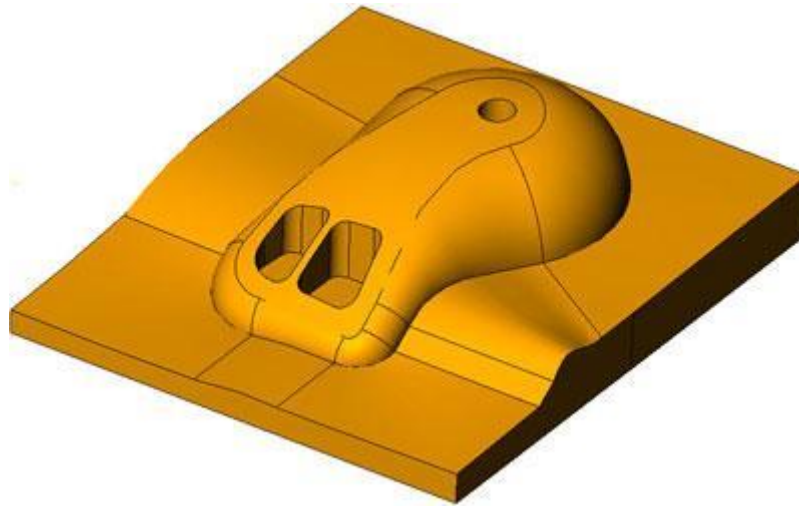


Figure 3. – Solid model

One of the main advantages of this method is the so-called parameterization. Parameterization means that you can change the dimensions and characteristics of a solid at any time by simply changing the numerical values of the corresponding parameters.

A modern CAD / SAM system must have the tools to create both surface and solid-state models.

Frame modeling.

The wireframe model is fully described in terms of points and lines. Wireframe models store the coordinates of vertices and their connecting edges. Wireframe modeling is the lowest-level modeling and has a number of serious limitations, most of which are due to the lack of information about the faces enclosed between the edges, and the inability to distinguish the outer and inner regions of the solid-state volume image.

The main factor in limiting the use of frame surfaces is the ambiguity of recognizing the orientation and visibility of the faces of the frame image. For example, a three-dimensional image can be represented in two ways: top and bottom (Fig.4.).

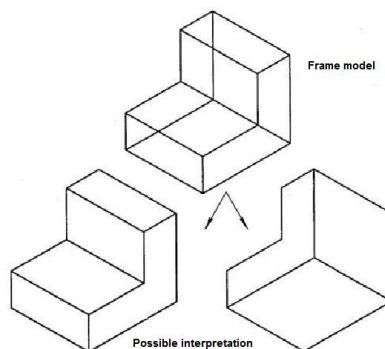


Figure 4. – Possible interpretations of the model in wireframe modeling

This effect, due to the nature of the wireframe model, can lead to unpredictable results. In contrast to the solid-state model, in a wireframe model, you can't distinguish visible geometric faces from invisible (hidden) ones.

The operation to remove hidden lines can only be performed manually by applying editing commands to each individual line. However, the result of this work will be equivalent to the "destruction" of the entire created frame structure, because the lines that are invisible on some projections are visible on others. And removing the "invisible" line on one projection will inevitably entail removing it on all other projections (Fig.5.)

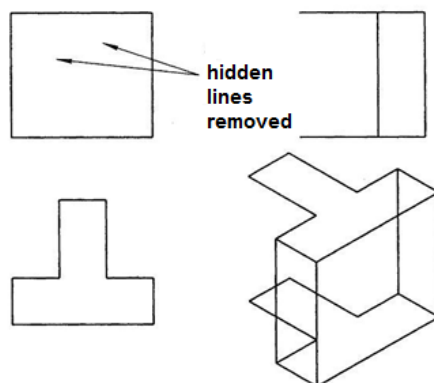


Figure 5. – Example of "destruction" of a wireframe model

Even more difficult is the case with curved surfaces. As you know, a cylindrical surface is defined by moving the generator along a certain guide, so in orthogonal projections, such a surface is depicted by means of outline generators. Naturally, these formers are not identical, for example, in the main view and the view on the left, so they are not recognized as elements of the frame model, and therefore are not depicted on it.

Surface modeling.

The surface model is defined using points, lines, and surfaces. Surface models are defined by rotation surfaces, planes, shear surfaces, and so on. thus, it can be considered as a higher-level model than the wireframe model, and therefore more flexible and multifunctional. The surface modeling method is most effective when designing complex curved surfaces made of sheet material, such as car body elements.

Surfaces are formed in various ways and can be divided for computer graphics purposes according to the way they are obtained into elementary geometric surfaces, rotation surfaces, analytical surfaces, and surfaces of arbitrary shapes (also known as "sculptural" surfaces or "free-form" surfaces).

Elementary geometric surfaces include surfaces that are formed by parallel transfer of a line along an axis perpendicular to it (Figure 6.).

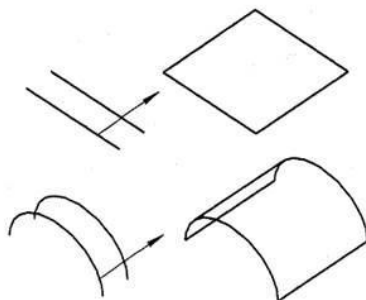


Figure 6. –Formation of geometric surfaces

In turn, surfaces can be transformed by parallel transfer operations into three-dimensional objects (Figure 7.). It should be noted that surface modeling systems do not recognize shapes such as

solid bodies. They represent them simply as surfaces (in Fig.7. - seven flat faces), connected in space with each other in some way and limiting the "empty" volume.

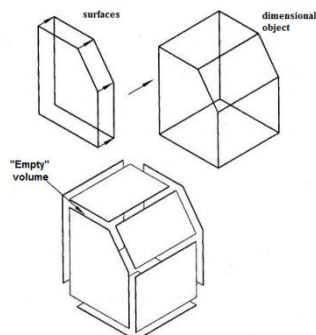


Figure 7. – Formation of a three-dimensional object by surfaces

Rotation surfaces can be easily obtained by rotating the envelope of a flat shape around a certain axis (Figure 8.).

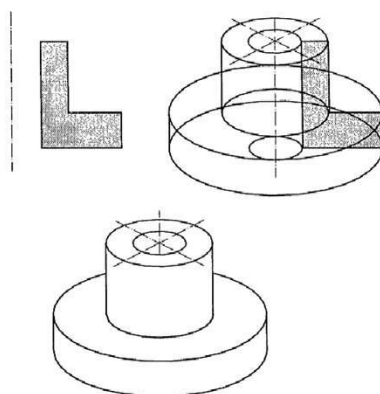


Figure 8. –Rotation surfaces can be easily obtained by rotating the envelope of a flat shape around a certain axis

Information about wireframe models

When using a wireframe model, the design and intent is set at the beginning of the design or build process. The frame model placed on the Assembly and distributed with it can be opened independently of the installation and switched on at any time without abrupt transitions. The wireframe model can be used in multiple assemblies.

You can create a wireframe model at any time during the design process. The system always lists and regenerates the newly created wireframe model before all other components and design elements in the Assembly.

Frame models and models with kinematic frame

There are two types of wireframe models: standard wireframe models and motion wireframe models. Standard wireframe models are created in an open Assembly as parts. Motion wireframes are subassemblies that contain structural frames (standard wireframes or internal sketches) and body frames. Standard wireframes are created using curves, surfaces, and reference design elements. They can also include solid geometry.

Although wireframe models can only be created in an Assembly, they can be extracted, manipulated, and saved as regular parts (standard wireframe models) or assemblies (kinematic wireframe models). Body frames are automatically saved as parts when they are created.

Features of working with frame models

Before creating a wireframe model, consider the following points.

- 1 You can create or insert only one motion frame in an Assembly.
- 2 You can create multiple standard wireframes in the same Assembly if the `multiple_skeletons_allowed` configuration option is set to yes.
- 3 The wireframe model is similar to any other component in the Assembly. It has design elements, layers, equations, views, bodies, and so on.
- 4 You can use external anchor management settings to restrict geometry placement and Assembly bindings to wireframe models only. (File > Prepare > model Properties and click change in the reference Control line to open the External Reference Control dialog box). These options control the bindings for all frames in the Assembly.
- 5 You can save family tables in wireframe models. This means that the Assembly can support many different instances of the frames within the table of the family.
- 6 All simplified view functionality present in part and build modes is also available in wireframe models (starting with Pro/ENGINEER 2001).
- 7 When managing simplified representations of the skeleton models can be selected using parameter According to the rule.

Wireframe models in material sheets and model trees

Wireframe models will not be visible in the bill of materials unless they are specifically included. Wireframe models do not affect the mass or surface properties. They can be shown in drawing views and enabled when creating and performing operations with simplified views and external lightweight design elements.

Wireframes and motion frames are placed in the model tree in front of components with solid geometry. Since wireframes differ in functional characteristics from other components, they are indicated in the model tree and in the Mechanism Design model tree using the following icons.

References

- [1] Bolshakov V. P. 3D modeling in Autocad, COMPASS-3D, SolidWorks, inventory, T-Flex. - Russia: publishing house "Peter", 2010.
- [2] Sazonov A. three-Dimensional modeling in AutoCAD 2011. - Russia: Litres, 2014.
- [3] Bates R., McDonnell M. image Restoration and reconstruction: TRANS. - Moscow: Mir, 1989. - 336 p.
- [4] Deacons Century MATLAB. Signal and image processing. Special reference book. - SPb.: Peter, 2002. - 608 p.
- [5] Fu K., Gonzalez R., Lee K. Robotics: TRANS. / Under the editorship of V. G. Gradetsky. - Moscow: Mir, 1989. - 624 p.
- [6] J. P. Gambotto et T. S. Huang, "Motion analysis of isolated targets in infrared image sequences", 7th Int. Conf. on Pattern Recognition, Montreal, 1984. P. 534-538.
- [7] J. P. Gambotto, "Correspondence analysis for target tracking in infrared images", 7th Int. Conf. on Pattern Recognition, Montreal, 1984. P. 526-530.
- [8] L. Gerardin, "La bionique", Hachette Paris, 1968.
- [9] Gerardin L. Bionics. Per. FR. M. N. Kovaleva. Ed. and with a Preface. Professor V. I. Gusel'nikova. Moscow: Mir, 1971. 231 PP.
- [10] J. F. Gilmore et, W. B. Pemberton "Asuivey of aircraft classification algorithms", 7th Int. Conf. on Pattern Recognition, Montreal 1984. P. 559-562.
- [11] R. C. Gonzales et M. G. Thomason, "Syntactic pattern recognition", Edit. Addison Wesley, Londres, 1978. P. 118-120.
- [12] Perception and pattern recognition / Ed. With FR. A. V. Seredinsky; edited by G. P. Katys. - M.: Mashinostroenie, 1989, 272 p.: Il.
- [13] N. Sedova, V. Sedov, R. Bazhenov, A. Karavka, S. Beknazarova. Automated Stationary Obstacle Avoidance When Navigating a Marine Craft //2019 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, SIBIRCON 2019; Novosibirsk; Russian Federation; 21 October 2019.

КАРКАСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В САПР-СИСТЕМАХ

С. С. Бекназарова

профессора Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда Аль-Хорезми, доктор технических наук, доцент

Г.А. Каюмова

Преподаватель Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда Аль-Хорезми

Кафедра аудиовизуальных технологий, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммеда Аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан

Кафедра аудиовизуальных технологий, Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммеда Аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан

E-mail: saida.beknazarova@gmail.com

Аннотация. В статье описаны несколько вариантов геометрического представления детали в САПР-системе. Выбор того или иного варианта зависит от возможностей системы и от необходимости ее применения для создания управляющей программы. Не так давно Кульман был главным инструментом инженера-конструктора. С появлением первых персональных компьютеров началась настоящая революция в области автоматизации проектирования. Инженеры-конструкторы сразу оценили преимущества "плоского чертильщика". "Даже простейшая САД-система для двумерного проектирования позволяет быстро создавать различные геометрические элементы, копировать фрагменты, автоматически наносить штриховку и проставлять размеры.

Основными инструментами в плоском дизайне являются линии, дуги и кривые. Используя операции растяжения, обрезки и соединения геометрических элементов, происходит создание "электронного чертежа". Для полноценной работы с плоской графикой в системе САМ необходима дополнительная информация о глубине геометрии. Каркасная модель представляет геометрию детали в трехмерном пространстве, описывая положение ее контуров и граней. Каркасная модель, в отличие от плоского электронного чертежа, предоставляет кулачковой системе частичную информацию о глубине геометрии. С развитием автомобильной и авиационной промышленности и необходимостью аналитического описания деталей сложной формы на ПК сформировались основные предпосылки для перехода от плоского к объемному моделированию.

Ключевые слова: типы моделирования, каркасная модель, 3D-модель, модель поверхности.

УДК 159.9.016.4

SYSTEM APPROACH AT THE PHENOMENA ANALYSIS MOTHER- INDEPENDENT KNOWLEDGE CODING PRINCIPLE



G.V. Losik

*Doctor of Psychology,
Chief Researcher of the United
Institute of Informatics
Problems of the National
Academy of Sciences of
Belarus*



M.A. Konovalova

*Master student of the
Department of Human
Engineering and Ergonomics
of the Belarusian State
University of Informatics and
Radioelectronics*



K.D. Yashin

*PhD
Head of the Department of
Human Engineering and
Ergonomics of the Belarussian
State University of Informatics
and Radioelectronics*

United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

E-mail: georgelosik@yahoo.com

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Email: marykonovalova1409@gmail.com

Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

E-mail: yashin@bsuir.by

G.V. Losik

Chief Researcher of the computer graphics laboratory of the state scientific institution “United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus”. Professor of the Institute of Psychology of the Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Professor of the Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics. In 1970, he graduated from the Minsk Radioengineering Institute with a degree in cybernetics. In 2003, he had an internship at Stanford University (USA). In 1977 he defended his PhD thesis “Identification of units of temporary organization of oral speech communication”, in 2002, he defended his doctoral thesis “Psychological concentration of the motor theory of speech perception”.

M.A. Konovalova

Master student of the Department of Human Engineering and Ergonomics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

K.D. Yashin

Head of the Department of Human Engineering and Ergonomics of the Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences. Inventor of the USSR, he has 55 copyright certificates for inventions and patents. He graduated from the Belarusian State University and specialized in physical chemistry of semiconductors. Research interests: microelectronics and nanobiomedicine technology. The author and main executor of the project of creation of the Department of Human Engineering and Ergonomics at the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, which provides training and graduation of specialists with higher education in the specialty “Engineering-Psychological Maintenance of Information Technologies”, qualification of system engineer (software engineer).

Abstract. From the perspective of the theory of coding and transfer of information, it is proved that a new period is coming in the practice of human interaction with knowledge. This period is characterized by the fact that knowledge, thanks to consciousness, being in digital code (in computers in the form of BIG DATA), found a way to transfer independently from one material medium to another. Therefore, along with matter, another phenomenon appeared in Nature – matter-an independent phenomenon. This phenomenon is the fruit of another natural selection that exists in Nature – the competition of forms of information coding.

Cloud technologies and e-money are becoming a model in matter-independent knowledge coding. The emergence of matter-independent coding has led to the fact that the transfer of digitized knowledge from the past to the future is now carried out not necessarily with the participation of the human consciousness and subconscious. The brain remains a model of the carrier of consciousness only in matter-dependent coding.

Keywords: BIG DATA, cloud technologies, knowledge coding, information carrier, knowledge, matter, matter-independent phenomenon.

Introduction

In the negative development of digital technologies, there is a technique for creating computer viruses. A virus is usually a relatively small program module that has the property of being attached to the tail of a program running in the computer's RAM. It remains attached to the program body, in the tail, forever. Now this (once useful) computer program is a virus carrier when it is copied externally to other computers. This software virus is an example of another level of coding development. The knowledge of a person (programmer) acquires the property of being so coded that it protects itself from disappearing. The virus becomes as if able to move from the past to the future itself, without human participation.

Similarly, in cloud technologies, knowledge coding is now at a level where it is protected from disappearing. Therefore, it moves from the past to the future regardless of the will of a man. It is a paradox, but knowledge on paper, in the form of texts, films, architectural forms, paintings on canvases can disappear forever if its material carrier disappears. Formally, it should be admitted that knowledge coded “in the cloud” also has a material carrier in the form of magnetic terabyte disks of servers. But the trick of the new matter-independent type of coding is to make the storage of knowledge invulnerable (by replicating the same knowledge on a set of mutually remote servers).

The self-preservation of knowledge by means of matter-independent coding of oneself cannot be considered as a gift, according to V. I. Slobodchikov [1], which passes the older generation to the younger according to the anthropological nature of man. The phenomenon of matter-independent coding of knowledge is a cybernetic phenomenon, while, for example, the concept of nobility is the result of human consciousness.

A new round in the dissemination of knowledge and the emergence of its freedom from the material carrier cannot be interpreted as the appearance of certain information robots with intelligence. It is wrong to assume that a person, scientists, engineers and technologists created a double (robot) of their own will, a spreader of knowledge. It is another mistake to consider that matter, increasing its high organization, can produce miracles and it is the cause of all things, including human consciousness, as well as the Internet and cloud technologies. Let's try to figure it out.

The purpose of this work is to carry out a systematic and dialectical analysis of the processes of formation of the matter-independent principle of knowledge coding. Let's try to define it. Matter-independent principle of knowledge coding is a phenomenon (or computer phenomenon) of spreading knowledge by coding it, but without the participation of a material carrier. Presumably, we are now at the border and are conducting research at the intersection of artificial / natural intelligence.

Results: approaches, principles of thoughts

Figure 1 shows the path diagram (algorithm diagram) for implementing the system approach when analyzing the phenomenon of matter-independent principle of knowledge coding. Let's look at these questions in order.

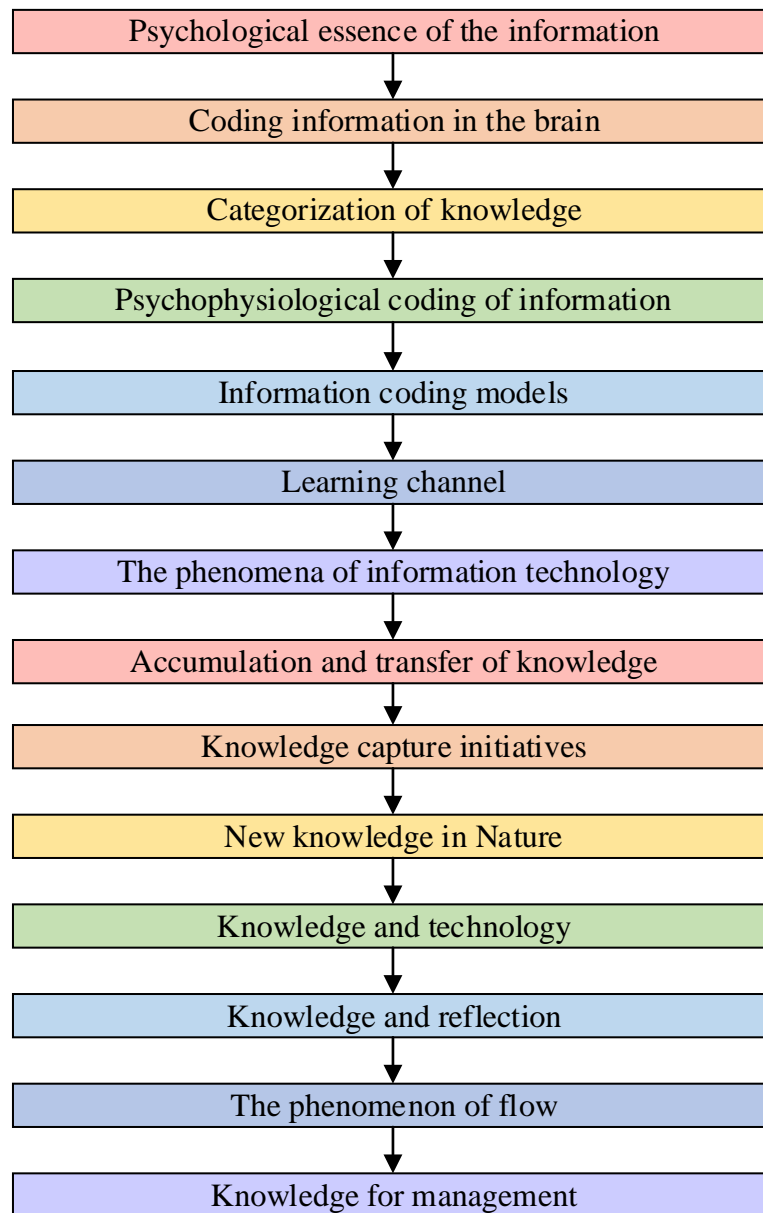


Figure 1 – Path diagram (algorithm diagram) for system analysis of the phenomenon of matter-independent principle of knowledge coding

Psychological essence of the information. In this work, we identify the concept of knowledge with the concept of information. At the same time, there is still no single definition of the concept of “information” in computer science [2]. The most “anthropocentric” definition was recently proposed by Professor A. Y. Friedland [3]. He showed the inconsistency of definitions of information based only on natural sciences. Information, according to Friedland, necessarily contains a psychological component, that is “meaning”. The second component is “data”. In this definition, the information contains a component that reflects not only matter, but also psychology, that is the “soul” of a man.

With this interpretation, information (as a phenomenon of Nature) becomes an adequate and important definition of the function of human thinking, i.e. thinking as a meaning-forming brain process [4]. As thinking has the property of forming new information out of nothing. This is when a man develops its function in the future for the object, and its goal in the future for the action being performed.

Along with the objective parameters of physical bodies, the human brain and its thinking add a semantic component about it (as a sign) to the physics of the natural body. A physical phenomenon, reflected in the brain, becomes the carrier of another phenomenon – meaning. In case of adding to the information about the objective parameters of physical bodies also information about the anthropological function of this body (for example, the purpose of actions with it), then it cannot be considered as a simple filtering of information coming to it from outside the world. The situation is complex.

More correctly, this phenomenon should be considered as a “curvature” of the information flow by a certain prism. The prism does not only filter, but also adds information about itself to the flow.

As a result, A. Y. Friedland analyzed the existing definitions of information proposed earlier in physics (A. Migdal, D. Ursul), in cybernetics (A. P. Ershov, V. M. Glushkov), in philosophy (K. K. Colin). It was concluded that it was necessary to introduce the “meaning” component into the definition [5-9].

Coding information in the brain. In connection with this definition of information, there is the question about the mechanisms (processes) of coding and storing the meaning of knowledge in the brain. The authors [10-12] considered the possibility of memorizing the meaning of knowledge in the brain based on the matter-dependent principle of its coding with a certain channel number.

In both interlocutors, the brain accepts approximately the same topological structure of signal processing channels. Conventionally, the first person can be considered as a transmitter of the event. It was in his brain that the $D\alpha$ detector was activated. The second person who received this message through the word is the receiver of this event. Therefore, in the brain of the second person the similar neuron detector $D\alpha$ will be aroused in a similar place. Thus, one interlocutor learns what semantic event (from the set of ΣD) occurred or was reflected in the head of the other interlocutor. All this happens without presenting the second person with a sensory stimulus, in this case the first person can send him a stimulus in the form of a word (in oral form). The heard word provides the same excitation effect in the sensory cortex of the same detector in both.

Categorization of knowledge. The knowledge that a man uses should be divided into two categories. Note that we consider (in connection with matter-independent coding) only the first category of knowledge. The essence of this knowledge is as follows.

The previous generation obtains and transfers to the next one: a) knowledge in the form of laws of physics, chemistry, mathematics, biology, medicine and astronomy discovered by man. Along with this, b) knowledge about the culture of peoples, about history, morality and ethics, as well as c) religious knowledge, philosophical knowledge, and genealogical knowledge is transferred.

There is the second category of knowledge. A man also uses it, but it is needed only during the period of the life. And therefore, he does not transfer it to descendants (or society as a whole). This knowledge, in fact, is only needed in order to make a career, build a family, provide recreation and entertainment during a life. This is the knowledge that today forms the basis of a common competent approach to learning, which is far from adequate to learning the first category of knowledge.

The phenomenon of matter-independent coding is considered in this paper in relation only to the case of developing knowledge in the previous generation, i.e. knowledge of the first category. We do not consider knowledge of the second category within the appearance of the matter-independent coding phenomenon.

Psychophysical coding of information. The knowledge in human phylogenesis obtained from his life experience was passed from generation to generation. However, this has always happened with changes in transfer methods, with simplification of the form of their coding (when fixing to a particular material carrier for transfer). At first, before drawing and writing, knowledge was coded in the mind and in external media three-dimensionally. The previous generation demonstrated

successful achievements of their work and patterns of behavior in three-dimensional space to the next generation.

With the advent of drawing, knowledge began to be coded (for transfer) not only in three-dimensional, but also in two-dimensional space of matter. The matter behind and in front of the drawing has stopped to code information about the meaning of knowledge in the drawing. Consequently, the matter-independence of such coding has increased by a step.

Further, with the advent of writing (in terms of the dimension of the material medium), the form of knowledge coding in the human brain (and on an external medium) left only the horizontal arrangement of the medium important. Linear coding of knowledge with signs appeared, in particular from left to right. The matter located above and below the line stops to be a carrier of knowledge in this form of coding. This form of knowledge coding by the human psyche is considered one-dimensional in the space of the material carrier.

Today, with the advent of cloud technologies and the phenomenon of BIG DATA, it is time to code knowledge in a zero-dimensional space (without a material carrier). At the same time, zero-dimensionality means that the location of knowledge on the material carrier is independent of the nature of the carrier. Before considering this zero-dimensional form of coding, let's consider why the analysis should link the dimension of the material carrier space with the dimension of the code.

Confirmation of the hypothesis about spatial (in the human brain) coding of external objects is the discovery of a neural mechanism for coding a signal by the channel number (coding by place) in psychophysiology, in the scientific school of E. N. Sokolov [13-15]. The mechanism of such coding is associated with the stimulation of local groups of neurons in the brain in certain (specific) physical places of the human brain. The location of a neuron in the space of the sensory and motor cortex of the brain codes the specifics of the information it stores.

The old forms of knowledge coding in the human brain for transfer from generation to generation did not die out (were not replaced). They were supplemented with new ones that were less dependent on matter (as a “mandatory” substrate for transferring knowledge from the past to the future). Therefore, cloud technologies and BIG DATA can be considered as a find in the natural selection of knowledge coding forms. A new, ideal form has been found in which matter is no longer able to resist the survival of knowledge. Matter continues to be present in the transferring of knowledge. But knowledge, having studied the nature of matter, has found ways to be independent of it as a carrier, but at the same time to exploit it.

Information coding models. So, it is legitimate to conclude that in the psyche (in phylogenesis) there was no extinction or replacement of forms of knowledge coding about the surrounding material world. This was the constant addition of new forms of knowledge coding [16]. 3D of knowledge coding reflected in the brain (in the space of neurons) in the form of 3D figures those three-dimensional events that occurred around a person. Then a 2D form of knowledge coding appeared in the human psyche. Then the 1D form of knowledge coding was added.

Each form of knowledge coding is able to pass to the human brain for processing (in its neural tissue) strictly: either 3D, 2D, or 1D stimuli. Let's repeat: this or that phenomenon of the material reality surrounding a man has always been realized in Nature as a 3D phenomenon. However, the arrival of this natural phenomenon in the human brain has three possible options. And accordingly, the model of this phenomenon in the human psyche and in the 3D neural tissue of the brain could be either three- or two- or one-dimensional.

Therefore, zero-dimensional knowledge coding has taken the baton of previous forms. This zero-dimensional coding consistently, persistently and not without success gets rid of the influence of the material carrier. It has finally become a form of knowledge coding that is completely independent of the material medium.

Learning channel. The study of the human psyche the following problem remains unresolved: how to transfer knowledge from one generation to another (unique to human) as the ability to humor, reflection, vanity, pride, envy, altruism, ambivalence of feelings, the ability to look at ourselves.

Known mechanisms of information transfer, such as genetic, social learning, and verbal communication channels, do not allow us to explain the transfer of these abilities. Such information cannot be called semantic, because in its essence it does not have any expediency for the material survival of man in Nature (as a species). However, the inheritance of these abilities somehow occurs.

It remains to consider that there is a certain channel of transferring such information – the learning channel. However, learning in psychology refers to a one-way process of transferring information – from teacher to student. In this case, it turns out that children do not have the opportunity to teach society. At the same time, it is theoretically possible that society, if it degrades by some signs of humanity, will be restored by children, their anthropology, and morality, which has not yet had time to degrade in children. This is why it is wrong to assume that only social learning is possible within Albert Bandura's theory [17], while children cannot teach adult members of society. It means that it is possible.

In this regard, the article [18] considers another possible mechanism for transferring knowledge from one generation to another, a striking feature of which is the ability to transfer knowledge purely about the moral, ethical and cultural interaction of people in society. This is a mechanism for transferring figurative information, information at the level of human behavior, rather than thinking and ideas. This mechanism is anthropological and independent, different from the genetic, social-imitative and verbal mechanisms of information transfer. For its implementation, the person transferring the message and the person receiving the message must have a similar physical structure and follow strict rules of their stay in the social environment.

Phenomena of Google technologies and Wikipedia. Today, with the development of cloud technologies, two new phenomena have emerged. This is, first of all, the phenomenon of Google translator working from one language to another. Secondly, it is the phenomenon of Google speech recognizer. Let's try to explain these two phenomena from the position of changing the form of information coding.

Both of these software products produce texts that are almost indistinguishable from those of human translation or recognition. In fact, a long translation text is created from separate parts of the translation. These pieces of text (for computer translation) are stored in the BIG DATA database, as translations previously made by certain members of the society.

Google translator does not open (which is important) the meaning of the text clip. The translator automatically finds samples of the literal translation of this clip, made once, by someone, absolutely no matter what members of society. This is the essence of the statistical method of combining a chain of individual small clips. Nevertheless, from such verbatim translated small clips, Google program itself dares to compose a merged (long) text of the translation. It is assumed that the meaning of a long text is equal to the linear sum of the meanings of individual small clips.

Let's explain the essence of this phenomenon. The user of Google translator, trusting it, accepts unverified knowledge. The user thus becomes a clone of the society (a clone of its knowledge, but no more). Then using compositional texts of such translations from the Internet in their everyday life, the user will visually remind others of an intelligent, cultured and literate person. But from the point of view of psychology, he will be a person without self-discovery of the truth (without self-discovery of the meaning of the text).

Let's look at the coding that is used to generate knowledge in Wikipedia today. The article placed in Wikipedia (on a particular concept) is formed from clips written (which is significant) by anonymous authors, as in Google translator, representing the society. Therefore, Wikipedia already belongs to the category of cloud matter-independent coding (at present). Through Wikipedia, its user also becomes a clone of society, learning trustfully and sincerely the meaning of the concepts it transfers. And there is nothing wrong (in 90% of cases). Note that by grouping small clips around one main concept, Wikipedia filters out unsuccessful clips. At the same time, a feedback loop (with users) is implemented. It minimizes the flow of false knowledge (in the selected concept).

Accumulation and transfer of knowledge. In connection with the appearance in Nature of matter-independent coding of knowledge (theoretically), it becomes possible to control matter, the physicality of a man, bypassing his will. Before the appearance of such coding, the truth of knowledge was necessarily checked by a man in his experience (material existence) and human logic. The subject took some of the knowledge on faith. But most of it was checked for the truth and expediency of applying this knowledge for himself.

So, thanks to matter-independent coding, knowledge transfers itself to descendants. And now the carrier (matter or Nature) can no longer check some knowledge for their truth. It cannot test this knowledge on the need for their survival of man as a species (according to the theory of C. Darwin). Now a man is in a new situation. Now he is forced to take more and more knowledge on faith, to inspire his consciousness that this knowledge is reliable.

Knowledge capture initiatives. Here are three examples of knowledge capturing an initiative from a man. These examples prove that knowledge controls him.

First example. In digitized form on the Internet, there are databases of knowledge about where you can go to relax, where you can spend a vacation, have fun, and cope with boredom. This is knowledge about the leisure industry. It is so tempting that tourist trips and tours have become mass. They are not caused by fashion, envy, or a physiological need for healing. They are provided with a person's access (via the Internet) to certain knowledge bases. These databases, using information technologies already known today and the laws of the human psyche, structured themselves. They put themselves so cleverly on the Internet that the user of these knowledge bases unwittingly obeys them and their constant desire to save themselves in time.

Second example. To survive, and this requires eating, a man from a civilized country today needs to spend much less of their attention, time, memory, and thinking than they used to. But the food industry today occupies the attention of the average man disproportionately more than what would be enough for a man to survive. For today, the Internet has already formed a digitized (and easily accessible) knowledge base about human food.

Third example. In the field of health tracking a man began to use the tips from the texts posted on the Internet (cloud technology). The man began to use the advice of the attending physician less. Knowledge on medicine, posted on the Internet, is a compilation of fragments of knowledge collected from society and from each group of doctors (experts) separately.

Naturally, this knowledge is not aimed at treating precisely this (specific) patient who requested knowledge. However, this knowledge (from cloud technology) also (subjectively) affects the consciousness of the Internet user. This knowledge already control people. And it is no longer possible to stop this process by the will of scientists and government. The degree of truth of this knowledge (regardless of the results of their verification) can no longer reduce the presence of this knowledge on the Internet. And the concept of truthfulness of knowledge just means the adequacy of knowledge's reflection of certain properties of matter (human practice).

The cultural and historical path of socialization and the formation of the psyche of the child (according to L. S. Vygotsky) is being replaced by the socialization of the child through the Internet and through television. A social clone is formed from a child, a schoolboy, a student. A carrier of knowledge is formed not deep and meaningful, but only (strictly) generally accepted. This does not mean that information technology is bad in all cases. The society in most cases has progressive knowledge, which in many cases is true. Most of the knowledge is taken by the child from the cultural and historical social past. The only concern is that often knowledge from the Internet (cloud technologies and BIG DATA) is taken primarily on faith, without testing their truth.

New knowledge in Nature. Formally, the birth of new knowledge is realized in Nature in two cases. At the same time, it is implemented in both cases with the help of a mechanism for putting forward counter hypotheses to the society that it (the society) needs (expediently) new knowledge. The birth of new knowledge occurs in two cases, similar to each other, but with fundamentally different results in terms of the system of this new knowledge.

The first case is when children hypothesize about the knowledge discovered in their subculture. These are such proposals from children that the society agrees to accept this knowledge for wide use. Children generate this new knowledge for society in games (as “experiments”) to expand the degrees of freedom of the principles of behavior that society has taught them.

For example, children put forward proposals to society in the form of word-making, verse- and fairy-tale creation, new versions of morality, humanity, honor, self-respect, hard work, and selflessness. In this (first) case, the knowledge offered to the society is verified by their transmitter (children) for truth: they are checked, even if in children's, but in the material (children's) subculture.

The second case is when cloud technologies (in connection with their functioning) put forward a hypothesis about the truth of knowledge, for example, the translation of text from one language to another made by BIG DATA technology. Cloud technologies use the method of compiling translations of individual small texts, small thoughts, and synthesize (without the human will) an extended text (often a strange sum of thoughts). These new technologies offer a man new knowledge (in the form of translation, recognized meaning in an acoustic signal) to society, for wide use.

Knowledge and technology. The database of computer-digitized knowledge about the material nature of things is constantly expanding. The search for the necessary information on the computer is being improved (on request). Scientific research provides new empirical data that is easy to publish in the BIG DATA database. When publishing (in favor of the meaning of the information), memorization of the author, date and place of appearance of the data stops. A phenomenon has become possible when two opposite hypotheses, each separately with its well-wisher, can be supported by the facts found in the knowledge base. This once again confirms the thesis that the truth of knowledge accumulated by a new, non-material coding principle cannot be verified.

The concept of scientists to skip and take technology into the future is the opposite of the concept “to demonstrate a master class”. In this (second) case, it is emphasized that the realization of some knowledge is impossible for the future generation without the participation of the art of the author of this knowledge. Conversely, some knowledge about recreating an object in the future (using a well-developed technology) by a robot is raised to the level of a computer algorithm. This is the matter-independent coding of knowledge (in our understanding). Conversely, let's consider a different position. If knowledge is not formalized to computer algorithms, for example, about the education of morality, honor, conscience, instilling a culture of behavior, then in this case, their implementation necessarily requires the participation of a man (dedicated skill, good education, mother's affection, the subjective influence of a hypnotist).

Knowledge and reflection. From the knowledge obtained from the sources of cloud technologies, the receiving man cannot have a reflection. Reflection in psychology refers to the ability of one subject to mentally put itself in the place of another subject [19]. This is the ability of a man to evaluate, judge, reason, imagine a certain surrounding situation not from his own, everyday position, but (for a short time) from another, someone else's position. This property of the psyche is a reflection of the first order. This property of reflection in people can be further developed to the second order. Its essence lies in the ability of the entity to imagine how it is in the mind of another subject. Moreover, not just to imagine, but to further develop this situation.

An Internet user cannot mentally take the place of the author of knowledge, because the name of the author of this knowledge is erased (missing). An Internet user, however, can empathize with participants of good or bad events presented on the Internet. But in order to mentally take the place of someone, this person needs to be at least a little represented or known. But we have already identified that knowledge from cloud technologies does not contain information about the authors or at least about the time of the emergence of knowledge. There is only the clip essence of knowledge (the clip essence of translating an article from one language to another or the clip essence of a concept from Wikipedia).

The article [20] showed that reflection is especially necessary for the interlocutor in the moments of real (not remote) communication with another person. This is necessary for assessing

sincerity, morality, and depth of intelligence of the second interlocutor. Each interlocutor has the opportunity (the ethics of people allow it) to be in conversation at least for a moment not sincere, to enter into the role of someone else, to become a translator of a thought that does not belong to him, or a thought that is not shared by him.

By accepting knowledge from cloud technologies, a person who accepts it simply takes this knowledge on faith. There is nothing wrong with this (it happens in most cases) when this knowledge is reliable. But knowledge, now, as shown above, can be compiled into BIG DATA automatically (from sketchy knowledge) and very often be unreliable. The author of knowledge is not personalized. Therefore, the recipient of this knowledge does not have the opportunity to put himself in the place of the author, there is no opportunity to make a reflection.

The phenomenon of flow. Another phenomenon, when knowledge controls (in addition to the will of man) his consciousness, is the phenomenon of flow. The essence of it is as follows. When searching for information on the Internet, not by using a keyword, but by clicking on buttons on a web page, the user (under the influence of the many degrees of freedom and click methods that open before him) sometimes simply forgets what exactly he intended to find on the web. Attention, the stream of consciousness, the code of thinking, is taken over by knowledge itself. It is wrong to consider that the site developer aims to capture the user's attention in the flow. This is not the case, because it is impossible to plan the superiority of the new window for the user over the one already presented in the flow.

It is not the developer or user of a computer program who is “guilty” of the appearance and development of the phenomenon of flow. The appearance of freedom in choosing the moment and place to click the cursor on the monitor screen is responsible for it. At the same time, in the knowledge base of cloud technologies, the algorithm for throwing a flow of different but similar information to the user (in new Windows) exists. Today, there are algorithms for automatically evaluating the socially accepted proximity of two meanings. But in the future, there will be algorithms that have time (in online mode) to automatically adjust the degree of proximity of the information of the new (presented) image to the original or current individual plan of the user [21].

The phenomenon of flow occurs when a man works with a smartphone. Messages are sent to the smartphone (in offline mode) that make the user aware by flashing lights and sound. They “impose a person's lack of freedom”, force them to stop the flow of their own thinking, literally force them to switch to the flow of imposed messages from a smartphone.

Knowledge for management. We considered the phenomena that have recently appeared in connection with the development of cloud technologies. However, even earlier (before us), the phenomena of the manifestation of the power of knowledge have already been used to control human consciousness. Both before and now, it was important for one person to know a lot about others. But without others knowing it. This opportunity is provided to the head of state by the authorities, and in particular, by state security organizations.

It is no secret that in the USSR, in Russia, in Ukraine, in Belarus, and in other countries, the heads of these states are very well aware of potentially dangerous citizens and their illegal actions through specially created databases and tracking tools. In this case, it is not the knowledge itself that controls the citizens, but being at the disposal of a narrow circle of government officials, it can be aimed both at the benefit of the state and against it. For example, it is knowledge to hold power in front of the opposition. In both cases, detailed knowledge of the object is very important for the management maneuvers of the official who manages it. Blocking access to information or increased misinformation only makes it easier to manage.

Another example. As an early prototype of modern knowledge from cloud technologies, knowledge of folk epics, songs, legends, proverbs and sayings is used. This knowledge was also transferred from one generation to another without the will of man. There is no explicit rationality of their meaning for ensuring the survival of the species. This is knowledge in written and spoken form: it is interesting to note that this knowledge is not knowledge (directly) about the laws of matter. They

are essentially knowledge about the culture of the generation, its moral and ethics. They reflect the higher mental functions of people.

Let's fix the fact. Like knowledge from cloud technologies, these above-mentioned knowledge do not have the authors or the time of their appearance. But they also control (involuntarily) the consciousness of the next generation, bypassing the will of man.

Conclusion

The concept of knowledge can be identified with the concept of information. The information contains a psychological component, that is “meaning”. The second component is “data”. With this definition, the information contains a component that reflects not only matter, but also psychology, that is the “soul” of a man. It is clear that with this interpretation, information (as a phenomenon of Nature) becomes an adequate and important definition of the function of human thinking, thinking as a meaning-forming brain process.

Today, in cloud technologies, knowledge coding has reached a level where this knowledge is protected from disappearing. Therefore, it is transferred from the past to the future, regardless of the will of man. Of course, it should be admitted that knowledge coded “in the cloud” also has a material carrier in the form of magnetic terabyte disks of servers. But the trick of the new matter-independent type of knowledge coding is to make the storage of this knowledge invulnerable (by replicating the same knowledge on a set of mutually remote servers).

The phenomenon of matter-independent knowledge coding cannot be considered as a great technique of a man when promoting their knowledge as a product on the market, or when providing information services. This phenomenon cannot be considered as an epistemological regularity of human consciousness development, as a pedagogical passion of a man to transfer knowledge to descendants. In the phenomenon of matter-independent coding, it is not man and his consciousness that is “guilty”, but knowledge itself, as another substance of Nature that was able to remove man from the process of preserving himself.

The self-preservation of knowledge by matter-independent coding cannot be considered as a gift (according to V. I. Slobodchikov), which the older generation transfers to the younger one, according to the anthropological nature of man. The phenomenon of matter-independent knowledge coding is a cybernetic phenomenon, while the concept of nobility is created and formed by the human mind.

A new round in the dissemination of knowledge and the emergence of its freedom from the material carrier cannot be interpreted as the appearance of certain information robots with artificial intelligence. It is wrong to assume that people, scientists and engineers have created a double of their own will, that is a robot (distributor of knowledge).

A new round in the dissemination of knowledge without the participation of a material carrier is evidence of the discovery by knowledge of a new, previously unknown principle of coding, digitizing itself, a principle that facilitates the transfer of knowledge from the past to the future in comparison with the already known ones. This is evidence of the presence of another natural selection in Nature, namely, the principles of information coding.

The knowledge that a man uses should be divided into two categories. We consider (in connection with matter-independent coding) only the first category of knowledge. The previous generation obtains and transfers to the next one: a) knowledge in the form of human-discovered laws of physics, chemistry, mathematics, biology, medicine, and astronomy. Along with this, b) knowledge about the culture of peoples, about history, about morals and ethics, as well as c) religious knowledge, philosophical knowledge, and genealogical knowledge is transferred. But there is the second category of knowledge. A man also uses it, but it is needed only during the period of the life. And that's why he usually doesn't transfer them to the descendants (society).

References

- [1] Slobodchikov V.I. Fundamentals of psychological anthropology. Human psychology: An introduction to the psychology of subjectivity. Textbook for universities / V.I. Slobodchikov, E.I. Isaev - M.: School-Press, 1995. – 384 p.
- [2] Khurgin V.A. On the definition of the concept of “information” / V.A. Khurgin // “Information resources of Russia”. - No. 3, 2007. - Pp. 56-68.
- [3] Friedland A.Y. On the nature of the information: two approaches / A.Y. Friedland // Information technology. - 2008. - No. 5. - Pp. 75-84.
- [4] Brushlinsky A.V. Cultural and historical theory of thinking / A.V. Brushlinsky. - Moscow: Book house “Librokom”, 2010. – 265 p.
- [5] Migdal A. The search for truth / A. Migdal - M.: Young Guard, 1983. – 239 p.
- [6] Ursul A.D. The nature of information: a philosophical essay / A.D. Ursul. - 2nd ed. - Chelyabinsk, 2010. – 231p.
- [7] Yershov A.P. Article “on the subject of computer science” from the journal “Bulletin of the USSR Academy of Sciences” / A.P. Yershov, No. 2, 1984.
- [8] Glushkov V.M. Epistemological nature of information modeling / V.M. Glushkov // Questions of philosophy. - 1963. - No. 10. - Pp. 56-65.
- [9] Colin K.K. Informatics as a science: history and prospects of development / K.K. Colin – No. 6, 2007.
- [10] Losik G.V. Coding of information in the brain / G.V. Losik. - Riga: Lambert Academic Publishing, 2015. - 135 p.
- [11] Losik G.V. Materials of the IX scientific and practical conference “Psychological support of the educational process” / G.V. Losik, L.V. Marishchuk, R.S. Panaschik, D.S. Rakevich, - Minsk, RIPO 2018. - Pp. 155-159.
- [12] Losik G.V. Vector principle of coding in the brain of image information / G.V. Losik, S.Y. Kilin, V.A. Kulchitsky // Nonlinear dynamics in cognitive research: materials of the Fourth all-Russian conference., N. Novgorod, 21-25 Sept. 2015 - N. Novgorod: IAP RAS, 2015. - Pp. 137-140.
- [13] Sokolov E.N. Neurobionics / E.N. Sokolov, L.A. Shmelev. - Moscow: Nauka, 1983. – 279 p.
- [14] Sokolov E.N. Essays on the psychophysiology of consciousness / E.N. Sokolov - Moscow: Moscow state University, 2010. – 254 p.
- [15] Sokolov E.N. The principle of vector coding in psychophysiology / E.N. Sokolov // Vestnik MSU. - 1995. – Psychology. - No. 4.- Pp. 3-13.
- [16] Goncharov O.A. Topological and metrical principles of spatial information processing: perceptual and age-related regularities / O.A. Goncharov, N.E. Emelyanova, Y.N. Tyapovkin // Psychological journal. - 2011. - Vol. 32, no. 1. - Pp. 87-96.
- [17] Bandura A. Theory of social learning / A. Bandura. – SPb.: Eurasia, 2000. - 320 p.
- [18] Tkachenko V.V. Psychology of reality of the fourth dimension of space. Cognitive studies: Emergence and complexity, cognitive practices: materials of the VIII international conference. Vol. 8 / V.V. Tkachenko, A.V. Vartanov, I.G. Losik, / edited by A.P. Lobanov, N.P. Radchikova. - Minsk: BSPU, 2019. – 545 p.
- [19] Vygotsky L.S. Psychology of human development / L.S. Vygotsky - M.: Sense; Eksmo. - 2005. – 1136 p.
- [20] Karpov A.V. Psychology of reflection / A.V. Karpov, I.M. Skitaeva. - Moscow: IP RAS. - 2002. – 265 p.
- [21] Losik G.V. Development of the vector principle of image information coding in the brain / G.V. Losik // Journal “News of medical and biological sciences”. - Minsk, 2014. - Volume 10, No. 3. - Pp. 119-127.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ АНАЛИЗЕ ФЕНОМЕНА МАТЕРИЯ-НЕЗАВИСИМОГО ПРИНЦИПА КОДИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ

Г.В. ЛОСИК

Доктор психологических наук, главный научный сотрудник Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси

М.А. КОНОВАЛОВА

Магистрантка кафедры инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

К.Д. ЯШИН

Заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доцент, кандидат технических наук

Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: georgelosik@yahoo.com

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: yashin@bsuir.by

Аннотация. С позиции теории кодирования и передачи информации доказывается, что в практике взаимодействия человека со знаниями наступает новый период. Этот период характеризуется тем, что знания, благодаря сознанию, будучи в цифровом коде (в компьютерах в формах BIG DATA), нашли способ пересаживаться (перемещаться) самостоятельно с одного материального носителя на другой. Поэтому в Природе появился, наряду с материей, еще один феномен – материя-независимое явление. Этот феномен (это новое явление) – плод еще одного естественного, существующего в Природе отбора, – конкуренции форм кодирования информации.

Образцом в материя-независимом кодировании знаний становятся облачные технологии и электронные деньги. Появление материя-независимого кодирования привело к тому, что передача оцифрованных знаний из прошлого в будущее теперь совершается не обязательно с участием сознания и подсознания человека. Мозг остается образцом носителя сознания лишь в материя-зависимом кодировании.

Ключевые слова: BIG DATA, облачные технологии, кодирование знаний, носитель информации, знания, материя, материя-независимое явление.

УДК 004.925.8

COMPUTER GEOMETRIC MODELLING OF N-DIMENSIONAL INTEGRATED DATA IN 3D SYSTEMS



S.K. Kurbanov

Assistant-professor of Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi



S.S. Beknazarova

Professor of Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Doctor of technical science

*Audiovisual technologies department, Television technologies faculty
Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan
Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan
E-mail: abstrakt88@gmail.com*

S.K. Kurbanov

He has graduated Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi. He is working at the department of Audiovisual technologies Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi.

S.S. Beknazarova

Professor of the department of Audiovisual technologies Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi. Doctor of technical science.

Abstract. Real-world phenomena have traditionally been modelled in 2D/3D GIS. However, powerful insights can be gained by integrating additional non-spatial dimensions, such as time and scale. While this integration to form higher-dimensional objects is theoretically sound, its implementation is problematic since the data models used in GIS (geo-information systems) are not appropriate. In this paper, we present our research on one possible data model/structure to represent higher-dimensional GIS datasets: generalized maps. It is formally defined, but is not directly applicable for the specific needs of GIS data, e.g. support for geometry, overlapping and disconnected regions, holes, complex handling of attributes, etc. We review the properties of generalized maps, discuss needs to be modified for higher-dimensional GIS, and describe the modifications and extensions that we have made to generalized maps. We conclude with where this research fits within our long term goal of a higher dimensional GIS, and present an outlook on future research.

Despite the GIS (Geographic Information Systems/Geospatial Information Systems) have been provided with several applications to manage the two-dimensional geometric information and arrange the topological relations among different spatial primitives, most of these systems have limited capabilities to manage the three-dimensional space. Other tools, such as CAD systems, have already achieved a full capability of representing 3D data. Most of the researches in the field of GIS have underlined the necessity of a full 3D management capability which is not yet achieved by the available systems.

Keywords: computer geometric modeling, GIS (geo-information systems, spatial model, simplicial network, simplicial network data model (SNDM)

Introduction. Data models, and especially integration and enterprise data models, support data and computer systems by providing a single definition and format for data. If this is used consistently across systems, then they can achieve data compatibility. An integration data model or enterprise data model provides the definition and format applications need in order to exchange and integrate data.

Each application knows how fields are to be used because of the way they are mapped to the integration or enterprise data model [1].

What is a data model for? Once upon a time a data model was simply an abstraction of the table and column structure of a database that showed how the tables related to each other. (Today we would probably call this a physical data model.) It was not long before the logical data model was introduced, which would be described as “fully normalized.” However this type of data model would still be related to the contents of a single database. Another popular sort of data model is the conceptual data model. There are various thoughts about what this type of model is but typically it includes no or few attributes and might be described as being about the things the data represents, rather than about the data contained in it [2].

Theoretical support

Several spatial models have been proposed starting from the late 80s and each one shows aspects which make them more suitable for a specific field of application, from the terrain to the urban modelling. The selection of the appropriate model depends essentially on the typology of the geometric objects we're going to represent and on the complexity degree of the structure of spatial objects and their aggregations [3].

As underlined by Molenaar [4] and others one of the first classification of spatial models is based on the way the model represents the geometrical objects in the space: in the field-approach the real world objects are treated as a continuum in which the thematic classes of the spatial representations are linked directly to the geometric data and so the attributes are represented like a function of the position. This kind of models, in spite of the simple mathematical formulation, aren't capable to store explicitly the topological relationships. For this reason they are used mainly in the modelling of natural features where the geometrical objects doesn't have a value that can be described independently from the position in the space. This kind of features can be easily mapped through a direct association of the thematic attributes to the position in the space.

An example of field-based model is the cell-tuple model proposed by Pigot [5]. On the contrary in the object-structured approach the space is considered as an empty container in which the objects are represented with their geometric and thematic aspects. This approach can be considered as a formalization of the geometrical space in which objects are structured regardless of the dimensional and positional features. Each objects, stored independently with a unique identifier, is linked both with the thematic and geometric data. So, instead of a direct link between position and theme, in the object-structured approach the mapping of the thematic features is done through the object identifier. This identifier fulfil the purpose of storing the geometrical features independently from the position in the space clarifying the kind of geometry represented (lines, surface and solids for example are declared). It can also be used to store explicitly the topological relationship of the geometrical elements.

We can establish a general concept of an integrated data model based on irregular tessellation which may be useful for the study of multi-dimensional spatial information. In the different stages of the development, proceeding from TIN-based to TEN-based, both single-theme and multi-theme can be formalized. Theoretical support to this generalization is given by:

- the FDS (Formal Data Structure), which clearly represents relationships between the real world objects and how components of their representations are related in the spatial model;
- the simplicial complexes, which help simplify the spatial objects and systematically and consistently map them into the representations in the model;
- graph theory, which can be used to rigorously describe the representations, that is, the irregular network in this case.

An important benefit of having a theoretical basis for the tessellation-based integrated data model as a basic standard is that the compatibility across different dimensions can be established, thus:

–It is more convenient for the user to decide what kind of data model to select; single-theme or multi-theme, and in what dimension. The user can instantiate a requirement as an input parameter to the generic data model and obtain the suitable model for the application. Users need not worry whether the databases at hand are based on or limited to a certain dimension. The generic data model makes possible the handling of data across different dimensions.

–The user can navigate in different databases from one dimension to another dimension via the compatible links in various network structures, for example, from body, tetrahedron, triangle, arc, node and coordinates, provided that other databases also adopt the generic data model. In this sense, the generic data model can be regarded as dynamic.

–The more efficient organizing, sharing and exchange of data and the elimination of disparity and redundancy lead to significant cost reductions. Avoidance of duplicate data collection is also feasible if the core database is widely accessible [6].

Prior to the design of the generic version of the integrated data model, a set of definitions must be introduced.

Definitions

We limit our consideration to geometric modeling and recall the mathematical description of spatial objects following the theory of combinatorial topology described by some scientists. This theory classifies spatial objects according to their spatial dimensions defining the spatial extent of objects. The simplest form of a geometric element for each dimension is called a simplex. For example, a node is a 0-simplex, an arc (a straight line consisting of two nodes) a 1-simplex, a triangle a 2-simplex, and a tetrahedron a 3-simplex.

Spatial position is defined by linking nodes to coordinates. Based on the concept of minimal objects and the notion that a minimal objects and the notion that a minimal object in a higher dimensions, the following definitions can be given.

Definition 1: The metric dimension is defined by the number of linearly independent axes denoted by the coordinate tuple [7].

For example, nodes are defined by coordinate pairs in 2-dimensional space, by (x, y, z) in 3-dimensional space, and by an n -tuple in n -dimensional space.

Definition 2: Any simplex of dimension n , called an n -simplex, is bounded by $(n+1)$ geometrically independent simplices of dimension $(n-1)$ [8] [9] [10] and $n+1$ simplices of dimension 0 (which are in fact the vertices of K_{n+1} complete graph).

For example, a tetrahedron (3-simplex, K_4 complete graph) is bounded by four triangle (2-simplices) and four nodes (0-simplices); a triangle (2-simplex, K_4 complete graph) is bounded by three arcs (edges of a triangle, 1-simplices) and three nodes; an arc (1-simplex, K_4 complete graph) is bounded by two nodes. Arcs are geometrically independent if they are not parallel and none of them is of length zero.

Definition 3: Confining analysis to an n -dimensional metric space, two n -simplices are always incident at a simplex of dimension $n-1$.

The above definition can be turned into a component relation that is being shared. For example, in 1-dimensional space ($x \neq 0$), a node can be shared by at most two straight-line segments (whereas in two or higher dimensional space, a node can be shared by an infinite number of arcs); in a 2-dimensional space, an arc can be shared by only two triangles; in 3-dimensional space, a triangle can be shared by only two tetrahedrons. Similarly, in a 4-dimensional space, a tetrahedron can be shared by only two 4-simplices (see Figure 1 for graphic illustration).

Note that the above definitions only hold for simplices; they do not hold for complexes.

Given the above three definitions, a generic n -dimensional data model can be derived following the logic we observed when extending our model from 2D to 3D. Figure 2 illustrates the n D data model. The generic data model can be illustrated elegantly, and it has the advantage that

objects of dimensions higher than three need not be given names. The term ‘simplicial network’ is, therefore, introduced to refer to the nD network. The definition of a simplicial network can be given:

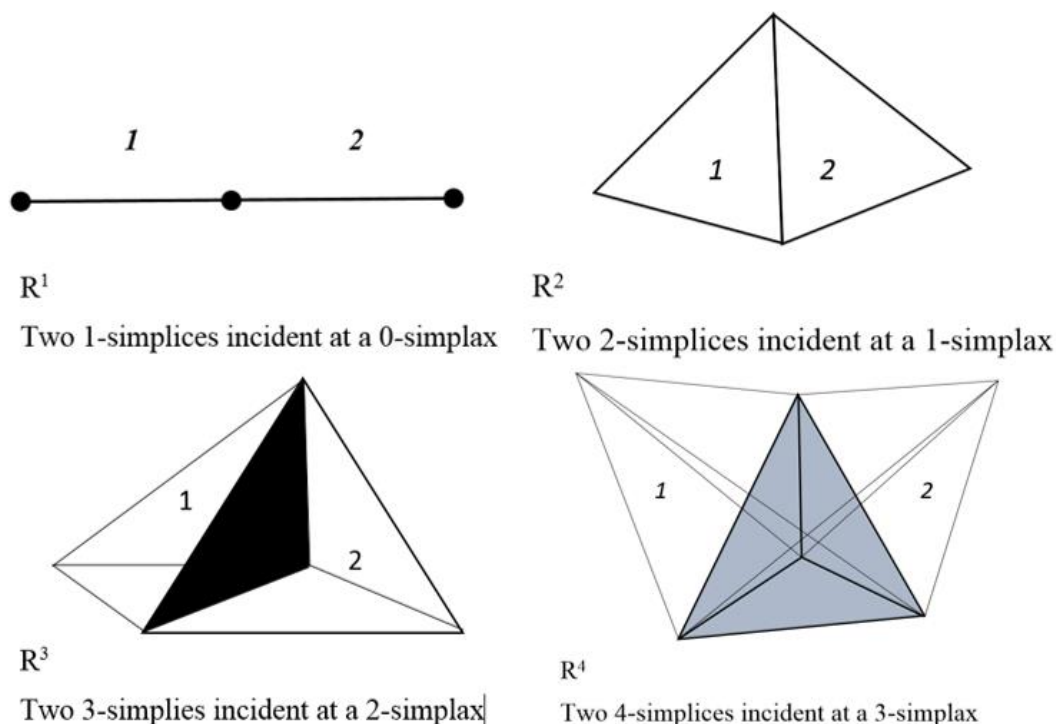


Figure 1. – Examples of two n -simplices incident at an $(n-1)$ -simplex in R^n

Definition 4: An n -dimensional simplicial network is a network of simplices of different spatial dimensions, ranging from 0 to n -dimensions.

Definition 5: a finite set of simplices constitutes a complex that represents a spatial object.

Definition 6: A simplicial network is composed of a set of complete sub-graph. The simplicial network itself need not be a complete graph. Either a simplicial network or each complete sub-graph can be, but need not be, a planar graph.

Single-theme and multi-theme

A feature of a data model with one topic is that an instance of an object type belongs to only one thematic class, and an instance of a geometric type (node, arc, triangle, tetrahedron) can be defined as part of only one instance. type of object (on the topic). For a multi-topic data model, an instance of an object type still belongs to only one thematic class, but an instance of a geometric type can be defined as part of one or more instances of an object type.

In the framework of a multifaceted concept, it is necessary to distinguish between two types of complexes. A homogeneous complex (feature) is a set of adjacent simplexes of the same dimension, all of which relate to only one topic. A heterogeneous complex (overlapping part) is a set of adjacent simplexes of the same dimension that are associated with more than one topic. A heterogeneous complex is part of two or more homogeneous complexes. Introducing homogeneous and heterogeneous complexes, we can solve the problem of “more to many” relations between geometric primitives and objects. A formal definition of a multi-dark integrated n -dimensional data model can be given.

Definition 7: A spatial object is represented by a complex. A complex is a finite set of simplices. Two or more complexes can overlap; in other words, their intersection yields a non-empty but closed and contiguous set of simplices that are embedded in the network structure.

Figure 2 shows the nD data model for the single-theme concept. Figure 3 shows the corresponding multi-theme data model.

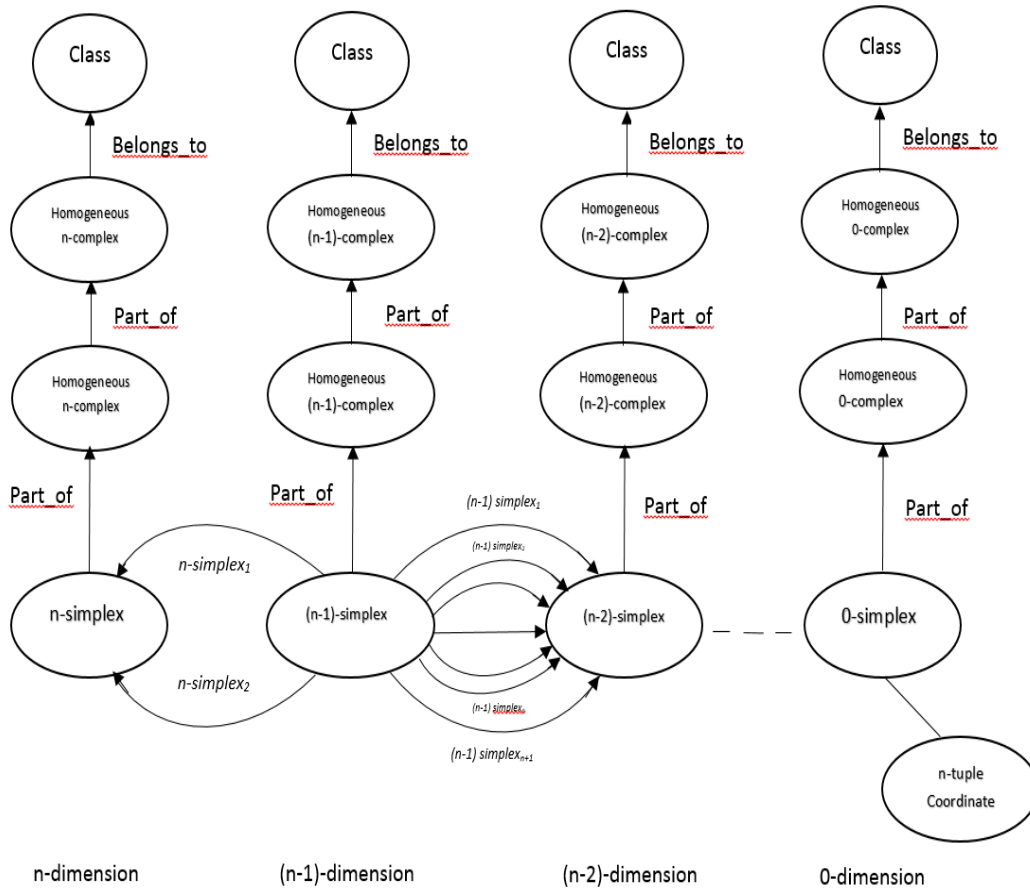


Figure 2. – A generalized n -dimensional data model for single-theme

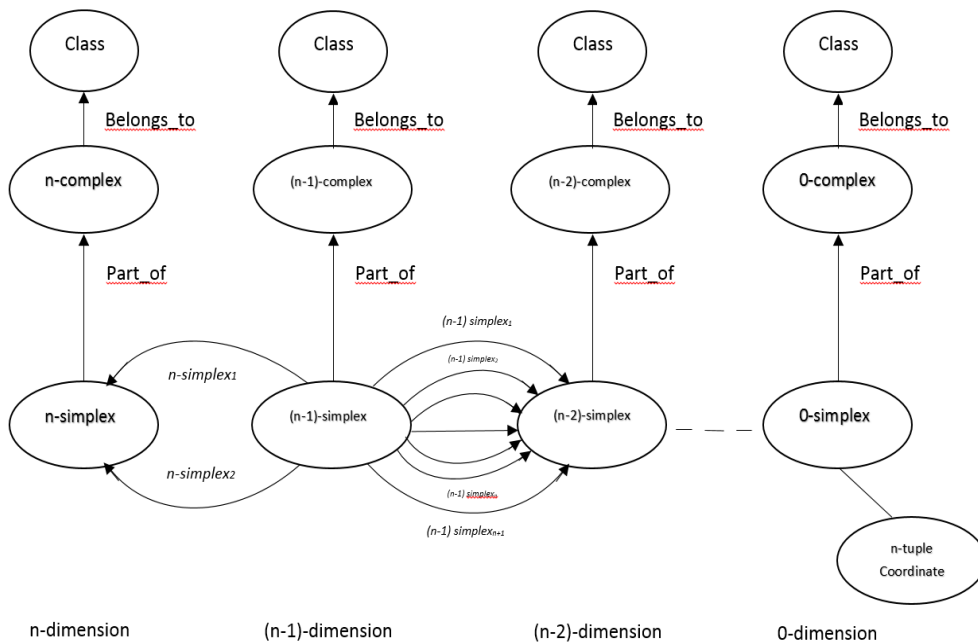


Figure 3. – Generic multi-theme data model for n dimensions

The multi-theme data model can be seen as an extension of the single-theme data model, as it accepts objects that share the same spatial region. This extension means two or more objects can have overlapping parts (body, surface, line, point). A typical example is of layers of soil and a volume of ground water sharing the same spatial region.

Conclusion

In contrast, the metric information surveyed is usually organized and structured for use by architects and engineers in creating their restoration projects. This implies a shift from an approach to managing spatial data for architectural heritage to managing spatial data on an urban scale. This is due to differences in the semantic display of data and the representation of geometric objects. A three-dimensional view of the construction of spatial information management is assumed in fact, while a three-dimensional GIS is still open to research. On the other hand, the semantic display of constructing geometric information is not yet the standard obtained through best practices.

The spatial model allows you to integrate two types of real-world objects into one database: deterministic and indefinite spatial objects and their components. This integration allows you to better represent the spatial relationship between the two types of features. Defined features – features with distinguishable boundaries, such as buildings and roads – can be represented directly by model elements. Uncertain spatial features – features with incorrect boundaries such as soil layers, temperature, and mineral deposits – require an indirect representation.

To contribute to the development of three-dimensional GIS architecture based on structural integration, the design of an integrated data model and the development of a method for constructing a spatial model were carried out. The simplicial network data model (SNDM) is the result of conceptual design. SNDM provides general concepts valid for spatial models ranging from 2D to nD.

References

Some Observations on Data Models and Data Modeling
Developing High Quality Data Models [1] Some Observations on Data Models and Data Modeling / Matthew West // Developing High Quality Data Models / (2011) - P. 51-60.

Some General Principles for Conceptual, Integration, and Enterprise Data Models
Developing High Quality Data Models [2] Some General Principles for Conceptual, Integration, and Enterprise Data Models / Matthew West // Developing High Quality Data Models (2011) – P. 63-78.

[3] Spatial models for architectural heritage in urban database context / Costamagna, E., Spano // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 28th Urban Data Management Symposium (UDMS 2011) / Volume XXXVIII-4/C21, Delft, The Netherlands / (2011).

[4] An Introduction to the Theory of Spatial Object Modelling for GIS / Molenaar, M // Taylor and Francis, London UK / (1998).

[5] Topological Models for 3D Spatial Information Systems / Pigot, S // Proceedings of the International Symposium on Computer-Assisted Cartography / (1991) – P. 368-391.

[6] Information integration and GIS / Shepherd, I.D.H // Geographical information systems principles and application / Vol.1, Longman Scientific & technical, New York, USA, / (1991) – P. 337-360.

[7] Elementary linear algebra / Anton, H // Fifth edition, John Wiley & Sons / (1987)

[8] Basic topology / Armstrong, M.A // Springer, New York / (1983)

[9] A topological data model for spatial databases / Egenhofer, M.L., Frank, A.U., and Jackson, J.P // (1989) / NCGIA technical Report, No. 104.

[10] Topology of surface / Kinsey, L.C // Springer Verlag, New York / (1993) – P. 273.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ DEEP LEARNING В БИМЕДИЦИНСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

С.К.Курбанов

Ассистент-профессор Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда аль-Хорезми

С.С.Бекназарова

Профессор Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда аль-Хорезми, Доктор технических наук

Кафедра аудиовизуальных технологий, факультет телевизионных технологий

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммеда аль-Хорезми, Узбекистан

E-mail: abstrakt88@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены реальные явления, которые традиционно моделируются в 2D / 3D ГИС. Однако мощные системы обработки можно получить, интегрируя дополнительные внепространственные измерения, такие как время и масштаб. Хотя такая интеграция для формирования многомерных объектов теоретически обоснована, ее реализация проблематична, поскольку модели данных, используемые в ГИС (геоинформационных системах), не подходят. В этой статье мы представляем наше исследование по одной возможной модели/структуре данных для представления наборов данных ГИС более высокой размерности: обобщенные карты. Он формально определен, но не применим непосредственно к конкретным потребностям ГИС-данных, таким как поддержка геометрии, перекрывающиеся и несвязанные области, отверстия, сложная обработка атрибутов и т. д. Мы рассматриваем свойства обобщенных карт, обсуждаем необходимость модификации для многомерных ГИС и описываем модификации и расширения, которые мы сделали для обобщенных карт. Мы заключаем с тем, где это исследование вписывается в нашу долгосрочную цель более высокомерной ГИС, и представляем взгляд на будущие исследования.

Несмотря на то, что ГИС (географические информационные системы/геопространственные информационные системы) были обеспечены несколькими приложениями для управления двумерной геометрической информацией и организация топологических отношений между различными пространственными примитивами, большинство из которых эти системы имеют ограниченные возможности для управления трехмерным пространством. Другие инструменты, такие как САД-системы, уже имеют достигнута полная возможность представления 3D-данных.

Ключевые слова: компьютерное геометрическое моделирование, ГИС (геоинформационные системы), пространственная модель, симплициальная сеть, МДСС (модель данных симплициальной сети).

УДК 718.66.59

MODELING OF GEOMETRIC REPRESENTATION THE OBJECTS IN CAD SYSTEMS



S.S. Beknazarova

*Professor of Tashkent university
of information technologies named
after Muhammad al-Khwarizmi,
Doctor of technical science,*



A.I. Usmonov

*Assistant-professor of Tashkent
university of information
technologies named after
Muhammad al-Khwarizmi*

*Department of Audiovisual technologies, Tashkent University of information technologies named after
Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: saida.beknazarova@gmail.com, akbar.usmonov.93@mail.ru*

S.S. Beknazarova

*Doctor of technical Sciences, associate Professor, professor of the Department of Audiovisual technologies,
faculty of Television technologies, Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-
Khwarizmi. Author of 189 research papers on audio, video, multimedia resources, and media education technologies.*

A.I. Usmonov

*Teacher of the Department of Audiovisual technologies, faculty of Television technologies, Tashkent University
of information technologies named after Muhammad al- Khwarizmi. Author of 27 research papers on audio, video,
multimedia resources, and media education technologies.*

Abstract. This article describe the main ways of solutions for the transport problems, with the most effective way is to increase the connectivity of the road network by constructing new roads, which makes it possible to redirect road flows around congested areas and to give drivers a greater choice of routes. First of all, the obvious solution is to ramp up the capacity of existing roads with additional lines and the urban planners have provided reserve space for such renovations, otherwise there will simply be nowhere to expand the highway. The allocation of high occupancy lines, as well as lines for public transport, brings significant results only if there is a tangible and inevitable punishment for violators and in some cases it can even further reduce the average speed, that is be the actual problem.

Keywords: models, transport flows, microscopic models, cellular automation, multi-agent models.

Introduction. There are many possible solutions for the transport problems. The most effective way is to increase the connectivity of the road network by constructing new roads, which makes it possible to redirect road flows around congested areas and to give drivers a greater choice of routes. Next obvious solution is to ramp up the capacity of existing roads with additional lines. This is only possible in case if the urban planners have provided reserve space for such renovations, otherwise there will simply be nowhere to expand the highway. The allocation of high occupancy vehicle (HOV) lines, as well as lines for public transport, brings significant results only if there is a tangible and inevitable punishment for violators, and in some cases it can even further reduce the average speed.

Microscopic models

The computing power of modern computers grow increasingly in accordance with Moore's law, programming languages and developer tools do also not lag behind in this evolutionary race.

Today advances in computing, make possible to create microscopic transport models which are considered to be a different type of transport models. It is logical to imitate not the movement of the entire automobile flow, but the movement of particular cars; it is not so difficult to emulate one, two, or even a dozen vehicles in terms of performance, but not hundreds as this is just one of the many reasons that researchers of the fifties of the XX century were forced to work with flow abstractions.

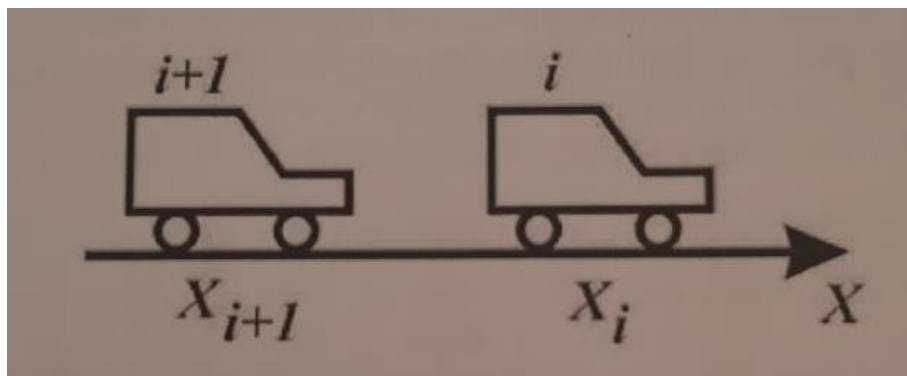


Figure 1. – The concept of a leader following model

“Follow the leader” models are the simplest class of microscopic models among all types of transport models. The road network is represented by a road graph, the lines of which can have a fixed speed limit. Each car is represented by an individual object with a small set of variable parameters (speed, acceleration) and unchanged properties (length, maximum speed, etc.). If crossroads are included in the model, a simple traffic light control model should also be provided. The main idea is that the movement of the car can only be affected by the vehicle in front of it: the car at the head of the column holds the maximum speed, while those following it are forced to adapt to the speed of the leader.

The following equation can be used to calculate the position and parameters of each vehicle with respect to the column leader:

$$\dot{x}_n(t + \tau) = \lambda (\dot{x}_{n-1}(t) - \dot{x}(t)),$$

where t is simulated time, τ is driver reaction time, and x_n – position of n th-car. The so-called sensitivity coefficient λ may depend on various parameters, including the distance between the cars and the speed of the n th car. If we turn to McClure's work “Industrial Mathematics”, it can be argued that for $\lambda\tau \leq \pi$ the flow is stable, whereas $\lambda\tau > \pi$ it is unstable. The “optimal speed” model can be one of the various existing variations of this method. It suggested the following behavior of the car: while the distance to the next car exceeds a certain threshold, it maintains maximum speed; when this threshold is passed, the car will slow down and try to adjust its speed to the vehicle in front of it. Wiederman went further and proposed the introduction of four states in which the car may be present:

- Free movement – the most probable state of the leaders of the columns (if there are any), in this case, the remaining participants in the movement do not affect the car;
- Approach – adaptation of the speed of the vehicle as it approaches the vehicle ahead;
- Follow – the driver follows the car ahead and tries to maintain optimal speed and distance;
- Braking – a quick deceleration when the front-going vehicle drastically reduces speed for any reason.

The disadvantage of this type of model in its pure form is the lack of built-in mechanisms that support the use of multiline roads. Despite this, there are a huge number of implementations of models of this type, which allow researchers to carry out many experiments on a discrete transport stream.

For the first time, these models made it possible to simulate controlled crossroads and car lines, as well as elucidate the phenomenon of “phantom traffic jams”.

Cellular automation

Roads in the real world can consist of more than one lane in one direction.

At the moment, the use of cellular automata, which make it possible to simulate multi-lane highways, is the most popular method of microscopic modeling of transport.

The main idea is to represent roads in the form of numerical matrices where each row corresponds to a strip, each cell corresponds to a section of a road of a fixed length, most often about it is seven meter long roads. Some numbers in the matrix mean cars moving at the appropriate speed, with the help of others empty sections of roads, crashes and other obstacles can be encoded.

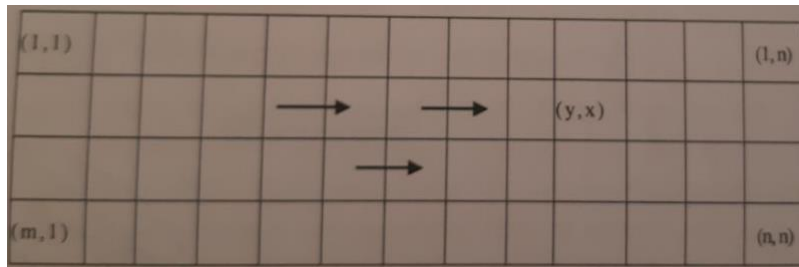


Figure 3. –Road section in the representation of the finite state machine method

The model is drawn up step by step by applying a certain set of rules to each cell, such as “move forward n cells”, if there are no obstacles and slow vehicles ahead, or “change lane and move forward n-1 cells”, etc.

The strength of this method is the lack of differential calculations, there is not even a need for real numbers, only basic operations on integer values. Fully formalized models may even have a set of precalculated actions for a set of possible situational patterns; in this case, the system only needs to select the appropriate rule for the matrix area around the “car” and rewrite it with a “response” from the library of actions to obtain the position of the car in the next step.

Nagel and Schreckenberg described the first implementation of a transport model on cellular automata in 1992; it was very simple and simulated only one lane. Since then, methods based on cellular automata have been recognized as the most appropriate and effective for modeling traffic flows, most of the models currently under development are based on this approach.

They are already being used to analyze the effectiveness of crossroads and complicated traffic, but there is a problem, in such models, it is not possible to assign individual goals to individual cars, and it is of great importance in studies of city-scale traffic flow.

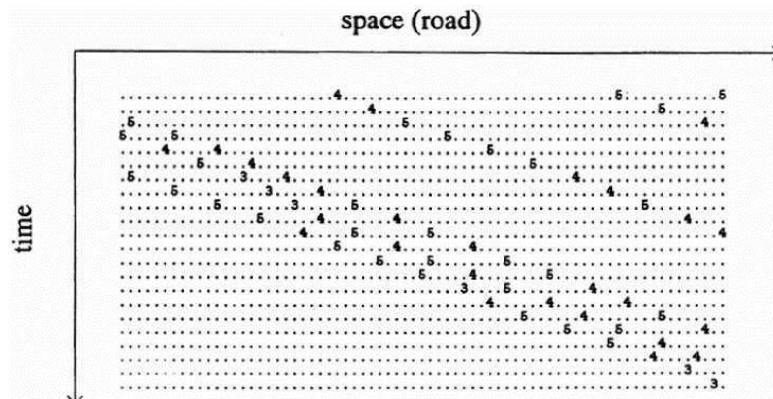


Figure 4. –Spatio-temporal diagram of a model on cellular Nagel-Schreckenberg automata

There are additional disadvantages, for example - it is impossible to contain a lot of information about one car in one cell of the matrix, as a result of which all cars in the model have the same physical and behavioral properties. Such a limited environment does not allow simulating the individuality of each vehicle, but there is an approach to circumvent this limitation which is known as a multi-agent modeling.

Multi-agent models

In agent-oriented transport models, the main object is the driver (which, in most cases, can be combined with their vehicle into a single entity). Each driver with a car can have a wide range of individual parameters: dynamic characteristics of the car, environmental impact, information on driver habits and even their current mood, which allow to take into account the psychological characteristics of various cultures (which really affect traffic, judging by recent research).

The disadvantage of this method is the greatest complexity of the model among all considered, as well as high requirements for computing systems, but today it is an acceptable price.

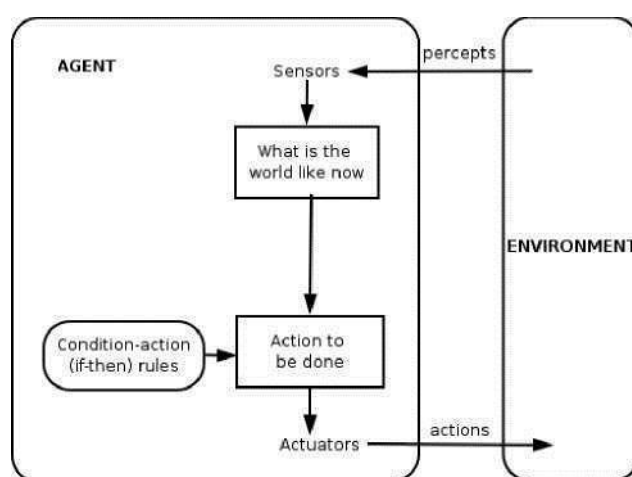


Figure 5. – Agent concept

One of the most interesting features of multi-agent systems is the interaction between agents. Each agent from the point of view of other agents is a “black box” with unknown parameters and unpredictable intentions.

Agents are forced to act in accordance with the current environment (information about which may be incomplete: the driver may not see through the buildings and may not know the exact asphalt resistance coefficient), taking into account signals from other agents and parameters available to the naked eye (each driver must somehow evaluate the speed of the surrounding vehicles). Each agent "thinks" of himself as a real driver, their actions are not determined by someone from outside, the information internal and external to the agent is processed using an expert system that gives a conclusion about the action that will be performed by the driver in the next step.

The expert system contains a knowledge base formed by the developer of the model during the analysis of the real experience of driving people; this information can be obtained through surveys, conversations with drivers, or even by collecting telemetry from vehicles

References

- [1.] Lighthill, M.J. A theory of traffic on long crowded roads / M.J. Lighthill, G.B. Whitham– 1955. – Vol. 229. – Pp. 317-345.
- [2.] И., Швецов В. Математическое моделирование транспортных потоков / Швецов В. И. — 2003.
- [3.] Payne, H. J. Models of freeway traffic and control / H. J. Payne. – 1971. – Pp. 51-56.
- [4.] Kerner, B. S. Deterministic spontaneous appearance of traffic jams in slightly inhomogeneous traffic flow / B. S. Kerner, P. Konhaeuser, M. Schilke // Phys. Rev. – P. 1995.

- [5.] Prigogine, I. A Boltzmann-like approach for traffic flow / I. Prigogine. – 1961.
[6.] Newell, G. F. Nonlinear effects in the dynamics of car following / G. F. Newell. –1961.
[7.] Cremer, M. A fast simulation model for traffic flow on the basis of boolean operations /M. Cremer, J. Ludwig. – 1986. – Pp. 297-303.
[8.] Nagel, K. A cellular automaton model for freeway traffic / K. Nagel, M. Schreckenberg //Physique I France. –1992.
[9.] А.Н., Котов. Моделирование дорожного движения на многополосной магистрали при помощи двумерного вероятностного клеточного автомата с тремя состояниями / Котов А.Н. – 2008.
[10.] Automated Stationary Obstacle Avoidance When Navigating a Marine Craft (Conference Paper) Sedova, N., Sedov, V., Bazhenov, R., Karavka, A., Beknazarova, S. SIBIRCON 2019 – International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, Proceedings October 2019, Nomer stati 8958145, Pages 491-495 2019 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, SIBIRCON 2019; Novosibirsk; Russian Federation; 21 October 2019 do 27 October 2019; Nomer kategoriiCFP1911E-ART; Kod 156894.
[11.] USING SOCIAL NETWORK COMMUNITIES AS A TOOL FOR ORGANIZING IT EDUCATION D. Luchaninov, R. Bazhenov, T. Gorbunova, S. Beknazarova, L. Putkina, A. Vasilenko INTED2019 Proceedings Pages: 4104-4109 Publication year: 2019 ISBN: 978-84-09-
[12.] 08619-1ISSN: 2340-1079 doi: 10.21125/inted.2019.1029Conference name: 13th International Technology, Education and Development Conference Dates: 11-13 March, 2019 Location: Valencia, Spain.

КАРКАСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В САПР-СИСТЕМАХ

С. С. Бекназарова

*Профессор Ташкентского
университета информационных
технологий имени Мухаммеда Аль-
Хорезми, доктор технических наук,
доцент*

А.И. Усмонов

*Преподаватель Ташкентского
университета информационных
технологий
имени Мухаммеда Аль-Хорезми*

*Кафедра аудиовизуальных технологий, Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммеда Аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан*

*Кафедра аудиовизуальных технологий, Ташкентский университет информационных технологий
имени Мухаммеда Аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан*

E-mail: saida.beknazarova@gmail.com, akbar.usmonov.93@mail.ru

Аннотация. В данной статье описаны основные пути решения транспортных проблем, при этом наиболее эффективным способом является повышение связности дорожной сети за счет строительства новых дорог, что дает возможность перенаправлять дорожные потоки вокруг перегруженных территорий и предоставлять водителям большой выбор маршрутов движения. Прежде всего, очевидным решением является наращивание пропускной способности существующих дорог дополнительными линиями, и градостроители предусмотрели резервные площади для таких реконструкций, иначе просто некуда будет расширять магистраль. Выделение линий повышенной загруженности, а также линий для общественного транспорта, приносит значительные результаты только в том случае, если есть ощутимые и неизбежные наказания для нарушителей, а в некоторых случаях это может еще больше снизить среднюю скорость, что является актуальной проблемой..

Ключевые слова: транспортные потоки, микроскопические модели, клеточная автоматизация, мультиагентные модели.

УДК 656.054.3 : 004.03

SYSTEM-INFORMATION COMPLEX OF MONITORING AND INTELLIGENT DISPATCHING OF CARS ON HIGHWAYS



V.P. Starzhynsky

Professor of the Department of Philosophical Studies of the Belarusian National Technical University professor, DSc



A.Y. Yatskevich

Senior lecturer of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, MA in Pedagogics



K. D. Yashin

Head of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, associate professor, PhD

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

E-mail: starzhynsky@bntu.by

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

E-mail: yashin@bsuir.by

V.P. Starzhynsky

Graduated from the faculty of physics and mathematics of Minsk State Pedagogical Institute named after A.M. Gorky (now Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank)

In 1976 defended his thesis for the degree of candidate of philosophy, in 1993 defended his thesis for the degree of doctor of philosophy. Since 1993 has been professor of the Department of Philosophical Studies of the Belarusian National Technical University.

Participated in the creation of the High-tech Park of the Republic of Belarus Development Concept. A member of the Expert Council of the Park.

Has developed a number of innovative systems: Anti-corruption, Anti-plagiarism, Innovation, Cluster, Quality, Polite driver, Car-Dominoes, Car-communicator, etc. Has patents for inventions (utility model) and a patent of an invention in the sphere of design of information and communication systems of counteracting anti-culture and improving life safety.

A.Y. Yatskevich

Graduated from the Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank with a degree in Practical psychology and foreign language. In 2001 got a MA degree in Pedagogics. Senior lecturer of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. Main research interests: occupational psychology, engineering and psychological design of information technologies.

K.D. Yashin

Head of the Department of Human Engineering and Ergonomics of the Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences. Inventor of the USSR, he has 55 copyright certificates for inventions and patents. He graduated from the Belarusian State University and specialized in physical chemistry of semiconductors. Research interests: microelectronics and nanobiomedicine technology. The author and main executor of the project of creation of the Department of Human Engineering and Ergonomics at the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, which provides training and graduation of specialists with higher education in the specialty "Engineering-Psychological Maintenance of Information Technologies", qualification of system engineer (software engineer).

Abstract. The article describes the hardware-software system, designed to prevent system accidents on highways by early informing drivers who are at risk of a possible collision about the accident. The considered complex of monitoring and intellectual dispatching of vehicles allows to increase the time for making a decision about emergency braking and its implementation and, thus, to increase traffic safety on highways.

Keywords: system accidents, monitoring car traffic, intellectual dispatching of vehicles.

Introduction

Transport problem is the subject of a great interest around the world. There is a conflict of ideas, the clash of opposite views. Information and communication technologies are developing with trend forecasting and definition of resource potential. This allows drivers to increase their information resource in an emergency. The problem of automobile transport safety becomes one of the most complex and topical in situation of density increase and traffic speed on city streets, and especially on expressways. The complexity of its solution increases because of raised risks of objective (meteorological) property influence on traffic. It results in an unexpected deterioration of road conditions that leads to sudden changes of the pavement physical characteristics. The traction coefficient with the road surface decreases (rain, snow, ice), as well as the visibility reduces (rain, fog, smoke). These factors usually lead to occurrence and an accident progression of systemic type (abbr. AST), caused by the domino effect

This accident is characterized by at least two following features. The first, the source of the accident is a traffic jam on the roadway, which completely blocks the movement and excludes the possibility to bypass the obstacle. The second, the subsequent car drivers don't have time to put the brakes on and become participants in an accident because they lack a safe stopping distance for a complete stop. The number of participants in an accident depends on the average velocity and the density of moving stream of cars. Also it depends on the value of a safe braking distance.

AST often continue to develop after the arrival of traffic police and taking measures to eliminate the consequences. As a rule, AST are characterized by a large amount of material damage, death and injuries of people. On the figure 1 is shown an example of AST. This accident occurred in December 2019, in the US state of Virginia, when 69 cars collided due to ice and fog, 51 people were injured [1].



Figure 1. –Accident progression of systemic type [1]

The first, the most obvious solution is aligned with increasing of braking efficiency of a car in extreme conditions. Patent search returned several solutions. One of them consists in equipping cars with false bottom, which becomes a major brake platform with the help of hydraulic cylinders in the case of an emergency situation. Another solution is related to the possibility of equipping a vehicle braking parachutes. However, these and similar devices do not lead to a safe emergency stop, because it can produce even more chain of possible collisions caused different reactions of drivers, different

road conditions and other cases in situations of emergency braking. In general, method of solution which associated with the reduction of braking distance is erroneous way to solve the problem.

In our view, the problem solution of preventing AST consist in time increment to make a decision about the emergency brake and its actualization, in other words, it consist in early driver awareness about possible collision.

The purpose of this work is to develop a method for preventing system-type accidents on highways.

Research results

Methodology of problem solving and system design. The object of the research is an accident of systemic type (AST). The subject of the research are monitoring and technical means of tracking and driving cars in extreme conditions, that prevent accident progression of a systemic type (AST). These solutions may also be used for monitoring and intelligent dispatching by other moving objects, mainly ground vehicles. In addition, they can be used in the system of traffic management in a district, city, state or region.

Boundary conditions for solving the problem. Then to solve the problem, it is necessary to formulate a range of boundary data for solving the problem. First of all, we need to identify an accident of systemic type (to separate it from the ordinary number of collisions). The second, it should inform drivers about the beginning of the accident. Thereby the lack of time is overcome to complete a safe stop. The third, the decision is based on logistics principles - an early warning to control the flow of cars.

Finally, fourthly, the signal about the rise of the accident is transmitted not only to cars driving on the highway, but also to signal beacons arranged along the highway, as well as to emergency services. So, we formulate the original problem: it is necessary to determine the place of origin of system accident and to provide information about the dangers of car moving on the highway in the direction of a possible collision.

Block diagram of the complex. Detailed description of the preferred embodiment of the system complex. We propose a method and system for monitoring and intelligent dispatching of cars on motorways. [2]. Complex system of intelligent control of traffic will allow painlessly to increase the technical capabilities of the modernization process of existing systems, traffic management traffic arteries of the city, state, region due to its modularity. The general view of the technological scheme of monitoring complex system, intelligent traffic control and monitoring of cars on motorways is presented on the Figure 2. The scheme consists of the named main blocks.

For example, built-in airbag car sensor triggers after car accident on the road. It turns on an onboarder delivering special low power emergency stop signal. Transceiver GSM connection to the amplifier is installed on the car, which amplifies the signal directly proportional to the airbag has been deployed.

Activator signal receives the amplified signal and switches on a warning triangle and a turns on soundtrack with increasing frequency on the instrument panel and displays of road users. The activator signal can be used as mobile phones, GSM-navigators et al. Increasing emergency stop signal allows to judge the degree of accident, to increase the time for decision

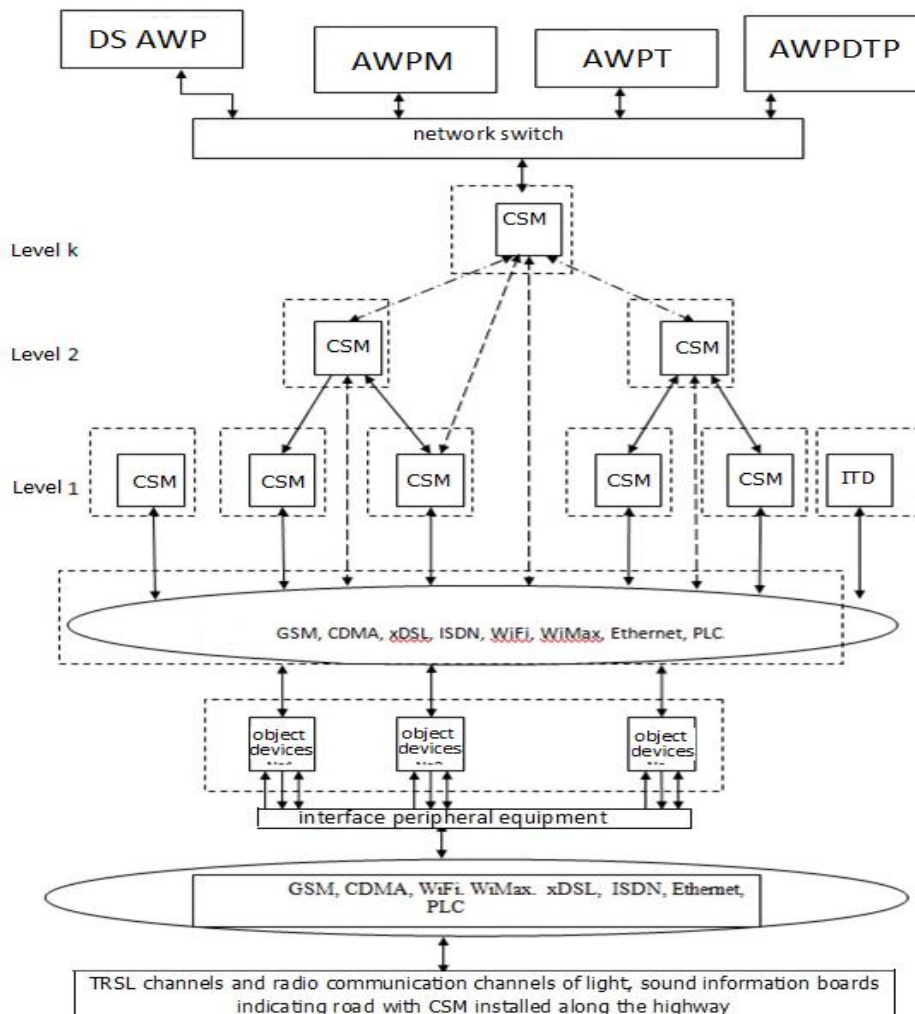


Figure 2. – General view of the technological scheme of the complex system of monitoring and intelligent scheduling and monitoring of vehicles on motorways with the name of the main unit. 1, 2, 3 - central station scheduling, control and monitoring (CSM); 4 - Car object devices (OD); 5 - Interface modules with 6 channels of communication (IM); 6 - unit wire channels and wireless communication channels; 7 - individual terminal device (ITD); 8 - Cell means of individual radio modem, fax, pager; 9 - interface peripheral equipment; 10 - transceiver radio channels, channels of sound and light display placards road (TRSL); 11 - database server and display automatic workplace (DS AWP); 12 - automatic workplace Manager (AWPM); 13 - automatic workplace technologies (AWPT); 14 - automatic workplace duty traffic police (AWPDTP); 15 - Network Switch; Level 1 - regions, autonomous station CSM 1; Level 2 - territorial station CSM 2; Level k - For the regional level, regional CSM 3.

and emergency braking as compared with the time obtained by visual channel and therefore this is allow to increase the braking distance and break the chain of accidents.

Complex system monitoring and intelligent car dispatching on motorways includes object devices (OD) of cars with airbags and overload shock sensor in the form of instruments for monitoring and control, equipped with modules for interfacing with communication channels, and the associated central station intelligent system contour intelligent dispatching and monitoring (CSM). System complex can be a network of object devices OD and central stations station 1, 2, 3.

Three levels of the system. UCM for receiving and / or transmitting signals alarm, alert, etc. that functions as a centralized point of observation (CPO) is performed at least on three levels: the

level of regions, independent UCM 1 and / or territorial UCM 2 and / or regional level, regional UCM 3. UCM 1, 2, 3 is provided with an interface of adaptive exchange with cars` OD, each of which is equipped with onborder, and GSM radio wireless signal transmitters. Each onborder is compatible with car gyroscope to navigate in three dimensions. The GSM radio wireless signal transmitter is activated from OD when there is a collision of at least two cars. The signal from OD is sent out to radio wireless devise UCM that is performed, for example, as a mobile communication module of industrial standard GSM.

Navigation systems. OD 4 vehicle may be provided with at least one individual terminal apparatus 7, for example, in the form of individual cellular radio device 8, modem, fax, pager, etc. is compatible through interface of peripheral equipment (IPE) 9 at the time of collision with a radio transceiver channels and communication channels of audio and visual information displays (KRSC-10)- road indication with UCM 1,2,3 that are set along the highway. KRSC-10 works with OD 4 of each car for a recommendation to reduce the speed and activate emergency braking systems of moving cars. The master station UCM 1,2,3 of the central control point is a regional center and may contain personal computers made in the form of a database server and display the automatic workplace (DS DAW) 11, automatic workplace Manager DAW 12, automatic workplace DAW 13 of technologist and automatic workplace 4 DAW 14 of traffic police that are connected through communication interface, network switch 15 and cluster module into a single information network. Modernized protocol modes equipment UCM 1,2,3 upgraded protocol FMC may be introduced into the system through the database server workstation DS DAW 11, a block of wire channels and wireless channels 6, 8 and the communication interface 9 for controlling the peripheral equipment with a predetermined amount of feedback and the type of peripheral equipment KRSC-10 10 and OD 4 of cars.

During the monitoring and tracking processes of a moment of the collision, at least, of two cars, Monitoring Centre fixes using an adaptive exchange interface with the object device of each car with one coordinate point relative to the three axes, identifies the time of a collision and cars that are moving on the traffic lane where there is the traffic accident.

Feedback from onboard equipment. OD sets feedback with board equipment OD-4 of cars that are moving close using data about navigation signals of the collision, turns on the visualization the information about approaching accident and recommendations to reduce the speed on the instrument panel and on the glass display of windshield and / or rear view.

KRSC -channels and radio communication channels of light and sound information boards of road display with UCM, that are set along the highway in adjusted mileage, are fixing the moment of a collision at the same time. These systems define recommendations for inclusion braking systems of moving cars on displays of each car.

Signals about the accident and all moving vehicles is automatically transmitted mainly through the channels of wire, radio, GSM connection by the system of contour scheduling, including DAW of Manager, DAW of duty traffic police, DAW of ambulance.

Hazard notices. Example of specific performance. In the normal state of OS 4 cars can be transmitted / received to / from the station 1, 2, 3 at specified intervals only the control and test signals and controls its inputs and / or ports. Upon receiving a signal from the car accident peripheral equipment life support systems and safety, process equipment system objects does OU 4 analyzes it, determines the nature of the signal and its priority, if necessary, modifies, and generates a notification for subsequent transmission to station one, two, three. To transfer notices through the available channels six or programmed delivery notification (PSTN, GSM, CDMA, xDSL, ISDN, WiFi, WiMax, Ethernet, Internet, PLC, radio, etc.) and through the module five interfacing to channel six transmits a notification to the FMC one, two and three in accordance with a predetermined route, and priority.

Upon receipt of the station one, two, three, four control signals OC analyzes it, determines the nature, generates and transmits to the outputs and / or the port control commands via a network switch

five system database server workstation eleven for the sustenance and safety of the facility and / or processing equipment.

Station 1, 2, 3 provides reception, analysis and processing of notifications from DU 4, transmission / reception with the specified frequency test signals to / from the Shelter four, signaling the control of OS four, status monitoring, technical means and channels of communication 6, forwarding or relaying notifications from / to station one, two, three other levels according to the specified route.

In a complex system introduced upgraded protocol modes FMC equipment through the database server (DB APM) and an interface for exchange of feedback control to specify the number and type of peripherals interface comprising channels six, eight classes PSTN communication, GSM, CDMA, WiFi, WiMax, xDSL, ISDN, Ethernet, PLC and radio, decentralized management of local management areas four OC car. System unit is equipped with a set of communication channels containing a wired channel and / or radio channel and / or GSM-channel and / or GPRS for two-way communication interface between the peripheral equipment four OC vehicle through objects peripheral equipment, such as radio channels represented established along highway through the database server (DB AWP).

The principle of operation of the system complex. Served on command and central control UCM runs technological cycle started. After inclusion of workstations ARM eleven - fourteen ARM-based personal computers loaded specialized networking software and start testing all components of the peripheral equipment of the system with synchronization of a single astronomical time for all FMC one-three. When working ARM eleven - fourteen workstations as part of UCM, an important condition for a single workstation readiness to work is the willingness of the file server. Upon completion of testing and timing is determined by the operating configuration and a list of the faulty peripheral equipment, taking into account existing serviceable equipment selected one of the plans coordinate the management of the selected algorithm, with all peripheral equipment involved in a particular configuration. The resulting information is fed to the UCM in processed form on ARM eleven-fourteen professionals who either make their own decisions on the organization of traffic on either continue to work on the chosen algorithm. The system is designed for non-stop operation.

In ARM UCM is possible supervisory control arrangement as a single road, and a group using the menu items in "Control Mode" from the main menu or the ACT commands can be set directly from the card.

Discussion of results, analysis and comparison with existing analogues. The National Commission on the Motor Vehicle Safety (NHTSA) discussed the suggestion to make the auto manufacturers to equip all new motor vehicles communication system that connects all of the cars on the road in a single network, which will contain all the information about each car - right down to the number of passengers. The network will have access to all relevant authorities, including the police and the NSA. This system is called "vehicle-to-vehicle" or VtwoV - allow the vehicle to get in touch with each other by radio (both Wi-Fi) and perform the exchange of information. On the roads of the United States of America will be built a kind of "auto-Internet", the purpose of which is to improve traffic safety, and at the same time to put all the cars under the hood of the state as a special central computer will be fully knowledgeable about cars and their owners [3]. In addition, interactive communication in an emergency situation, in our opinion, does not contribute to the security of its resolution

In the Republic of Belarus to introduce similar mobile network Carnet. Mobile application developed Carnet metropolitan programmers supported by the traffic police. Currently, it is available for download to owners of devices with the system iOS. Not for a long time the application will run in test mode, and then planned to launch a version for Android

Mobile application for drivers an opportunity for interactive communication, during which you can exchange information about changing traffic conditions, emerging issues and emergency situations and others. Specialized social network, will provide an opportunity to transmit information

on accidents of traffic police on the roads in the form of photos with geolocation to post [4]. Nevertheless, the lack of it is that the emergency information on the possibility of the development of AST is not automated.

The results of patent search let us to find several analogues of the system in question. For example, the way to monitor the status and location of vehicles in which the data is transmitted in the scheduling and monitoring of onboard equipment installed on mobile objects, the center monitoring, including the definition of the coordinate location and other parameters of motion of moving objects. This method is performed according to the navigation signals received from satellites of the global navigation system, such as GPS or GLONASS and / or cellular field pattern. At the same time there is a transfer of data on the status of the individual subsystems of mobile objects, while data is being transferred, such requests or commands from the monitoring center to the avionics on the airwaves, using site-terminal standard cellular mobile networks, such as GSM-network and / or site-transceiver repeater channel [5]. This method is used primarily for the monitoring of stolen vehicles in the case of data transmission in the UHF band signals may be imposed by several moving objects to each other, which reduces the efficiency and reliability of the monitoring and control of mobile objects, and in some situations may lead to an inability to monitor and management.

Also is known the process for monitoring and communications system for high speed highway vehicles, in which data is transmitted from the onboard equipment installed on mobile objects, the center of the monitor, including the determination of the position coordinates and other motion parameters of moving objects, using data from the navigation signals received from a global satellite navigation system, such as GPS or GLONASS and / or cellular field pattern and the transmission of data on the state of individual subsystems of mobile objects. In this case, data is being transferred, such requests or commands from the monitoring center avionics [6].

A disadvantage of the above solutions is that the cellular channel does not fully cover the whole area, as it depends on the terrain, on the density of transmission and reception antennas. Reliability of communication depends on the weather conditions. In the case of data transmission in the UHF band signals may be imposed by several moving objects to each other, since there is no such channel synchronization data, thus reducing the efficiency and reliability of the monitoring and control of mobile objects, and in some situations may lead to an inability to monitor and control moving objects.

Conclusion

The new complex system of monitoring and intelligent dispatching of vehicles solves the problem of preventing the development of an accident on the system type by early warning drivers about the risk of AST.

In comparison with the existing analogues the new system complex of intellectual scheduling, centralized control, monitoring and telemetry allows to send and receive notification not only on the subscriber telephone lines, but on any existing or prospective communication channels by adding modules for interfacing with the appropriate communication channel; the complex provides high rate notices and the possibility of transmission of control commands from the UCM at the Shelter through bilateral communication channel.

The system complex doesn't have the above-mentioned disadvantages of existing analogues: violation of the rights to private information, creating difficulties for the decision-making process while driving a car in an extreme situation by verbal communications, etc.

The complex is a local system of monitoring and intelligent dispatching of vehicles with the function of automatic notification of an extreme situation – the onset of AST and reflects only technical parameters of moving cars, excluding personal information, as well as psycho-emotional engagement of messages. This information-technical complex is designed to stop the development of an accident at it's start point, due to early warning of drivers who are in danger of being engaged in an extreme situation. Early informing and warning of drivers about the AST hazard lets to overcome the lack of time for safe car braking.

In addition, the complex allows to ensure traffic management by providing:

- the possibility to adapt the system using new developments in order to optimize traffic flows;
- the possibility of setting to work for different levels (generation) of traffic management organization, up to the organization of real-time management.

The system complex can be combined via remote communication lines with at least one another similar master station of the central control point to ensure the organization of traffic management of the whole region (district, country).

In the complex system UCM can be equipped with a digital map of all crossroads in the highway management system, with the ability to link to the vehicle's coordinates via GPS and / or via GPRS and to provide a "green wave" passage at a given speed and coordinated real-time control.

The system can be equipped with a navigation module with the ability to inform users via GSM and / or GPS channels about the current value of the traffic flow in specific areas and emergency occurred.

Experimental-industrial development of the system is carried out on the territory of the community of independent states (CIS).

Thus, the system complex in question is the most optimal way to solve the problem of improving the safety of motor vehicles by equipping them with an information device that generates and transmits information – a special emergency stop signal to road users in the case of the AST occurrence and growth.

References

[1.]https://www.gazeta.ru/auto/photo/avariya_s_uchastiem_69_avtomobilei.shtml[1] [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.gazeta.ru/auto/photo/avariya_s_uchastiem_69_avtomobilei.shtml. – Date of access: 10.01.2020.

[2.] Pat. BY U 10181. Publ. – 30.06.2014.

[3.]<http://auto-myinfo.ru/avtomobili-pod-kolpakom-u-pravitelstva-ameriki.htm>[3] [Electronic resource]. – Mode of access: <http://auto-myinfo.ru/avtomobili-pod-kolpakom-u-pravitelstva-ameriki.htm>. – Date of access: 25.11.2013.

[4.] [Electronic resource]. – Mode of access: <http://charter97.org/ru/news/2014/11/11/125637>. – Date of access: 30.09.2018.

[5.]<http://www.freepatent.ru/images/patents/117/2348551/patent-2348551.pdf>[5] Pat. RU 2348551 Publ. 10.03.2009. [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.freepatent.ru/images/patents/117/2348551/patent-2348551.pdf> – Date of access: 20.04.2010.

[6.]<http://www.freepatent.ru/images/patents/195/2273055/patent-2273055.pdf>[6] Pat. RU 2273055 Publ. 27.03.2006. [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.freepatent.ru/images/patents/195/2273055/patent-2273055.pdf>. – Date of access: 20.04.2010.

УДК 004.657:004.43

МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ BIG DATA – ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА ОПЫТА



В.С. Дроздов
Преподаватель
БГУИР, магистр
технических наук



С.К. Дик
Депутат Палаты
Представителей
Национального
собрания Республики
Беларусь седьмого
созыва, кандидат
физ.-мат.наук,
доцент



Д.В. Лихачевский
Декан
факультета
компьютерного
проектирования
БГУИР, кандидат
технических наук,
доцент



К.Д. Яшин
Заведующий кафедрой
инженерной психологии
и эргономики, кандидат
технических наук,
доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: kafir@bsuir.by

В.С. Дроздов

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в 2014 году по специальности Проектирование и производство радиоэлектронных средств. В 2015 году окончил магистратуру по специальности Психология труда, инженерная психология, эргономика. Читаемые курсы: Микросистемные технологии, Специальные языки программирования. Направление научных исследований: разработка информационной системы повышения эффективности визуальной рекламы.

С.К. Дик

Академик Белорусской инженерной академии, доцент кафедры электронной техники и технологии. Организатор конференции BIG DATA and Advanced Analytics в Минске.

К.Д. Яшин

Один из организаторов конференции BIG DATA and Advanced Analytics в Минске.

Аннотация.

В статье проведен анализ, представлена тематика и раскрыт опыт проведения международных научно-практических конференций BIG DATA. Проведен анализ 27 конференций в России, Беларуси, США, Великобритании, Канаде, Литве, Финляндии, Испании, Швеции.

Ключевые слова: конференция, Big Data, спикеры, доклады, кейсы

Введение

Конференции BIG DATA в мировой практике являются относительно молодыми научными и практическими мероприятиями. В большинстве своём они организованы и проводятся относительно недавно – в течение последних 5-6 лет. География стран, где проводятся конференции BIG DATA, очень широка – это страны Европы, США, Канада, Китай и другие технически развитые страны.

Для участников Минской конференции BIG DATA очень полезным являются сведения о подобных конференциях, проводимых в других странах, докладах и тенденциях развития современных мировых информационных технологий, которые обсуждаются на BIG DATA

учёными и специалистами-практиками. Все эти знания необходимы для установления деловых и научных контактов между специалистами разных стран.

Несомненно, на Минскую конференцию BIG DATA оказывает большое влияние крупный интеллектуальный центр Беларуси – Парк высоких технологий. Белорусские IT-компании, банки, производственные организации также внимательно изучают опыт нашей конференции. Для них тоже интересен опыт зарубежных конференций BIG DATA.

Пятая Минская конференция объединила представителей и участников из 32 стран. Все они также внимательно изучают наш опыт и заинтересованы в сравнении нашего опыта с зарубежным опытом. Таким образом, было очень важно провести мониторинг международных конференций BIG DATA, проводимых в разных странах мира.

Цель настоящей работы – провести анализ, исследовать тематику и изучить опыт проведения Международных научно-практических конференций BIG DATA. Для достижения цели были решены следующие задачи: 1) определен перечень основных конференций, проводимых в различных странах; 2) исследованы основные направления обсуждений, выполняемых на международных конференциях; 3) определены главные тенденции развития технологий BIG DATA.

Результаты исследований

Международные конференции рассматривают современное состояние дел и развитие высоких IT-достижений по следующим направлениям (рисунок 1). 1) Big Data and Advanced Analytics (большие данные и анализ высокого уровня). 2) Data Science (обработка и анализ данных). 3) Machine Learning (машинное обучение). 4) High Load (высокие нагрузки). 5) Artificial Intelligence (искусственный интеллект). 6) Cloud computing (облачные вычисления). 7) Predictive Analytics (прогнозная аналитика). 8) Data Visualization (визуализация данных). 9) Big data and big data storage organization (большие данные и организация хранения больших данных). 10) Analytics in cloud computing (аналитика в облачных вычислениях).



Рисунок 1. – Основные направления исследований международных конференций в области Big Data: 1-большие данные и анализ высокого уровня; 2-обработка и анализ данных; 3-машинное обучение; 4-высокие нагрузки; 5-искусственный интеллект; 6-облачные вычисления; 7- прогнозная аналитика; 8-визуализация данных; 9-большие данные и организация хранения больших данных; 10-аналитика в облачных вычислениях

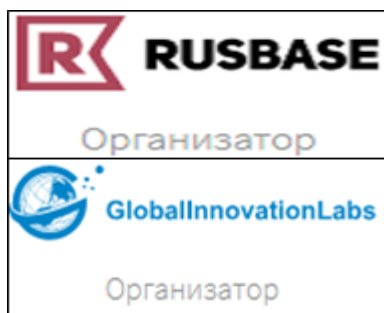
Международные конференции Big Data направляют свои исследования и стремятся применить результаты в различных отраслях народного хозяйства. 1) Big Data для развития бизнеса. 2) Big Data для производства. 3) Big Data в банковской сфере. 4) Big Data в образовании. 5) Big Data в медицине. 6) Big Data в фармацевтике. 7) Big Data для сельского хозяйства. 8) Big Data для управления мегаполисом. 9) Big Data в транспортной сфере. 10) Big Data в космических исследованиях. 11) Big Data в телекоммуникационной сфере.

В настоящей работе проведен анализ международных конференций. Ниже приведен список этих научно-технических мероприятий.

- Big Data Conference, Москва, Российская Федерация.
- Big Data Days, Москва, Российская Федерация.
- Data Science, Москва, Санкт-Петербург, Российская Федерация.
- AI Day Conference, Москва, Российская Федерация.
- Big Data in Pharma, Москва, Российская Федерация.
- Data Halloween, Москва, Российская Федерация.
- International Conference on Big Data and its Applications, Москва, Россия
- AI&Big Data Expo Global, Лондон, Великобритания.
- Jon the Beach, Марбелья, Испания.
- Big Data Toronto, Торонто, Канада.
- DATAx San Francisco, Сан-Франциско, США.
- AI & Big Data for a Smarter Future, Кремниевая долина, США.
- Hong Kong The AI Summit, Гонконг, Китай.
- MEGA-PAW LAS VEGAS, Лас-Вегас, США.
- Strata Data Conference, Нью Йорк, США.
- TDWI Chicago Conference, Чикаго, США.
- The Data Science Conference, Бостон, США.
- The Industry’s Premier Big Data Community Event, Вашингтон, США.
- AI & Big Data Expo North America, Кремниевая долина, США.
- Big Data Conference Europe, Вильнюс, Литва.
- Big Data LDN, Лондон, Великобритания.
- Big Data Value Forum, Хельсинки, Финляндия.
- Big Things: Data & AI Conference, Мадрид, Испания.
- Data Summit, Бостон, США.
- Data X Forum, Нью-Йорк, США.
- DataWorks Summit, Барселона, Испания.
- ODSC Stockholm Data Science, Стокгольм, Швеция.

Без всякого сомнения, авторы настоящей работы охватили далеко не все мировые конференции. Работа над анализом будет продолжена и дальше. Рассмотрим эти конференции по порядку.

В этом списке представлены: семь научно-технических конференций в России, большинство в г. Москва; десять конференций в США, г. Чикаго, Сан-Франциско, Лас-Вегас, Нью Йорк, Бостон Вашингтон; две конференции в Великобритании и Испании; по одной конференции в Канаде, Финляндии, Швеции и Литве.



BIG DATA Conference, <https://www.bigdataconf.org>.

Москва, Российская федерация.

Конференция рассматривает современное состояние дел в технологиях анализа больших данных и в технологиях машинного обучения. Организован Big Data Hackathon. Участники (специалисты в Data Science) решают задачи на основе датасетов, предоставленных организаторами хакатона (таблица 1).

Таблица 1- Темы и кейсы хакатона Big Data Conference

№	Разработчик	Компания	Темы
1	А. Хачуян	Social Data Hub	Типовые ошибки машинного обучения
2	А. Костырко	ДИТ Москвы	BigData и индивидуальные образовательные траектории школьников
3	Е. Новикова А. Абугалиев	Polymedia Visiology	Предиктивная аналитика в химической промышленности
4	М. Шляпнев	IT Pro	Аналитика и рекомендательная система управления федеральной фэшн-сети
5	И. Исаев	ASTERA	Анализ данных: нефтедобыча, химия, металлургия, машиностроение
6	О. Катрышев	Driveback	Скоринговая система: поиск пользователей
7	А. Созыкин	Банк Точка	Большие данные о клиентах для банка
8	В. Делисов	АДВ Лаб	Технология анализа распространения информации в мессенджере Telegram
9	Е. Виноградов	Яндекс Деньги	Антифрод как сервис – технологии и оценка рисков
10	А. Чернобровов	Независимый эксперт	Прокси-метрики и предсказание пользовательских событий для интернет-магазинов
11	Л. Жуков	BCG Gamma	Программы моделирования отказов электросетевого оборудования
12	И. Балк	Global Innovation Labs	Экономический и исследовательский опыт технологических трендов
13	И. Мунерман	Интерфакс	Методы корректировки скоринговых моделей участников рынка франшиз
14	С. Ерёмкин	МТС	Опыт Мобильных телесистем на примере кейса по управлению персоналом
15	Дж. Хелд	ВымпелКом	Технологии Big Data, позволяющие ритейлу повышать эффективность
16	Е. Матешук	Ostrovok.ru	Высокоскоростная трэвел-аналитика
17	М. Богданов	DataData	Data Science в цеху
18	Р. Сабитов	Клиринговый Центр	Отчетность Центрального банка с big data: новый подход к традиционной задаче
19	А. Сербул	1С Битрикс	Использование AWS SDK для репликации данных из Amazon S3 в mail.ru
20	И. Рекун	DBrain	Технологии краудсорсинговой разметки
21	А. Ерофеев	М.Видео-Эльдорадо	Покупательский путь на основе аналитики данных
22	М. Шкляев	Dentsu Aegis Network	Data-решения для автоиндустрии (на примере кейса Lexus)
23	А. Большухин А. Шатерников	Лента КОРУС	Машинное обучение для большого ритейла: опыт прогнозирования спроса в Ленте
24	Д. Мелкумян С. Марин	World Class Студия Данных	Инструмент повышения сервиса и лояльности клиента в сети фитнес-клубов World Class
25	Л. Пшеничникова	Weborama	Ульяновский автомобильный завод: Data-Driven-подход для коммуникаций
26	Г. Штех	IRELA	Кроссязычные текстовые эмбединги: технологии построения и применения в поиске
27	В. Волков	РАМАКС	Построение Machine Learning-платформы для работы с Big Data в Social Media

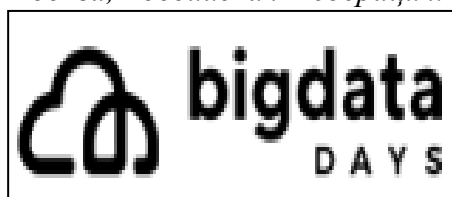
Продолжение таблицы 1

№	Разработчик	Компания	Темы
28	В. Виноградов	EORA	Распознавание рукописных схем на примере химических формул
29	П. Бахтин И. Кузьминов	НИУ ВШЭ НИУ ВШЭ	Big Data для принятия стратегических решений: текстовые эмбединги в сфере науки
30	А. Кожевин	Газпромнефть	Проведение воспроизводимых исследований с параллельным обучением многих нейросетей

Компания Rusbase (организатор BIG DATA Conference) – разработала информационную платформу о современных технологиях в бизнесе для предпринимателей, инвесторов и корпораций. Платформа Rusbase была запущена после привлечения seed-раунда инвестиционной компании Black Ocean New York City (США). В то время Rusbase представлял собой отраслевое издание о венчурном бизнесе, сервис по поиску инвесторов и базу данных о наиболее интересных сделках на рынке. В 2014 году запущено новое направление – организация специализированных научно-технических мероприятий.

BIG DATA DAYS, www.bigdatadays.ru

Москва, Российская Федерация.



Конференция по большим данным и технологиям искусственного интеллекта. Доклады посвящены технологиям обработки и анализа больших данных и развитию технологий машинного обучения.

Тематика конференции Big Data Days следующая:

– Большие данные (Big Data)

- Высокие нагрузки (High Load)
- Обработка и анализ данных (Data Science)
- Машинное обучение (Machine Learning)
- Другие новые направления (Other Related Topics)

Организованы встречи с тридцатью международными докладчиками по наиболее значимым аспектам: глубокое обучение нейронных сетей; обработка информационных потоков в режиме реального времени; высокоскоростная обработка данных; глубокий анализ информации; развитие облачных технологий (таблица 2).

Таблица 2. – Докладчики конференции Big Data Days

№	Докладчик	Компания	Темы
1	Д. Уэлтес	Ravenpack	Анализ и обработка данных, автоматизированное машинное обучение
2	В. Бабушкин	Yandex	Специалист – Data Scientist
3	К. Брайдон	OCTO Technology	Использование глубокого обучения на устройстве Edge, Raspberry Pi
4	Г. Иозиа	MSD	Распределенное глубокое обучение с Keras и TensorFlow на Apache Spark
5	Ю. Столина	Outbrain	Источники данных реального времени с использованием Spark Streaming
6	Н. Божич	SmartCat	Опыт создания готового к производству решения искусственного интеллекта
7	К. Шлам	IBM Canada Ltd.	Анализ и обработка данных и искусственный интеллект: вопросы инфраструктуры

Продолжение таблицы 2

№	Докладчик	Компания	Темы
8	В. Джорджевич	Things Solver	Прорыв в области алгоритма оценки потенциальных клиентов
9	М. Милованович	Things Solver	Пользователи технологией управления данными
10	Ш. Сихотаян	WSO2	Изначальное преимущество нативных облачных приложений
11	Д. Пилато	Elastic	Elasticsearch для приложений исходных версий
12	Б. Ивченко	Dataworkz	От нейронных сетей до управления местными властями
13	А. Голуб	ELSE Corp Srl	Малые данные (Small Data) и синтетические данные (Synthetic Data) для ритейла
14	М. Брынски	Payability	Большие данные на Kubernetes
15	В. Крылов	Artezio	Семиотический анализ юридических текстов
16	В. Стрижов	Московский физик-тех. институт	Оценка оптимального объема выборки и выбор моделей машинного обучения
17	Э. Джонсон	Amazon Web Services	Большие и облачные данные
18	М. Петров	Счетная палата России	Культура работы с данными как часть цифровой трансформации – задачи и решения
19	А. Бройкхоф	Dataworkz	Анализ и обработка данных как услуга
20	О. Плоская	Visiology	Ключ к успеху Data Science-проектов в промышленности и других областях
21	Е. Герасимова	Нетология	Выбор образовательной траектории и роадмэп трансформации карьеры
22	С. Шопик	Лаборатории Клиентского опыта	Начало анализа данных о клиентах и путь в Big data
23	А. Шагалов	Artezio	Машинное обучение в музыке и искусстве
24	Ф. Мизрахи	Lyft	Эффективный поиск данных в Lyft с помощью Amundsen
25	П. Якунин	ТехЦентр Дойче Банка	Опыт при строительстве BI на Clickhouse
26	А. Сербул	1С-Битрикс	Массовый скоринг в CRM - секреты и ограничения
27	Я. Дынников	Tarantool, Mail.Ru Group	Построение крупных кластеров Tarantool из ста и более узлов
28	Н. Пустовойтов	BCS	Data-driven стероиды для ускорения роста современных цифровых банковских сервисов
29	К. Васин	SEMrush	ML Pipeline: структуризация проектов по анализу данных
30	М. Пантелеев	Luxoft Training	Инструменты для анализа и обработки данных: SKlearn и другие
31	А. Брейман	Luxoft Training	Интеграция больших данных: ETL, ELT, Data Lake, Data Mesh
32	В. Федорков	ProxySQL	Отказоустойчивость и балансировка трафика для MySQL-бэкенда
33	А. Распопина	ProxySQL	Отказоустойчивость и балансировка трафика для MySQL-бэкенда
34	Г. Девеньи	Cloudera	Первое в отрасли корпоративное облако данных
35	Ю. Богачева	QIWI	Big Data – топливо экономики



AI DAY CONFERENCE, <https://bit.ly/2ME2XFP> Сколково, Москва, Россия

AI Day Conference – конференция по искусственному интеллекту, машинному обучению и нейронным сетям для решения производственных задач.



DATA SCIENCE, www.datastart.ru/msk-autumn-2019 Москва, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

Практико-ориентированное мероприятие. Формат конференций включает практические занятия, где докладчики делятся своими наработками, а также поэтапно разбирают решения практических задач.

Таблица 3 – Темы и спикеры конференции AI Day Conference

№	Спикер	Компания	Темы
1	Д. Паненков	Mandarin Solutions	AI и BIG DATA в реальной жизни
2	А. Арефина	ПАО "Газпромнефть"	Собственные технологии и открытый код в ПАО «Газпромнефть»
3	М. Ланцов	"Корвет-Телеком"	Взращивание потребительских предпочтений на основе персональных данных в оффлайн
4	Б. Фрол	F2fGroup	Анализ голоса, опыт
5	Д. Галиев	ПАО "АК Барс Банк"	Машинное зрение для оптимизации клиентского пути
6	П. Кривоzubов	Инновационный центр Сколково	Применение технологии искусственного интеллекта в видеоаналитике
7	И. Митрофанов	МегаФон	Как технологии Big Data позволяют ритейлу повышать эффективность
8	А. Коньшин	МегаФон	Каким должен быть Клиентский сервис, и какие технологии помогут вам этого достичь
9	Л. Голицын	NAUMEN	Постройка инновационных процессов с инструментами анализа данных
10	А. Назаркин	KVINT	Голосовые роботы
11	П. Панкин	КРОК	Применение технологии компьютерного зрения в производстве
12	И. Заболотских	CLICKCHAT	Чатботы и искусственный интеллект в Martech на примере платформы CLICKCHAT
13	М. Алексеева	Cloud4Y	Тренд в мейнстрим: S3, Резервный ЦОД, облако Ф3 152
14	М. Вейхман	Scorista	Система автоматизации прогностического моделирования "АНТАВИРА"
15	А. Бочкарев	Ozon	Применение компьютерного зрения в e-commerce
16	А. Пермяков	Directum	DIRECTUM Arjo: Практика использования AI в автоматизации процессов
17	А. Григорьев	Яндекс	Краудсорсинг. Как приручить толпу
18	К. Керценбаум	Symantec	Анализ больших данных для обеспечения уровня информационной безопасности
19	В. Чесноков	QSOFT	Цифровая Трансформация клиентского сервиса на основе AI и Machine Learning
20	Н. Соловьёв	CLICKCHAT	Чатботы и искусственный интеллект в Martech на примере платформы CLICKCHAT
21	Р. Доронин	EORA	Почему специалисты не используют термин "искусственный интеллект"

Организаторы практических мероприятий конференции Data Science.

– Глубокий анализ больших данных, развитие аналитических систем, бизнес и веб-аналитика: А. Гушин (Яндекс); А. Семенова (CleverData); Е. Лимаренко (Первый БИТ); А. Ерохин (YouDo).

– Машинное обучение, машинный интеллект, моделирование потоков информации, разработка и применение интеллектуальных систем на основе машинного обучения: Н. Дмитриев, В. Кантер, Ф. Лаврентьев (Яндекс); А. Фонарев (Rubbles); Г. Штех (IRELA); Т. Зобнина (Naumen); А. Кузин (X5 Retail Group); С. Абдуракинов (Data Science, SAP)

– Catalyst: С. Колесников (RLLab)



Big Data in Pharma, <http://pharma-ai.org/> Москва, Российская федерация

Международная конференция: большие данные и искусственный интеллект в фармацевтике. Ключевая тема конференции – пациентоцентричность. В фармацевтической и

биотехнологической индустрии все более значимыми становятся персонализированные медицинские данные пациентов. Эти данные используются для разработки новых лекарств, для более точного сегментирования пациентской аудитории, для лучшего понимания путей лечения пациентов и для более эффективного подбора персонализированного лечения. Навстречу этому мощному направлению идут высокие технологии, связанные с интернетом, искусственным интеллектом и большими данными. Они позволяют получать знания из реального мира, на огромных выборках. При этом они позволяют обеспечивать максимально индивидуальный подход и учитывать индивидуальные особенности пациента.

На Big Data in Pharma встречаются сотрудники фармацевтических, биотехнологических компаний, разработчики современных IT-решений, ученые и инвесторы. Задачей конференции является обмен опытом профессионалов с различными интересами, но общей целью – работа ради здоровья и качества жизни людей. В результате общения, участники конференции получают понимание быстро меняющихся ситуаций и тенденций, в которых прорывные IT-технологии сливаются с традиционными бизнес-процессами фармкомпаний и становятся их частью, значительно повышая качество принимаемых решений и улучшая результаты – коммерческие и клинические. В таблице 4 представлены доклады конференции Big Data in Pharma 2019 года.

Таблица 4. – Доклады конференции Big Data in Pharma

№	Докладчик	Компания	Темы
1	В. Недельский	Директор по развитию Semantic Hub	Цели и задачи конференции
2	М. Самсонов	Медицинский директор Р-ФАРМ	Информационный взрыв в фармацевтической индустрии
3	И. Ефименко	Генеральный директор Semantic	Семантический анализ данных для сбора RWE и поддержки пациентов
4	В. Булатов	Директор по научной работе Novartis Россия	Ультра-редкие заболевания и семантический поиск медицинской стратегии
5	А. Ремез	Digital Pathology, UNIM	Консилиум для онкологического пациента с помощью облачных технологий

Продолжение таблицы 4

№	Докладчик	Компания	Темы
6	С. Ревякин А.Худошин	Президент Elsevier Директор в Elsevier	Big Data для снижения затрат на разработку фармацевтических препаратов
7	А. Самородов	Руководитель ИТ и Digital AstraZeneca	Программа поддержки пациентов: формирование персональных предложений
8	Н. Востокова	Исполнительный директор ИФАРМА	ClinLine - платформа для взаимодействия пациентов и исследователей
9	С. Сорокин	Генеральный директор Интелоджик	Искусственный интеллект для повышения эффективности клинических исследований
10	Г. Михайлов	Руководитель ePRO компании	Новое поколение ePRO и клинические испытания
11	М. Пятницкий	Руководитель биоинформатики Генотест	Анализ опухолей для персонализированной онкологии
12	П. Станкевич	Manager, Novartis Business Services	Пациентоцентричность: технологический аспект
13	А. Тяхт	Научный директор Atlas Biomed Group	Анализ больших данных микробиома человека для прецизионной медицины
14	Е. Ватутина	Руководитель сервиса Фармзнание.ру	Большие данные в фармацевтической рознице
15	А. Орехович И. Глушков И. Ефименко	Директор ФРИИ Director at STADA CIS Директор Semantic	Проблема персональных данных
16	Е. Паперный	Руководитель Здоровье@Mail.ru	Портрет потребителя: Big Data Insights
17	С. Демура	Медицинский директор Aston Health	Пациент-ориентированная модель здравоохранения
18	Я. Ашихмин И. Самойленко А. Палеева	Практикующие врачи-онкологи Биолог Semantic Hub	Искусственный интеллект и профессия врача
19	Е.Борухович	Digital Health Incubation&Innovation	Искусственный интеллект и фармацевтическая промышленность
20	Заслуживает внимание итоговый доклад “Пациентоцентричность: взгляд фармацевтов, врачей, пациентов и IT-компаний”. Доклад подготовлен коллективом авторов: Е. Паперный(Здоровье@Mail.ru), М. Самсонов(Р-Фарм), В. Булатов (Novartis), И. Ефименко (Semantic Hub), О. Вострикова (Международный союз пациентов), О. Лавров (Всероссийский союз пациентов)		



DATA HALLOWEEN, <https://events.sap.com/ru-data-halloween/ru/home> Москва, Российская Федерация

Конференция Data Halloween посвящена изучению возможностей Data Science (обработка и анализ данных). Конференция направлена на: руководителей аналитических подразделений в крупных компаниях; ИТ – директоров,

руководителей департаментов по анализу данных; менеджеров, взаимодействующих с Data Science – командами; аналитиков и бизнес - аналитиков. Основные направления конференции Data Halloween: Data Science в бизнесе; машинное обучение и искусственный интеллект; новые горизонты Deep Learning; Data Hub; Sap ML Foundation. В таблице 5 представлена тематика докладов конференции.

Таблица 5. – Доклады конференции Data Halloween

№	Докладчик	Компания	Тема доклада
1	К. Воронцов	Sberbank AI Lab	Data Science: взаимодействие науки, бизнеса и образования
2	М. Паньен. Плохарски	SAP SE	SAP Machine Learning For The Intelligent Enterprise
3	А. Джораев	NVIDIA	Современный искусственный интеллект и глубокие нейросети
4	Е. Соколов	Яндекс.Дзен	Рекомендательные системы для бизнеса и производства
5	Д. Буслов	SAP CIS	Синергия Open Source и SAP в области машинного обучения
6	А.Молчанский	X5 Retail Group	Снятие проблем с помощью Data Science: опыт в ритейле
7	П. Мягих	Chief Data Scientist, Kreate	Решение проблем в проектах анализа данных
8	Р. Худорожков	Газпромнефть	Технологии машинного обучения для нефтегазовой отрасли
9	П. Воропаев	Prisma Labs	Компьютерное зрение: практика и перспективы использования
10	И. Пионтковская	Нейронные системы МФТИ	Диалоговые системы: state-of-the-art и реальность
11	А. Панин	Яндекс	Распознавание речи: практика и перспективы использования
12	А. Ноздрин	SAP CIS	Data Science Academy, Data Hub



International Conference on Big Data and its Applications (ICBDA), <http://icbda2016.org> Российская Федерация, Москва.

Конференция выросла из мероприятия Big Data Russia. Объединяет разработчиков новых технологий в области больших данных, представителей бизнеса, а также научных работников и молодых ученых. Основные направления

конференции следующие. 1)Операционная деятельность. 2)Искусственный интеллект и машинное обучение. 3)Продажи и маркетинг. 4)Блокчейн и распределенные системы. 5)Аналитика и визуализация. 6)Индустриальная революция 4.0. 7)Умный мир. 8)Научный семинар.

Научные доклады по направлению “Операционная деятельность”.

– М. Подлеснова, Rusbase // Оптимизация бизнес-процессов предприятия на основе анализа данных (риски, логистика, HR, закупки, организация производства).

– Д. Берестнев, исполнительный директор, Сбербанк России // Результаты анализа данных для роботизации процессов принятия решения в розничном кредитовании.

– А. Хайтин, директор, Yandex Data Factory // Яндекс и металлургия.

– К. Малышев, старший менеджер, Северсталь-менеджмент // Прогнозирование дефектов методами машинного обучения (на примере слябов).

– Р. Чеботарев, руководитель практики “Прогнозная аналитика и машинное обучение”, КРОК // Model Governance: причины падения точности прогноза.

– А. Костырко, ДИТ Москвы // BigData Москвы.

Доклады по направлению “Искусственный интеллект и машинное обучение”.

- И. Балк, Global Innovation Labs // Современный инструментарий машинного обучения и его практическое применение.
- А. Левенчук, президент ТехИнвестЛаб // Интеллект-стек 2016.
- С. Семенов, победитель ICBDA'15, #1 в рейтинге Kaggle // Целевая переменная для улучшения прогноза в прикладных задачах анализа данных.
- А. Джораев, Senior Enterprise Business Development Manager, NVIDIA// NVIDIA для DL в настольных, серверных и встраиваемых вычислительных системах.
- А. Калинин, руководитель проекта Поиск@Mail.Ru // Artisto: перенос художественного стиля при помощи нейронных сетей.
Научные доклады по направлению “Продажи и маркетинг”.
- Р. Тарасенко, Krostu // Применение анализа.
- Я. Салимова, руководитель отдела Data Science по странам Северо-Восточной Европы, Nielsen // Работа со смещениями в больших данных.
- А. Воронов, руководитель направления Business Intelligence, BURDA // Персонализация в диджитал медиа.
- А. Смирнов, директор, Медиагруппа Актион // Сбор лидов на сайте
- А. Климчук, директор, ARTOX media International // Правильно слушать и слышать интернет.
- А. Бут, Е. Огнева, Билайн // Данные оператора и эффективность мобильной рекламы.
- А. Кузьменко, руководитель направления по работе с прямыми клиентами, DCA // Данные об окружении пользователя в programmatic-компаниях.
- Р. Постников, генеральный директор, OneFactor // Геоаналитика покупательских потоков для оптимизации наружной рекламы.
- Д. Вачадзе, генеральный директор, BrandMobile // От big data к smart data: аналитика клиентской базы в прямых коммуникациях.
- В. Черный, директор по маркетингу, Brand Analytics // Реалтайм-показатели здоровья бренда и маркетинговые инсайты– генеральная совокупность мнений потребителей в аналитических инструментах для бизнеса.
- В. Недельский, руководитель, Семантик Хаб // Семантический анализ социальных сетей для стратегич. маркетинга по медицинской направленности.
Научные доклады по направлению “Блокчейн и распределенные системы”.
- С. Лоншаков, Blockchain разработчик, проект “Дрон-сотрудник” // Взаимодействие человека и робота как двух автономных экономических агентов.
- А. Созыкин, заведующий отделом вычислительной техники, ИММ УрО РАН // Технология разработки кластера Hadoop/Spark.
- В. Лисицкий, технический директор, Rubbles // Моделирование поведения клиентов банка с помощью Hadoop и Spark.
- Д. Захаров, национальный расчетный депозитарий // Блокчейн для реализации прав по ценным бумагам на примере голосования акционеров.
Научные доклады по направлению “Аналитика и визуализация”.
- М. Кулиш, руководитель отдела, OWOX-Russia // Опыт объединения потоков онлайн и офлайн данных в Google BigQuery.
- В. Белый, CEO, Alpha Smart Systems // Технология построения системы распознавания эмоций.

- И. Красников, технический директор, К★50 // Система аналитики контекстной рекламы.
- А. Куликов, Head of Data Monetization Project, Segmento // Применение потоковых алгоритмов для составления портрета аудитории.
Научные доклады по направлению “Индустриальная революция 4.0”.
- А. Комиссаров, Фонд развития промышленности // Сенсорные сети, самодвижущиеся автомобили, самообучающиеся роботы, чат-боты.
- Е. Линкевич, директор проектов Big Data, Ростелеком // Биометрия и искусственный интеллект на службе бизнесу.
- Н. Полковникова, декан агропромышленных программ, Global Innovation Labs // Умные данные в агропромышленном комплексе.
- Е. Быков, технический директор, Телум // Применение машинного обучения к задачам управления инфраструктурой Российской железной дороги.
- А. Яшкин, коммерческий директор, FANUC Russia // Элементы Индустрии 4.0 на машиностроительных предприятиях России.
- А. Сушин, директор по ИТ, АО “Редуктор-ПМ”; Василий Чуранов, директор по развитию, Твинс Технологии // Мониторинг работы оборудования.
Научные доклады по направлению “Умный мир”.
- И. Костин, ГК “Мортон” // Практические решения для smart world: smart grid, умный дом, автономные автомобили и летательные аппараты.
- М. Подлеснова, CEO, Rusbase // Презентация трека Smart City федерального конкурса-акселератора GenerationS.
- Д. Зимин, главный редактор, Немо ТВ // Рекомендательные системы и метаданные.
- Н. Марин, IBM // Использование инфраструктуры IBM Watson для управления городом.
- А. Белоцерковский, эксперт по стратегическим технологиям, Microsoft // Город и лифты.
- Д. Кирьянов, генеральный директор, Полибук Мультимедиа // Построение решений для SmartThings на базе PTC ThingWorx и Wuforia.
Научные доклады по направлению “Научный семинар”.
- М. Солнцева-Чалей, МФТИ // Анализ многомерных посадочных траекторий самолётов.
- Д. Власов, ГУП “НИ и ПИ Генплана Москвы”, МГСУ // Развитие интермодальных перевозок на основании геоаналитической информации.
- А. Краснобаев, Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского // Сегментация левого желудочка на снимках магниторезонансной томографии.
- Е. Семенова // Корреляция между мировыми тенденциями патентования и университетской статистикой приема абитуриентов в России.



AI & Big Data Expo Global, <https://www.ai-expo.net/global/> Лондон, Великобритания

Конференция обсуждает: искусственный интеллект, IoT, Blockchain, цифровые преобразования и кибербезопасность. В 2019 году в конференции приняли участие 36.000 человек, а также 1.500 докладчиков из крупнейших компаний мира, таких как

Google, Amazon, Coca-Cola, Adidas, Uber, Twitter и Hewlett Packard (таблица 6)

Таблица 6 – Темы и спикеры конференции AI & Big Data Expo Global

№	Спикер	Компания	Темы
1	B. Dias	Royal Mail	From Zero to Data Science: Lessons Learnt
2	D. Karamshuk	Skyscanner	Big Data – Creating Intelligent Data Models
3	K. Baker D. Bailey Aittrak	Samsung	How brands, retailers, and remailers can use AI and Big Data to improve ad quality
4	A. Bartolo	Microsoft	A look into the future of computing: the impact of artificial intelligence on real-world scenarios
5	A. Carlo	Facebook	Addressing Big Data, Feature, and Computing Problems on a Facebook Scale
6	S. Ghuman	Sky	Data and the customer
7	S. Martin	Mumsnet	Using data to help make Mumsnet be even more useful to parents.
8	A. Ghazanfari	Dell Technologies	A sustainable approach to AI in the Enterprise
9	D. Hogan	NVIDIA	Keynote: What is the true adoption
10	Dr. M. Teerlink	SAP	How do you make money off AI & ML
11	I. Gokcen	CTO	Solving customer problems with the power of AI
12	D. Cutting	Cloudera	Responsibility in the Data Age
13	C. Staff	Marks and Spencer	Big Data – Creating Intelligent Data Models
14	M. Alomari	Rolls-Royce	AI for Good. How we used AI to help MND patients
15	G. McCann	Liberty Mutual Insurance	How AI Transformed the Employee Experience at Liberty Mutual -Case Study.Harnessing the powers of chatbots for business
16	A. Foltyn	Ocado Technology	Panel: Big Data – Creating Intelligent Data Models
17	N. Reed	Saga PLC	Examining AI uses in Banking & Financial Services
18	U. K.Chilamkurthi	Sainsbury's Supermarket	AI in retail and ecommerce
19	M. Alomari	Rolls-Royce	AI for Good. How we used AI to help MND patients
20	C. Amarcy	Barclays	Creating a data-driven culture. Data and the customer
21	K. Dobschuetz	Pfizer	AI & Big Data transforming Healthcare
22	A. Akerkar	Lloyds Banking Group	Examining AI uses in Banking & Financial Services
23	J. Teichmann	Zoopla	Beating the odds: How to make your data project or team part of the 15% success story

AI & Big Data Expo Global – одна из ведущих мировых конференций и выставок современных разработок и технологий искусственного интеллекта и больших данных. Это новые стратегии, перспективные платформы и возможности цифровой трансформации. В число тематических направлений конференции AI & Big Data входят следующие: 1) Enterprise AI (искусственный интеллект предприятия). 2) Data Analytics for AI & IoT (анализ данных в искусственном интеллекте и информационных технологиях). 3) Big Data Business Solutions (большие данные для бизнес решения). 4) AI Technology Solutions (технологические решения в искусственном интеллекте). 5) Business Intelligence (бизнес-аналитика). 6) Deep Learning (глубокое обучение); Machine learning (машинное обучение). 7) Artificial Intelligence Algorithms (алгоритмы искусственного интеллекта). 8) Data and Analysis (данные и анализ). 9) Virtual assistants and chatbots (виртуальные помощники и чат-боты). 10) Выставка AI & Big Data Expo Global организована предпринимательской компанией Encore Media Group.



Jon the Beach, <https://bit.ly/2mqxEE4>

Palacio de Congressos de Marbella, Марбелья, Испания

Jon the Beach (JOTB) – это конференция, целью которой является обмен опытом в области технологий Big Data. Представлены работы с такими темами, как визуализация данных, IoT (интернет вещей) и интегрированное (функциональное) программирование. Проводится хакатон по разработке распределенных решений в области Data Science. В программу включены более 45 докладчиков. Основные – в таблице 7.

Таблица 7 – Темы, кейсы и спикеры конференции Jon the beach

№	Спикер	Компания	Темы
1	A. Soto	Red Hat	Istio Service Mesh & pragmatic microservices architecture
2	A. González	Ravenpack	The way data is collected, anonymized and monetized. Big Data is the New Currency
3	A. Raina	eBay	1) How LDFI can be integrated in the enterprise. 2) Preliminary results prioritized LDFI future direction
4	B. S. Stahl	.NET	Pushing AI to the Client with WebAssembly and Blazor
5	D. G. Simmons	InfluxData	Pushing it to the edge in IoT
6	D. Furman	Rindus	Functional programming a good understanding of different paradigms
7	D. Reche Martínez	InterSystems	API design first: from API inception to API implementation in less you say "Benalmadena"
8	E. C. Rivas	GIG	Why being interrupted is essential part of your career
9	E. Slater	Oracle	Free the Functions with Fn project
10	F. Hudson	IEEE- Standards	The TIPSS Imperative for IoT - Ensuring Trust, Identity, Privacy, Protection, Safety and Security
11	G. Young	CQRS	The Bizarre Mating Ritual Of The Whipnose Seadevil
12	H. Edelson	Lightbend	Toward Predictability and Stability At The Edge Of Chaos



BIG DATA TORONTO 2019, <https://bit.ly/37i0fgR>

Торонто, Канада

Конференция Big Data Toronto является мировым лидером в области больших данных и искусственного интеллекта. Эти области инновационных технологий оказывают огромное влияние на весь мир. Ведущие мировые технологические компании создают исследовательские и инновационные лаборатории в городе Торонто. Big Data и AI Toronto предоставляет инструменты и опыт для работы с крупными бизнес-задачами, связанными с технологиями больших данных.

Таблица 8. – Темы и спикеры конференции Big Data Toronto

№	Спикер	Компания	Тема
1	J. Hammond	Ontario Teachers' Pension Plan	Industry session led by the Ontario teachers pension plan
2	S. Amiri	23andMe	Track keynote: Research infrastructure at 23andme
3	N. Shahrin	RBC	Role of data in digital transformation
4	M. Mazur	IBM	Turbocharge AI initiatives across your enterprise
5	B. Whitmore	Vertica	Fast track AI for time series
6	I. Wolford	Loblaws	Driving profit with data-driven decisions
7	N. Medvedev	Coca-Cola	Predictive analytics
8	M.Fernandes	Polaris	Polaris intelligence: The changing face of Toronto
9	I. Zaguskin	The Printing House	Big data on the edge: Real-time analytics
10	N. Jain	SnapTravel	Powering snaptravel's data economy with snowflake
11	D. Singh	SickKids	Clinical applications of artificial intelligence and the automation of healthcare delivery
12	R. Chacon	Constellation Brands	Responding to a material cybersecurity breach
13	G. Nicolescu	Kybersecurity	Security for intelligent applications
14	J. Leung	Wattpad	The anatomy of machine learning teamwork
15	Y. Vahlis	BMO	AI & finance
16	J. Quesada	AI Deep Dive	How to pick an AI project that will succeed
17	H. Beauchemin	Stradigi AI	An actionable guide to privacy culture

DATAx SAN FRANCISCO

DATAx San Francisco

<https://www.theinnovationenterprise.com/summits/datax-san-francisco-2019> San Francisco, USA

Это мероприятие рассматривает новейшие идеи в области науки о данных и искусственного интеллекта. Конференция дает глубокие технические и практические советы по стратегии обработки данных.

Таблица 9. - Докладчики DATAx San Francisco

№	Разработчик	Компания	Темы
1	E. Eryurek	Google	Generating real value from real time analytics
2	L. Huang	Reddit	Evolution of Data Science at Reddit: from ML Insights to Experiment-Backed Data Products
3	S. Allen	Electronic Arts	Succeeding in personalization at scale
4	E. Saatchi	Fable Studio	Virtual Beings Not Virtual Assistants

Продолжение таблицы 9

№	Разработчик	Компания	Темы
5	D. Devone	NBC Sports	Modern Day Technology
6	J. Pasinski	Concentric	How simulation is transforming advanced analytics
7	P. Agrawal	Levi Strauss & Co	Enterprise-Scale Innovation that Delivers Business Results
8	M. Voorhees	Pfizer	Building a Data Driven Organization in 3 Easy Steps and 1,645,242 Less Easy Ones
9	V.Krishnamurthy	Oracle	Why successful industrial analytics system needs automated AI/ML
10	R. Shiftehfar	Uber	The next generation of Big Data platforms for advanced analytics - 100s of PetaBytes
11	J.r Shin	NBC Universal	Maximizing Talent: Getting the Most Out of Your Tech Teams
12	J. Majee	Orion Business Innovation	Round Table Discussion: Tapping Unstructured Data for Insights & Analytics:
13	A. Arsanjani	Deep Context	Building Trustable AI and Detecting Misinformation
14	M. Cramer	Xerox	Magic Dust for Artificial Intelligence Product Management
15	S. Corazza	Adobe	How Data and Machine Learning enable Creatives and Storyteller
16	Dr A. Liu	IBM	A New Ecosystem Approach to Improve Data Science Success
17	R. Fajardo	Leave Normal Behind	Creating Iconic Viral Trends: A Look Into the \$500m + Fidget Spinner Phenomenon
18	J. Lachs	DoorDash	Experimentation
19	M. Littlefield	City of redwood City	Building the Cities of the Future: Smart Cities, Startups and Minimum Viable Policies
20	O. Rameshni	Riot Games	Data Strategies for Enterprise: Model Risk; Operationalisation of Data Insight



Delivering AI & Big Data for a Smarter Future

<https://www.ai-expo.net/northamerica>

USA, Silicon Valley

AI & Big Data Expo North America - ведущая конференция и выставка по большим данным и искусственному интеллекту. Проходит в конференц-центре Санта-Клара в Кремниевой долине. Конференция демонстрирует технологии и стратегии будущего поколения, предоставляет возможность исследовать и раскрыть практическое и успешное внедрение AI & Big Data. Конференция собрала вместе передовых лидеров рынка и горячие молодые стартапы, чтобы исследовать и обсудить достижения в области искусственного интеллекта и больших данных, а также будущие информационные платформы разработки и возможности цифровой трансформации (таблица 10).

Таблица 10. – Докладчики Delivering AI & Big Data for a Smarter Future

№	Разработчик	Компания	Темы
1	E. Ostic	Manta	Leverage Data Lineage to Maximize the Benefits of AI and Big Data
2	S. Brumer	IoT Group	Data Analytics for AI & IoT: Chair's Welcome and Opening Remarks
3	R. Sadi	Zeta Global	From Customer Insights to Customer Action: How to Capture Intent Through AI, ML & NLP
4	L. Reinkemeyer	Siemens	Using Process Mining to drive Digital Transformation – the Siemens Case.
5	T. Schlossnagle	Circonus	Keynote Panel: Data analytics for intelligent decision making
6	S. Chang	LG Electronics	Process Automation from IoT Data
7	S. Mahmudov	Dataforest	Dataforest | Single Venue for all you AI related demands.
8	Rustam Quliyev	Dataforest	Dataforest | Single Venue for all you AI related demands.
9	A. Draginda	Stitch Fix	Designing a self-service platform to support data science and analytics.
10	V. Tadinada	CloudKarya	Using AI/ML to predict Equipment Failures
11	S. Koul	Articence	Enabling Contextual Intelligence
12	R.V. Surya	Quantify	How do you scale AI in the Enterprise?
13	C.Tomlinson	Data Science Foundation	Announcement of the winners of the Data Science Foundation Awards
14	B. Weber	Zynga	Automated Feature Engineering at Zynga
15	J. Malin	GoPro	Keynote Panel: Creating a data-driven culture. Driving change and AI adoption in the enterprise
16	M. Iyer	Enterprise Analytics	Blueprint for a successful Data Monetization Strategy
17	B. Schmarzo	Hitachi Vantara	Afternoon Keynote: Making Big Data the center of your business model
18	H. Simpson	Ciklum	Finding the unicorns – building a future ready Data Analytics team



Hong Kong The AI Summit <https://hongkong.theaisummit.com/>
China, Hongkong

Анализ больших данных и искусственный интеллект уже приносят реальную пользу для развития бизнеса. Они реализуются во всех отраслях промышленности, создают возможность для роста производительности труда человека. Именно искусственному интеллекту и большим данным, способам их обработки и анализа, была посвящена конференция Hong Kong The AI Summit, собравшая сотни слушателей.

Таблица 11. – Докладчики Hong Kong The AI Summit

№	Спикер	Компания	Темы
1	J. Lim	Hanson Robotics	Creating a data-driven culture
2	R. Matter	Data Services Analytics	AI in retail and ecommerce
3	P. Lam	HSBS	View Building new business models through AI services
4	H. Zhong	Red Star Macalline	Big Data – Creating Intelligent Data Models
5	M. Milek	State Street Bank	Harnessing the powers of chatbots for business
6	G. Moses	AIA	A case study on how OVO deploy AI and Kafka to tackle climate change
7	A. Chun	City University Hong Kong	IoT and AI Data analytics for intelligent decision making



MEGA-PAW LAS VEGAS, <https://bit.ly/2tbuDI>

Лас-Вегас, США

Всемирная конференция Predictive Analytics в Лас-Вегасе – это конференция, на которой обсуждаются такие темы, как бизнес, маркетинг, банковское дело, финансовые услуги, страхование и финансы, онлайн-маркетинг и многое другое. Задача мероприятия заключается в содействии прорывам для практической реализации устоявшихся и традиционных IT-методов.

Таблица 12. – Темы и спикеры конференции MEGA-PAW LAS VEGAS

№	Спикер	Компания	Тема
1	D. Abbott	SmarterHD	Supercharging Prediction with Ensemble Models
2	L. Barrett	Bloomberg	Machine Learning Evaluation from Start to Finish
3	Ashish Bansal	Twitter	Challenges in Recommender Systems at Twitter Scale
4	B. Bress	Comcast Cable	Data Engineering as a Path to Scaled Data Science
5	J. Camm	Wake Forest University	Finding Analytical Talent – What You Don't Know About Working with Universities
6	D. Chan	Informa	Automated Machine Learning for the Event Industry
7	S. Chen	RBC	The Perils of Prediction
8	A. Cheng	dotData	Expert Panel: Embedding Analytics in Your Front Line – Best Practices
9	L. Cowan	Cicero	How to Take Advantage and Monetize the Flood of Data In Your Company
10	A. Dhupar	Publishers Clearing House	Micro-Clusters: Transforming Customer Experience
11	E. J. Felsberg	Jackson Lewis P.C.	A Lawyer, an Employer and a Data Scientist

Продолжение таблицы 12

№	Спикер	Компания	Тема
12	J. Frank	Caesars Entertainment	Predictive Analytics at Caesars
13	B. Franks	International Institute for Analytics	The Ethics Of Analytics
14	R. Fujimaki	dotData	How Automation will Change Data Science
15	M. Galvin	Metis	Filling in the Gaps: How to Build Organizational Competencies for Data Science
16	A. Haensel	Haensel AMS	Attribution - What Do We Want and What Can Be Done?
17	M. Shafer	Walt Disney Company	The Disney Story: Competing in Today's Global Analytics Arms Race
18	M.Shokoohi-Yekta	Microsoft	Silicon Valley's Hottest Cross-Sector Applications of Deep Learning



STRATA DATA CONFERENCE, <https://bit.ly/37o2kYz>
Нью-Йорк, США

Strata Data Conference – это крупнейшая в мире серия конференций по обработке данных. Здесь передовая наука и новые основы бизнеса пересекаются и объединяются.

Это глубокое погружение в новые технологии. Конференция охватывает актуальные темы, такие как искусственный интеллект и машинное обучение.

Таблица 13. – Темы и спикеры конференции Strata Data Conference

№	Спикер	Компания	Тема
1	J. Davis	Google Cloud	Serverless machine learning with TensorFlow and BigQuery
2	M. Cullan	The Data Incubator	Hands-on data science with Python
3	I. Cook	Cloudera	Expand your data science and machine learning skills with Python, R, SQL, Spark
4	J. Anderson	Big Data Institute	Professional Kafka development
5	A. Zhao	Metis	Introduction to natural language processing in Python
6	M. Fuller	Starburst	Learning Presto: SQL on anything
7	V. Gamov	Confluent	Real-time SQL stream processing at scale with Apache Kafka and KSQL
8	B. Goncalves	Data For Science	Deep learning from scratch
9	J. Damji	Databricks	Managing the complete machine learning lifecycle with MLflow
10	G. Hoffman	StockTwits	Deep learning methods for natural language processing
11	B. Lorica	O'Reilly	Recent trends in data and machine learning technologies

Продолжение таблицы 13

№	Спикер	Компания	Тема
12	J. Malone	Google	The future of Google Cloud data processing
13	J. Rader	Intel	Unleash the power of data at scale
14	S. Singh	American Express	How disruptive tech is reshaping the financial services industry
15	N. Shamgunov	MemSQL	It's not you; it's your database: How to unlock the full potential of your operational data
16	S. Sivakumar	Cisco	Cisco Data Intelligence Platform
17	P. Lucey	Stats Perform	Interactive sports analytics



TDWI Chicago Conference-<https://tdwi.org/events/conferences/chicago/home.aspx> USA, Chicago

TDWI Chicago решает задачи в области анализа и обработки данных. Комплексная программа конференции охватывает: лучшие практические работы для анализа больших данных; рассматривает создание масштабируемых, гибких архитектур для поддержки разнообразных аналитических систем; рассматривает управление проблемами безопасности, обеспечения качества данных и обеспечения среды самообучения.

Таблица 14. – Докладчики TDWI Chicago Conference

№	Разработчик	Компания	Темы
1	D. Farmer	TreeHive Strategy	Beyond the Data Scientist: Building the Team You Need for Advanced Analytics
2	C. Imhoff	Intelligent Solutions, Inc.	Creating an Analytically Driven Enterprise: Implementing an Analytics Program
3	L. Silverston	Universal Data Models, LLC	Soft Skills for Navigating Emerging Trends in BI and Analytics
4	D. Larson	Larson & Associates	Data Visualization Principles and Practices
5	J. L Myers	Blue Buffalo Group	Data Warehouse Automation: Better, Faster, Cheaper
6	K. Krishnan	Sixth Sense Advisors Inc.	The Modern Data Warehouse: Data Science Platforms & Application Delivery
7	M. Madsen	Teradata	Architecting a Data Platform for Enterprise
8	C. Imhoff	Intelligent Solutions, Inc.	Data Catalogs – Finally a Mechanism to Tame Analytics Chaos!
9	M. Peco	CBIP	Data Modeling in the Age of Big Data
10	O. Software LLC	Chris Adamson	Advanced Dimensional Modeling: Complete Tour of Modern Best Practices
11	N. Balac	Data Insight Discovery, Inc.	Hands-on: Practical Data Science — No Coding Required
12	A. Cardno	Strong Force Capital	Making Data Talk: How to Set and Execute on Powerful Data Stories



The Data Science Conference

<https://www.thedatascienceconference.com> Boston, USA

Конференция предоставляет ученым, работающим с данными, консультативные советы. Это докладчики и участники из всех областей бизнес-аналитики и научных кругов, таких как наука о данных, большие данные, интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, искусственный интеллект или предсказывающее моделирование.

Таблица 15 – Докладчики The Data Science Conference

№	Разработчик	Компания	Темы
1	L. Grossman	Analytic Strategy Partners	Challenges applying data science to cybersecurity
2	D.Carutasu	Microsoft	Experimentation with Microsoft Office 365 SOFTWARE PRODUCTS
3	D.Harkness	National Geographic	Journey to the Cloud, Preparing to Launch
4	S.Watson	Korelasi Data Insights, L.L.C.	A Framework for Detecting Racial Bias in Police Interactions
5	R.Welborn	General Motors	AI/ML-Driven Autonomous Vehicles and Insurance Strategies
6	Y. Halpern	Google	Testing to ensure the fairness of machine-learned algorithms
7	C. Midwinter	Facebook	The Lexical Analogy: Segmenting User Navigation and Engagement Patterns
8	O.Fasehun	USAA	Why Data Science cannot ignore Statistics
9	W. Cedeño	Janssen	Forecasting Clinical Trial Workload for Site Managers
10	N. Hamblenne	KOAN Law Firm	The GDPR impact on scientific research, one year after its entry into force
11	D. Dini	FoodRev	Trends in the current landscape of ethical and socially minded applications of AI
12	J.Guszcza	Deloitte Consulting	AI Ethics
13	A. Gandhi	University of Pennsylvania	Towards an Explainable AI: Economic Science and Regularization
14	D.Hamilton	NASDAQ	AI and Automated Index Management
15	R. Hutchinson	The United States Census Bureau	Big Data Lead, Economic Indicators Division
16	A.Dwivedi	NASDAQ	Transfer Learning for Model as a Service
17	G. Bellone	KeyBank	Data Science and Data Permissible Use: Challenge or Opportunity?
18	I. Gao	Facebook	Demand Forecasting at Facebook
19	G.Iordanescu	Microsoft	Using Transfer Learning as a powerful baseline for Deep Learning
20	J. Jenkins	Google	TensorFlow Probability for Statisticians and Data Scientists
21	M. Kejriwal	University Southern California	Data Science Education



The Industry's Premier Big Data Community Event

<https://dataworkssummit.com/>

Washington, DC, USA

Ведущие предприятия используют передовую аналитику, науку о данных и искусственный интеллект для того, чтобы представить свой опыт работы с клиентами, для его дальнейшего масштабирования.

Таблица 16. – Докладчики The Industry's Premier Big Data Community Event

№	Спикер	Компания	Темы
1	C. O'Neil	Mathbabe.org, New York Times	Big Data Algorithms: For Whom Do They Work?
2	M. Hollison	Cloudera	Unlocking the Power of Data: From the Edge to AI
3	N.Psaki	Pure Storage	Data HUB: A Modern Architecture for Analytics & AI/ML
4	H. Mason	Cloudera	Building an Enterprise AI Factory
5	A. Yang	IBM China	Experience with big data analytics
6	K.Bajda-Pawlikowski	Starburst	Presto: Optimizing Performance of SQL-on-Anything Engine
7	P. Bhadani	Hotels.com	Herding Elephants: Seamless Data Access in Multi-Cluster Clouds
8	D.Chen	Uber	Marmaray: Uber's Open-sourced Generic Hadoop Data Ingestion
9	O. O'Malley	Cloudera	Fast Access to your Complex Data: Avro, JSON, ORC, and Parquet
10	O.Software LLC	Chris Adamson	Advanced Dimensional Modeling: Complete Tour of Modern Best Practices
11	J. Chang	Alibaba Group	Data Science
12	S.Saharan	Imply	Setting the Stage for Fast Analytics



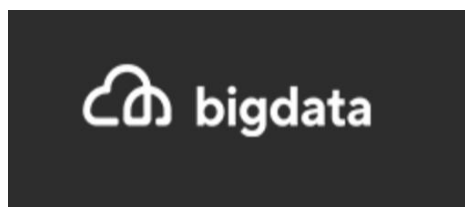
AI & Big Data Expo North America

<https://www.ai-expo.net/northamerica> USA, Silicon Valley

Ведущая в мире конференция AI & Big Data возвращается в конференц-центр Санта-Клары (центр Кремниевой долины). Это ежегодное североамериканское мероприятие. Ключевые направления: большие данные, ИИ, интернет вещей, кибербезопасность, облачные хранилища, блокчейн и 5G.

Таблица 17. – Докладчики конференции AI & Big Data Expo North America

№	Разработчик	Компания	Темы
1	Ernie Ostic	Manta	Leverage Data Lineage to Maximize the Benefits of AI and Big Data
2	Steve Brumer	IoT Group	Data Analytics for AI & IoT: Chair's Welcome and Opening Remarks
3	Ron Sadi	Zeta Global	From Customer Insights to Customer Action: How to Capture Intent Through AI
4	Lars Reinkemeyer	Siemens	Using Process Mining to drive Digital Transformation – the Siemens Case
5	Theo Schlossnagle	Circonus	Keynote Panel: Data analytics for intelligent decision making
6	Samuel Chang	LG Electronics	Process Automation from IoT Data
7	Seymur Mahmudov	Dataforest	Dataforest | Single Venue for all you AI related demands.
8	Rustam Quliyev	Dataforest	Dataforest | Single Venue for all you AI related demands.
9	Ada Draginda	Stitch Fix	Designing a self-service platform to support data science and analytics.
10	Venkatesh Tadinada	CloudKarya	Using AI/ML to predict Equipment Failures
11	Sonal Koul	Articence	Enabling Contextual Intelligence
12	Rajesh V. Surya	Quantify	How do you scale AI in the Enterprise?
13	Chris Tomlinson	Data Science Foundation	Announcement of the winners of the Data Science Foundation Awards
14	Ben Weber	Zynga	Automated Feature Engineering at Zynga
15	Jules Malin	GoPro	Keynote Panel: Creating a data-driven culture
16	Jules Malin	GoPro	Driving change and AI adoption in the enterprise
17	Meenal Iyer	Enterprise Analytics	Blueprint for a successful Data Monetization Strategy
18	Bill Schmarzo	Hitachi Vantara	Afternoon Keynote: Making Big Data the center of your business model
19	Hugh Simpson	Ciklum	Finding the unicorns – building a future ready Data Analytics team



Big Data Conference Europe, <https://bit.ly/2Khmf5>, Вильнюс, Литва

Это техническая конференция с докладами в области Big Data, Data Exploration, High Load, Data Science, Machine Learning и AI (таблица 18).

Таблица 18. - Темы и спикеры конференции Big Data Conference Europe

№	Разработчик	Компания	Темы
1	M. West	Bouvet Norge AS	Deconstructing Deep Learning
2	J. McLoone	Wolfram Research Europe Ltd.	You can AI like an Expert
3	D. Hueltes	RavenPack	Deep Learning for Lazy People... Neural Architecture Search with Machine Learning
4	A. LoPresto	Cloudera	Secure IoT Command, Control, and Exfil with Apache MiNiFi
5	T. Woolfe	IBM	Big Data Information Architecture for AI
6	D. Gorena Elizondo	Microsoft	Knowledge and AI Powering Microsoft & Office 365 Products
7	M. Keinhoerster	Codecentric AG	Practical Data Science - How to Track Your Development Process with DVC
8	M. Winand	Winand.at	More Than a Query Language: SQL in the 21st Century
9	T. Sabsch	Codecentric AG	Practical Data Science - How to Track Your Development Process with DVC
10	D. Čeilutka	Vinted	(Un)ethical Artificial Intelligence: How to Keep the AI Fair for Everyone
11	M. Hostens	Utrecht University	Predicting the Moment of Birth using Sensor Data in Dairy Cows
12	A. Tarasiuk	Legal IT Group	Big Data Legal Issues. GDPR and Contracts
13	T. Frey	Iunera GmbH & Co. KG	Predicting Cryptocurrency Exchange Rates with Stream Processing, Social Data
14	M. Dyrda	Philip Morris International	Data Science at PMI - The Tools of The Trade
15	C. Manuel Duclos-Vergara	Schibsted	Routing Billions of Events a Day: How we Do Routing in Schibsted
16	J. Ortega	New York University	How can Artificial Intelligence use Big Data for Translating Documents
17	R. Ferreira	Confluent	Everything you Wanted to Know about Apache Kafka



Big Data LDN <https://bigdataldn.com/> Лондон, Великобритания

Конференция и выставка посвящены созданию динамичных ИТ-предприятий. Делегаты обучаются на реальных практических примерах и проектах обработки данных.

Таблица 19. – Темы и спикеры конференции Big Data LDN

№	Спикер	Компания	Темы
1	C. Wylie	Cambridge Analytica	The millennials' first great whistleblower
2	R. Kumar	Microsoft	Azure data: unmatched price-performance
3	D. Streetman	Tibco	The great data debate 2019
4	R. Thomas	IBM Data and AI	How AI gives you superpowers
5	C. Freddersen	Microsoft	Introducing the next-generation of analytics on azure
6	C. Carruthers	Carruthers & Jackson	4th industrial revolution report introduction and findings
7	H. Crooks	Lloyd's	Making everyone a data person at Lloyd's
8	J. Engesser	Cloudera	Delivering the enterprise data cloud
9	M. Fergusson	Intelligent business strategies	Building a modern data architecture for the data driven enterprise



Big Data Value Forum <https://www.european-big-data-value-forum.eu/>

Хельсинки, Финляндия

Ассоциация по значению больших данных (*Big Data Value Association*) и Европейская комиссия (Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology) объединили свои усилия для слияния бывшего EDF (European Data Forum) и саммита BDVA. Это было осуществлено путем слияния бывшего EDF (European Data Forum) и саммита BDVA. С тех пор конференция Big Data Value Forum проходит ежегодно. В состав оргкомитета этого мероприятия, помимо BDVA, входят ЕС и VTT, а также многочисленные финские специалисты в области промышленности, инноваций и исследований, а также международные компании и известные в мире исследовательские институты.

Таблица 20. – Темы и спикеры конференции Big Data Value Forum

№	Разработчик	Компания	Темы
1	R. Siilasmaa	Nokia	Machine Learning: a Fundamental Platform Technology
2	N. Gaus	Siemens	Does Europe have a future in AI?
3	B. Liepert	Eu-Robotics	Towards a European AI, Data and Robotics Partnership
4	T. Honkela	University of Helsinki	AI Ethics and “Better” AI Regulation

Продолжение таблицы 20

№	Разработчик	Компания	Темы
5	C. Södergård	VTT	Data-driven Bioeconomy with Big Data and AI
6	Ó. Lázaro	Innovalia	Big Data Driven Smart Connected Factories
7	R. Castiñeira	INDRA	The Transforming Power of Big Data and Artificial Intelligence in Everyday Mobility and
8	L. Kärkkäinen	Nokia	Telecom as the Transformative Enabler for Innovation and Value Creation
9	A. Vasara	VTT	Connecting AI technologies with industry needs - challenging the AI productivity px
10	I. López de Vallejo	DEX	Enabling Data Exchange to unleash full AI potential
11	T. Lehtinen	City of Espoo	AI in Public Sector and Smart Cities
12	M. S. Pérez	UPM	Big Data - HPC
13	M. Petkovic	Philips	Transforming Healthcare with Artificial Intelligence
14	E. Simperl	University of Southampton	Connecting Large and Small Companies around Data and AI
15	C. Strnadl	Software AG	Data Integration & Beyond. Dimensions & Architectures
16	T. Hotti	OP Financial Group	Personal data spaces and My Data
17	F. Şerban	Terrasigna	The EU's Copernicus programme: an opportunity for AI development
18	E. Barredo Capelot	Eurostat	Trusted Smart Statistics – statistical information production in a datafied society
19	J. Domingue	The Open University	Maintaining Trust and Privacy of Personal Data with Blockchains
20	S. Kaski	Finnish Centre for AI	Understandable data-efficient AI
21	D. Bisset	iTechnic, Eu-Robotics	Scaling Horizontal Partnerships for AI
22	N. Bertels	Ku leuven	Legal and ethical challenges in SMI– Balancing risks and innovation in the EU
23	M. Linden	Next Kraftwerke GmbH	How to forecast Germany's largest PV Portfolio



Big Things: Data & AI Conference

<https://www.bigthingsconference.com/>

Мадрид, Испания

Big Data Spain действует с целью повышения осведомленности о технологиях Big Data среди бизнес-сообщества в Испании. Конференция развивалась так же, как и технологии – это Big Data, искусственный интеллект, машинное обучение, IoT, блокчейн, IT-инновации технического прогресса и бизнеса.

Таблица 21. – Темы и спикеры конференции Big Things: Data & AI Conference

№	Разработчик	Компания	Темы
1	Cassie Kozyrkov	Google	Staying Safe in AI Future
2	Joost Volker	Oracle	Beyond the Hype: Entering a New Era of Blockchain Solutions
3	Wael ElRifai	Hitachi Vantara	Smart Trains for a Smart Future
4	Oscar Martinez Rubi	Clear Peaks	The Present and the Future of Cloudera
5	Sophie Watson	Red Hat	Recommendations in the Real World
6	Victor Moreno	Minsait	Transforming Transport: Mobility meets Big Data
7	Joao Neves	Siemens	From Euros to Zero: using Data Structures to reduce costs
8	David Lopez Recio	Minsait	An Image is Worth a Thousand Words
9	Vaibhav Singh	Google	Fairing: Bringing Kubernetes for Data Science
10	Marina Medina	Microsoft	Operationalizing Data Science using Azure stack
11	David Rey	Idealista	Human & AI
12	Alberto Cairo	University of Miami	How Charts Lie
13	Philipp Krenn	Elastic	Data Driven Dashboards with Kibana Canvas
14	Luca Olivari	Amazon Cloud Service	Purpose Built Databases: How Build Modern Apps
15	Daniel Diez	Paradigma Digital	Self Sovereign Identity: Building the pillars of a new data economy
16	Pablo Peris	Microsoft	AI @ Scale
17	German Viscuso	Amazon	The AI behind Alexa
18	Andy Stalman	Totem Branding	And the human being became algorithm



Data Summit, <https://bit.ly/2qr1L0e> Бостон, Массачусетс, США

На конференции обсуждаются инновационные подходы ведущих компаний мира. Data Summit привлекает лучших экспертов и практиков в IT-отрасли. Среди докладчиков представлены специалисты компаний IBM, Uber, Oracle, LinkedIn, Google и многих других.

Таблица 22. – Темы, кейсы и спикеры конференции Data Summit

№	Спикер	Компания	Темы
1	M. Stonebraker	MIT	Big Data, Technological Disruption, and the 800-Pound Gorilla in the Corner
2	L. Levitt	Oracle	Information as Competitive Advantage
3	K. Nevala	SAS	Taking Your Analytics to the Next Level
4	G. Kesari	Gramener Inc.	
5	L. Partner	The Pythian Group	A Big Data Reality Check: A View from the Front Lines of Data Analytics
6	S. Earley	Earley Information Science	The Rise of Artificial Intelligence
7	C. S. Mullins	Mullins Consulting	The New World of Database Technologies
8	A. Buff	SAS Institute	Data Science Best Practices
9	S. Das	Bristol-Myers Squibb	Data Discovery in Data Lakes
10	M. Corey	LicenseFortress	Understanding Cloud Licensing
11	B. Shah	Fannie Mae	Analytics in Action
12	R. Sherman	Athena IT Solutions	Data Lakes: Challenges and Opportunities
13	D. Zburivski	The Pythian Group	Overcoming Big Data Integration Challenges
14	R. Rappaport	IRS-RAAS	Delivering Trusted Data
15	O. Joshi	Uber	Data Lakes in Action
16	W. Ruzicka	EastBanc Technologies	AI Success Factors
17	J. Crume	IBM	Securing the Internet of Things
18	D. Weinberger	Harvard's Berkman Center	Everyday Chaos
19	K. Raman	LinkedIn	Frameworks for the Future
20	S. Robnson	Google	Exploring Machine Learning



Data X Forum

<https://events.argyleforum.com/datax-new-york/#top>

Нью Йорк, США

DATAx New York - это межотраслевое мероприятие. Оказывает содействие в завоевании преимуществ на рынке, благодаря технологиям Big Data.

Таблица 23. – Темы и спикеры конференции Data X Forum

№	Разработчик	Компания	Темы
1	Patrick Surry	Hopper	Implementing an Effective Business-wide Data Strategy
2	Tim Sale	Google Cloud	The Future of the Data Stack: How to be Successful in Your Own Transformation
3	Bruce Tyler	IBM	Fueled by Data & Exponential Technologies – The Cognitive Enterprise
4	Robert Dutcher	Oracle	Maximize the Value of Your Data: Transform Your Business
5	Mark Montgomery	GSK	Deploying AI in the Highly-Regulated Health Science Environment
6	Ken Romano	Associated Press	How the Associated Press Is Utilizing Data Science to Improve Local News Delivery
7	Laura Hamilton	Rally Health	Using the Power of Data to Drive Business Growth
8	Mihaela Nistor	Bloomberg	Utilizing AI to Transform Enterprise Risk Management
9	Anand Dwivedi	Nasdaq	How Nasdaq Transfers Learning for Model as a Service
10	Deepna Devkar	CNN	Building Data Teams
11	Michelle Finneran Dennedy	DrumWave	How to Go from Data Poor to Data Rich Without Getting Sidelined by Compliance
12	Thomas Vincent	Getty Images	How Getty Images Is Balancing Insights, Algorithms & Data Engineering to Increase
13	Dr. Kimin Oh	Samsung	Samsung Electronics Demand Forecasting
14	Lukman Ramsey	Google	Challenges and Progress in Deploying Machine Learning in Production
15	Jacob Olsufka	Spotify	Harnessing the Power of Data to Impact Humanity



*DataWorks Summit, <https://bit.ly/2PUHmet>
Барселона, Испания*

Конференция предоставляет возможность узнать о последних разработках в области искусственного интеллекта, машинного обучения, IoT, облачных вычислений, посетить мероприятие Women in Big Data. Главные вопросы: как применять технологии с открытым исходным кодом для ускорения инициатив по цифровому преобразованию. Мероприятие предлагает примеры инновационных аналитических приложений и систем для: визуализации данных, статистики, машинного обучения, когнитивных систем и глубокого обучения. На конференции обсуждается, как использовать современные средства разработки с открытым исходным кодом для разработки, тестирования и оценки расширенных моделей искусственного интеллекта перед их практическим развертыванием.

Таблица 24. – Темы и спикеры конференции DataWorks Summit

№	Спикер	Компания	Тема
1	M. Hollison	Cloudera	Unlocking the Power of Data: From the Edge to AI
2	A. Brown	IBM	Acceleration the Journey to AI
5	V. Stewart	Pure Storage	Data HUB: A Modern Architecture for Analytics & AI/ML
6	K. Tomak	Commerzbank	Hybrid Cloud as the Central Component of a Digital Transformation
7	J. Robinson	Pure Storage	High-Performance Input Pipelines for Scalable Deep Learning
8	D. Kedem	ING Bank	Model Factory at ING Bank
9	D.B. Durai	Privacera	Securing Data in Hybrid on-premise and Cloud Environments Using Apache Ranger
10	S. Govindan	Cloudera	Hadoop {Submarine} Project: Running Deep Learning Workloads on YARN
11	P. de Vries	KPN	Manage the Digital Transformation with Machine Learning in a Reative Microservices
12	I. Yaffe	Nielsen	Counting Unique Users in Real-Time: Here's a Challenge for You!
13	P. Miller	Forrester Research	IoT Predictions for 2019 and Beyond: Data at the Heart of Your IoT Strategy
14	V. Janz	InnoGames GmbH	Let's Play Flink – Fun with Streaming in a Gaming Company
15	G. Tomchuk	IBM	Unifying the Silos: Optimize your Data Pipeline for Analytics and AI
16	S. Pafka	Epoch (USA)	Better than Deep Learning: Gradient Boosting Machines (GBM)
17	C. Herbe	Audi Business Innovation GmbH	Audi's Hadoop Journey into the Hybrid Cloud
18	O. O'Malley	Cloudera	Protect your Private Data in your Hadoop Clusters with ORC Column Encryption
19	A. Ricky	Hortonworks	What Should be your Transformational Cloud Strategy?
20	R. Iushchenko	ABSA	Cobrix – a COBOL Data Source for Spark
21	N. Vaughan	Bank of England	Promote the Good of the People of the United Kingdom by Maintaining Monetary
22	J. Robinson	Pure Storage	Avoiding Log Data Overload in a CI/CD System While Streaming 190 Billion Events Daily
23	F. Junqueira	Dell EMC	Stream Scaling in Pravega
24	T. Grant	IBM	Introducing Kubeflow (w. Special Guests Tensorflow and Apache Spark)
25	M. Mueller	DATEV eG	Data Beats Emotions – How DATEV Generates Business Value with Data-driven
26	M. Runesson	Tink	Journey in Country of Data Access Governance
27	C. Maike	Cloudera / Hortonworks	Digital Shift in Insurance: How is the Industry Responding with the Influx of Big Data
28	N. Gough	Hortonworks	Apache Nifi Crash Course
29	O. Hein	ORDIX AG	Kudu as Storage Layer to Digitize Credit Processes
30	S. Kewalramani	Cloudera	Machine Learning Model Deployment: Strategy to Implementation

Продолжение таблицы 24

№	Спикер	Компания	Тема
31	V. Gomez	IBM	Operationalize Open Source for AI in the Enterprise
32	M. Elek	Hortonworks	Losing Data in a Safe Way – Advanced Replication Strategies in Apache Hadoop Ozone
33	J. Mertic	The Linux Foundation	Streamline Data Governance with Egeria: The Industry's First Open Metadata Standard
34	A. Basar	Liberty Global	Data Acquisition Automation for NiFi in a Hybrid Cloud environment
35	K. Pandey	Hortonworks	Apache Knox - Hadoop Security Swiss Army Knife
36	H. Mason	Cloudera	Building an Enterprise AI Factory
37	Dr. P. Weckesser	Airbus Defence and Space	Key Lessons for a Successful Digital Transformation
38	S. Hackford	Sophie Hackford	A Race Against the Machines
39	J. Kim	SK Telecom	Apache Druid Auto Scale-out/in for Streaming Data Ingestion on Kubernetes
40	R. Hryniewicz	Hortonworks	Apache Spark 2.4 Bridges the Gap Between Big Data and Deep Learning
41	R. Arora	IBM	Storage Requirements and Options for Running Spark on Kubernetes
42	U. Weber	Telefonica Germany	How to Ingest 16 Billion Records Per Day into your Hadoop Environment
43	D. Chandrasekhar	Cloudera	Addressing Challenges with IoT Edge Management
44	T. Zajonc	Cloudera	Cloud-Native Machine Learning: Emerging Trends and the Road Ahead
45	C. Baenziger	Bloomberg	Data Gloveboxes: A Philosophy of Data Science Data Security
46	A. Bajwa, S. Venkat	Hortonworks	GDPR/Security & Governance Crash Course
47	A. Agarwal	Telefonica O2 UK Ltd	Driving Network and Marketing Investments at O2 by Focusing on Improving
48	N. Poggi	Databricks	Fast and Reliable Apache Spark SQL Releases
49	G. Rånby	Scania CV AB	Building Value Within the Heavy Vehicle Industry Using Big Data and Streaming
50	G. Mariani	Experian	Advanced Analytics and New Big Data
51	A. LoPresto	Hortonworks	Intelligently Collecting Data at the Edge – Intro to Apache MiNiFi
52	A. LoPresto	Hortonworks	Intelligently Collecting Data at the Edge – Intro to Apache MiNiFi
53	C. Wallace	Cloudera	Federated Learning
54	J. L Sánchez	Zurich Insurance	HDP-HDF Auto Scaling on Azure Using Cloudbreak
55	C. Crosbie	Google	An Early Evaluation of Running Spark on Kubernetes
56	S. Marthi	Amazon Web Services	Streaming Topic Model Training and Inference with Apache Flink
57	J. Dere	Cloudera	What's New in Apache Hive
58	E. Scheepstra	Rabobank	Growing a Better Data Lake Together
59	Z. BESIROGLU	Komtas	Observing Intraday Indicators Using Real-Time Tick Data on Apache Superset and Druid
60	T. Spann	Cloudera	Edge to AI: Analytics from Edge to Cloud with Efficient Movement of Machine Data
61	M. Ger	Hortonworks	Best Practices for Managing and Sharing Data in a Connected World

Продолжение таблицы 24

№	Спикер	Компания	Тема
62	G. Iozzia	MSD Biotech	Deep Learning with DL4J on Apache Spark:
63	G. Hermann	bol.com	Journeys from Kafka to Parquet
64	B. Biddulph	Hortonworks	Computer Vision: Coming to a Store Near You
65	I. Yaffe	Nielsen	Stream, Stream, Stream: Different Streaming Methods with Spark and Kafka
66	R. Arana	Cloudera	Parallel/Distributed Deep Learning and CDSW
67	S. Venkat	Hortonworks	Building Data Lakes with Trusted Data in the Age of GDPR: Community Innovations
68	P. Leszczyński	allegro.pl	The Hidden Life of Spark Jobs
69	M. Ger	Hortonworks	Open Source Data Management for Industry 4.0
70	N. Bangarwa	Hortonworks	Druid and Hive Together : Use Cases and Best Practices
71	Dr. W. Masood	T-Mobile Austria	Use-case Analysis to Mitigate Value at Risk in Telecom
72	O. M. Rubi	ClearPeaks	A Journey to a Serverless Business Intelligence, Machine Learning and Big Data
73	V. Raman	Cloudera	Starting with the End in Mind: Learnings from Data Strategies across Companies
74	A. LoPresto	Hortonworks	BYOP: Custom Processor Development with Apache NiFi
75	E. West	Hotels.com	Mutant Tests Too: The SQL
76	B. Rinaldi	Hortonworks	YARN Containerized Services: Fading The Lines Between On-Prem And Cloud
77	T. Spann	Cloudera	Apache Deep Learning 201
78	M. M. Ben Aissa	Credit Agricole Group	Disaster Recovery Experience at CACIB: Hardening Hadoop for Critical,
79	A. Albrecht	Cloudera	A Framework for Developing a Winning Data Project Portfolio
80	N. Basjes	Bol.com	Evolving Streaming Applications
81	R. Hryniewicz	Hortonworks	Data Science Crash Course



ODSC Stockholm Data Science, <https://learnai.odsc.com/>
Стокгольм, Швеция

ODSC –A global community gathering to create the future of AI and Data science. ODSC объединяет специалистов, работающих с программным обеспечением с открытым исходным кодом и большими данными. Цель этой группы Meetup – дать возможность специалистам разрабатывать и представлять лекции, семинары, практические занятия и другие сетевые мероприятия, ориентированные на работу с инструментами с открытым кодом и большими данными.

Section 1: When ready-made data must be tailored and repurposed. The challenge of creating big confidential dataset in science in a public-private partnership. Moderator Flaminio Squazzoni, Professor of Sociology at the University of Milan, Italy. Reports in section 1.

– From population bomb to production paradigm: 50 years of scientific literature on how to feed the world. Authors: Lucia Tamburino, Giangiacomo Bravo, Yann Clough, Kimberly A. Nicholas.

– Data-intensive tools for effective carbon mitigation in forestry. Authors: Jorge L. Zapico, Rafael M. Martins, Johan Bergh, Örjan Vorrei.

– Data analysis for the ALTO project at Linnaeus University. Authors: Mohanraj Senniappan, Yvonne Becherini, Michael Punch, Tomas Bylund.

– A Quantitative Benchmark for the Evaluation of Dimensionality Reduction. Author: Rafael M Martins.

– Visual Learning Analytics of Multidimensional Student Behavior in Self-Regulated Learning. Authors: Marcelo Milrad, Rafael M. Martins.

– Data analysis leading to the discovery of two Active Galaxies in the VHE gamma-ray range. Authors: Tomas Bylund, Yvonne Becherini, Michael Punch, Mohanraj Senniappan.

– Using Data Mining Techniques to Assess Students. Answer Predictions. Authors: Alisa Lincke, Marc Jansen, Marcelo Milrad and Elias Berge.

– Less interest in election results and a bandwagon effect due to poll exposure; an online experiment. Author: Mike Farjam.

– Demo of a Hybrid Asymmetric Collaborative Immersive Analytics System. Authors: Nico Reski, Aris Alissandrakis, Jukka Tyrkkö, Mikko Laitinen, Andreas Kerren.

Section 2: The ascent of Open Science and the European Open Science Cloud

Moderator Giuseppe La Rocca, Customer and Technical Outreach Manager for the EGI Foundation, The Netherlands. Reports in section 2.

– Skeleton Avatar camera Technique as measurement of functional ability in elderly persons. Authors: Amanda Hellström, Sofia Backåberg, Welf Löwe.

– Feature selection in machine learning compared to statistical analysis performed on real-world data. Author: Olof Björnelid.

– New Methods for Community Detection and Analysis of Big Social Networks. Authors: Masoud Fatemi, Jonas Lundberg, Pasi Franti & Mikko Laitinen.

– New tools for measuring weak and strong social ties in social media. Authors: Mikko Laitinen & Masoud Fatemi.

– Analyzing the effect of political trust on hashtag activism and protests. Author: Elizaveta Kopacheva.

– Data challenges in the COMET project. Authors: Yvonne Becherini, Michael Punch, Mohanraj Senniappan, Tomas Bylund.

– Datasets available for machine learning with ALTO. Authors: Mohanraj Senniappan, Yvonne Becherini, Michael Punch, Tomas Bylund.

– Heat and electricity production in the region of Kalmar - reducing greenhouse gas emissions by machine learning methods. Author: Fredrik Ahlgren.

– Neural networks for ALTO: prospects for energy reconstruction. Authors: Tomas Bylund, Yvonne Becherini, Michael Punch, Mohanraj Senniappan.

– Towards a Methodology for Interpretable Dimensionality Reduction in Exploratory Visual Analysis. Author: Rafael M. Martins.

– Bayesian Regression on segmented data using Kernel Density Estimation. Author: Sebastian Hönel, Morgan Ericsson, Anna Wingkvist, Welf Löwe.

Section 3: Machine Learning for better entertainment recommendations: A Nordic perspective. Moderator Antonina Danylenko, Head of Applied Machine Learning at Nordic Entertainment Group. Reports in section 3.

– Computational Social Sciences @DISA 2019: highlights of the year. Author: Giangiacomo Bravo, Professor Social Sciences.

– Gamma-Ray Astronomy at DISA. Yvonne Becherini, Associate Professor Astrophysics.

– DISA Digital Humanities – new answers to old questions. Author: Mikko Laitinen, Professor of English Linguistics.

– Aims, Progress, and Preliminary Results of Visual Analytics Research at DISA. Author: Andreas Kerren, Professor Computer Science.

– Research on eHealth at Linnaeus University – improving data to and from patients. Author: Tora Hammar, Senior Lecturer eHealth.

– Advances with forestry, wood and building technology. Author: Magnus Persson, Doctoral Student, Forestry and Wood Technology.

– Data-driven software quality - Year in review. Author: Morgan Ericsson, Associate Professor Computer Science.

– The false truth about everything being data-driven. Author: Tobias Wagenknecht, Head of Data & Analytics at Aftonbladet.

Безусловно анализировать и сравнивать между собой международные конференции это очень сложное занятие. Но можно попробовать это сделать. Выделим одну конференцию, на наш взгляд, которая задает научный тон для всех остальных. Это конференция AI&Big Data Expo Global (Лондон, Великобритания). Выделим еще три конференции, которые рассматривают практико-ориентированные вопросы. Это конференция AI & Big Data for a Smarter Future (Кремниевая долина), Big Data Toronto (Канада) и Data Science (Москва, Российская Федерация). Выделим конференцию, которая имеет ярко выраженную образовательную направленность – это конференция BIG DATA and Advanced Analytics(Минск, Беларусь).

Заключение

В заключение приведем результаты последней V Международной научно-практической конференции BIG DATA and Advanced Analytics (г. Минск, Беларусь, 2019 года). Конференция проводилась на базе Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР). На конференции рассмотрены следующие вопросы: 1) Big Data and Advanced Analytics для оптимизации IT- решений; 2) Big Data and Advanced Analytics для оптимизации бизнес-решений; 3) Big Data and Advanced Analytics в медицине; 4) Big Data and Advanced Analytics в образовании. Для опубликования в сборнике материалов конференции представлено 120 статей. Значительно расширилась география конференции. Она объединила участников из 32 стран (для сравнения – в прошлом году было представлено 13 стран).

В открытии конференции приняли участие: Цуй Цимин (Чрезвычайный и Полномочный Посол Китайской Народной Республики в Беларуси); Xavier Le Torrivelles (Атташе по сотрудничеству в области высшего и среднего образования Посольства Республики Франция в Беларуси); Monika Sendor (Советник по экономическим вопросам Посольства США в Беларуси); Boris Zibitsker, PhD (Президент компании BEZNext, Чикаго, США, Почетный доктор БГУИР); Старовойтова И. А (Первый заместитель Министра образования Республики Беларусь, кандидат педагогических наук, доцент); Богуш В.А (ректор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доктор физико-математических наук, профессор); Дик С.К (Заместитель председателя

организационного комитета Международной научно-практической конференции BIG DATA and Advanced Analytics, ныне депутат Палаты Представителей Национального собрания Республики Беларусь седьмого созыва, кандидат физико-математических наук, доцент); Шедко Д.Г (Первый заместитель Министра связи и информатизации Республики Беларусь); Тузиков А.В (Генеральный директор Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор).

В конференции приняли участие технические специалисты всемирно известных компаний: Oracle, IBM, DHT Technologies, Fastdev, Teradata, Invisi, Эпам СИСТЕМЗ.

Минская конференция BIG DATA объединила специалистов из известных университетов: университет Сорбонна в Париже (Франция); университет штата Луизиана (США); Лимерикский университет (Ирландия); университет Памуккале (Турция); Кельцкий технологический университет (Польша); Московский государственный университет (Россия); Санкт-Петербургский государственный университет (Россия); Уральский Федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н.Ельцина (Россия); Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилёва (Казахстан); Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Харазми (Узбекистан); Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; Белорусский государственный университет; Белорусский государственный педагогический университет; Академия управления при президенте Республики Беларусь; Гродненский государственный университет имени Янки Купалы; Белорусский государственный медицинский университет.

Активное участие в работе конференции приняли научно-исследовательские институты Национальной академии наук Беларуси и отраслевые научные центры: Объединенный институт проблем информатики; Объединенный институт машиностроения; Институт природопользования; Институт физиологии; Научно-исследовательский институт теории и практики государственного управления Академии управления при Президенте Республики Беларусь; Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь; Белорусская медицинская академия послевузовского образования.

Организована работа круглого стола. Обсуждались следующие вопросы. 1) Социальные риски технологий BIG DATA в условиях индустриальной революции 4.0. 2) Проблемы и перспективы сетивизации и виртуализации образования в условиях индустриальной революции 4.0. 3) Медиабезопасность информационных образовательных технологий. 4) BIG DATA в маркетинге и электронной коммерции. 5) Введение в киберспортивную индустрию и неигровая подготовка в киберспорте.

Спонсоры Минской конференции – это белорусские компании, которые поддержали отечественную и международную IT-конференцию Big Data and Advanced Analytics: ХайКво Солюшенс; Самсолюшнс; Гodel Технолоджис; Бит Софтворкс; СпроАйТи; Виронит; ИТСпро; Фабрика компьютеров, Velcom, Эфкашоп.

В выставке приняли участие следующие компании и организаторы: научно-исследовательские лаборатории БГУИР, Eram Systems, Godel Technologies, MITGroup, Роботек, ГеймСтрим(Wargaming), СофтЛайн, Беларусбанк.

CLASSIFICATION OF ERYTHROCYTES BY THE SPECTRAL ESTIMATES OF THEIR SURFACES' AFM-IMAGES

V.S. DROZDOV

*Instructor of the BSUIR,
Master of Technical
Sciences*

S.K. DZIK, PhD

*Candidate of Physical and
Mathematical Sciences, Associate
Professor, Academician of the
Belarusian Engineering Academy*

K.D. YASHIN, PhD

*Head of the Department of
Engineering Psychology and
Ergonomics BSUIR*

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

E-mail: kafipie@bsuir.by

Abstract. The article analyzes, presents the subject and reveals the experience of international scientific and practical conferences BIG DATA. The analysis of 27 conferences in Russia, Belarus, USA, Great Britain, Canada, Lithuania, Finland, Spain, Sweden.

Keywords: conference, Big Data, speakers, reports, cases

УДК 0004.45:004.65

ИНТЕГРАЦИОННАЯ ШИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ



А.В. Кучинский
Студент БГУИР.
Инженер-программист
в IBA Group



В.Н. Гутковский
Студент БГУИР
Инженер-программист
в IBA Group



И.И. Пилецкий
Доцент кафедры информатики
БГУИР, кандидат физико-
математических наук, доцент,
старший научный сотрудник

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь
IBA-Group, Республика Беларусь
E-mail: alexkuchinskydev@gmail.com

А.В. Кучинский

Сертифицированный архитектор AWS, работает в IBA Group на должности Big Data Engineer. В область интересов входит: распределенная обработка данных, безопасность систем, работа с большими объемами данных, облачные вычисления.

В.Н. Гутковский

Работает full-stack разработчиком в IBA Group, по совместительству менеджер команды. Интересуется веб программированием, высоконагруженными системами, облачными вычислениями.

И.И. Пилецкий

В сфере IT более 47 лет. Участие в разработке нескольких десятков крупных проектов: главный конструктор проекта, главный архитектор программно-информационного обеспечения, руководитель проекта, начальник отдела, заведующий лабораторией (НИИ ЭВМ, Академия наук Беларуси, МБА, БГУИР). Автор десятков исследований, имеет более 95 публикаций.

Аннотация. Современные приложения редко работают изолированно. Приложение не может сделать что-либо значимое без взаимодействия с другими приложениями. Сервис-ориентированная архитектура интегрирует приложения для совместной работы и ускоряет их работу, разбивая приложение на части, которые могут быть объединены друг с другом. Взаимодействие между сервисами (отдельными приложениями) можно реализовать, используя интеграционную шину, которая упрощает вызов службы как для потребителя, так и для поставщика, управляя всеми сложными взаимодействиями между ними. Интеграционная шина не только упрощает вызов службы приложениями (или их частями), но и помогает им передавать данные и распространять уведомления о событиях. На текущий момент программные продукты в сегменте EBS (enterprise service bus) представлены такими крупными компаниями как IBM, Oracle и т.д. При этом отсутствуют полноценное open source решения для данного программного продукта. Наше решение предоставляет легковесную EBS, которая разработана и используется в рамках проекта СКАД ИИ [1] по обработке и анализу больших массивов данных.

Ключевые слова: сервисная шина предприятия, EBS, kafka обработка больших объемов данных, сервис ориентированная архитектура, open source.

Краткая характеристика предметной области. Сервисная шина предприятия реализует множество признанных шаблонов проектирования и спецификаций стандартов. Сервисная шина предприятия (enterprise service bus, ESB) – связующее программное обеспечение, обеспечивающее централизованный и унифицированный событийно-ориентированный обмен сообщениями между различными информационными системами на принципах сервис-ориентированной архитектуры [2, 3].

Сервисная шина реализует ряд важных связующих функций, обеспечивает интеграцию данных и приложений, обеспечивает взаимодействие всех компонент крупной территориально распределенной системы, как по данным, так и по управлению. Является брокером и обеспечивает гарантированную доставку сообщений (MQ) [4]. Служба - сервис, приложение, отдельный компонент для обработки сообщения. Потребитель – это компонент который передает сообщение службе и получает от нее ответ, направляя его для дальнейшей обработки.

Потребитель может вызвать службу синхронно либо асинхронно. С точки зрения потребителя различие заключается в следующем:

- Синхронный потребитель использует один поток для вызова службы; поток передает запрос, блокируется на время выполнения службы и ждет ответ;
- Асинхронный потребитель использует два потока для вызова службы; один - для передачи запроса, второй – для приема ответа.

Понятия асинхронный и синхронный часто путают с понятиями последовательный и параллельный. Последние понятия относятся к порядку выполнения различных задач, в то время как синхронный и асинхронный имеют дело со способом выполнения потоком одной задачи, такой как вызов одной службы. Хорошим способом понять различие между синхронным и асинхронным вызовом является рассмотрение последствий восстановления после сбоя:

- Синхронный. Если у потребителя возникает аварийная ситуация во время блокирования при работе службы, нельзя повторно подключиться к этой службе после перезапуска, поэтому ответ теряется. Потребитель должен повторить запрос и надеяться на отсутствие аварийной ситуации;
- Асинхронный. Если у потребителя возникает аварийная ситуация во время ожидания ответа на запрос, после перезапуска потребитель может продолжать ожидать ответ, то есть ответ не теряется.

Восстановление после сбоя – это не единственное различие между синхронным и асинхронным вызовами, но, если вы пробуете определить стиль конкретного используемого вызова, рассмотрение восстановления после сбоя поможет сделать это. В основе асинхронной ESB лежит известный шаблон Message Bus (Шина сообщений) [4].

Шина сообщений представляет собой набор каналов сообщений (известных также как очереди или темы), обычно настроенных как пары каналов запрос-ответ. Каждая пара представляет службу, которая может быть вызвана потребителем, использующим шину.

Этот потребитель передает сообщение в очередь запросов службы и затем (в асинхронном режиме) слушает очередь ответов для получения результата. Он знает, какой результат соответствует его конкретному запросу, поскольку результат имеет правильный корреляционный идентификатор.

Вызывающий службу потребитель на самом деле не знает о том, кто предоставляет службу. Провайдеры служб тоже подключены к шине сообщений и прослушивают ее на наличие сообщений запросов. Если имеется несколько провайдеров службы, они соревнуются друг с другом как потребители за получение конкретного запроса. Система сообщений, которую реализует шина сообщений, работает как диспетчер сообщений и распределяет сообщения запросов провайдерам служб, каким-либо образом оптимизируя это распределение в зависимости от баланса нагрузки, сетевых задержек и т.д. После получения запроса провайдером службы он выполняет службу и вкладывает результат в сообщение в обусловленную очередь ответов. То есть, провайдер и потребитель никогда прямо не знают о месторасположении друг друга; они знают только о шине сообщений и об адресе соответствующих каналов и могут взаимодействовать посредством общих каналов.

Такая шина сообщений является сущностью ESB, и здесь нет ничего нового. Интеграторы приложений использовали эту технологию более десятилетия, применяя такие продукты обработки очередей сообщений как WebSphere® MQ и TIBCO Enterprise Message Service [4, 5]. На самом деле часто говорят, что если вы используете продукты корпоративного обмена сообщениями, то у вас есть ESB.

Это не так, шина сообщений определенно является основой асинхронной ESB, но полная ESB – это нечто большее. ESB обладает способностями, которые никогда не имели шины сообщений:

- Способностями самоописания;
- Способностями обнаруживаемости,

Недостатком традиционной технологии шины сообщений является отсутствие способности к самоописанию. С точки зрения потребителя существует множество каналов для вызова множества служб. Но какой из этих каналов нужен для вызова потребителем желаемой службы? Потребитель не может просто предать запрос в любой канал запросов; он должен знать правильный канал, использующийся для вызова конкретной службы. В противном случае он может купить авиабилет вместо желаемой книги. Более того, даже после определения (каким-то образом) правильного канала (и канала для прослушивания на наличие ответа), потребитель должен знать формат данных, в котором нужно передать запрос (и в каком формате данных ожидать ответ).

Ниже приведены основные функции промышленных шин предприятия:

- Предоставление точек интеграции, интерфейсов взаимодействия;
- Оркестровка сервисов, маршрутизация (прием сообщений из сервисов отправка сообщений в сервисы);
- Преобразование сообщений;
- Доступ к данным из сторонних информационных систем с помощью готовых или специально разработанных адаптеров;
- Поддержка синхронного и асинхронного способа вызова служб;
- Использование защищенного транспорта, с гарантированной доставкой сообщений поддерживающего транзакционную модель;
- Обработка ошибок;
- Логирование;
- Разнообразные механизмы контроля и управления;
- Функции аудита;
- Функции самоописания;
- Функции самообнаружения.

Основные промышленные ESB (не open source) применяются для разработки крупных корпоративных систем:

1. WebMethods (Software AG, семейство продуктов WebMethods, поглощённой одноимённой компанией);
2. ActiveMatrix Service Bus (Tibco);
3. Oracle Service Bus (Oracle, семейство Fusion Middleware);
4. WebSphere Message Broker (IBM, семейство WebSphere)

Достоинствами вышеперечисленных промышленных ESB является:

- 1) Организация размещения существующих систем осуществляется быстрее и дешевле;
- 2) Повышение гибкости;
- 3) ESB основывается на общепризнанных стандартах.
- 4) Наличие большого количества конфигурации для интеграции

При этом все они обладают следующими недостатками:

- 1) Сложность реализации;
- 2) Требование больших ресурсов;
- 3) Сложность установки;
- 4) Является платным программным обеспечением, т.е. не open source.

Перечисленные недостатки являются критическими для небольшого и среднего размера систем, где многие функции и конфигурации промышленных аналогов иногда просто не нужны.

В качестве MQ очереди, можно использовать open source решения:

- Apache Kafka [6];
- RabbitMQ [7].

Данные решения очередей сообщений не обладают функциями самоописания, само обнаруживаемости, управления. Они могут использоваться как один из компонентов ESB, но не вместо него.

Решение по разработке на базе Apache Kafka ESB для СКАД ИИ [1]. Управляющий компонент системы комплексного анализа данных интернет источников является легковесным аналогом EBS - промышленных продуктов, в котором реализованы специфичные для конкретной системы функции.

Для решения имеющейся задачи была предложена реализация управляющего компонента (шины предприятия, ESB) на базе Apache Kafka и Spring Framework.

Компонент системы представляет собой единую интеграционную платформу, как по данным так и по компонентам (приложениям) системы. УК обеспечивает взаимодействие всех компонентов, поддерживает все возможные форматы данных и является брокером СКАД ИИ (см. рисунок 1 и рисунок 2).

Так, УК обрабатывает следующие форматы входных и выходных данных:

- Документы публикаций (pdf, docx, txt, doc).
- Сложные JSON объекты.
- HTTP запросы.

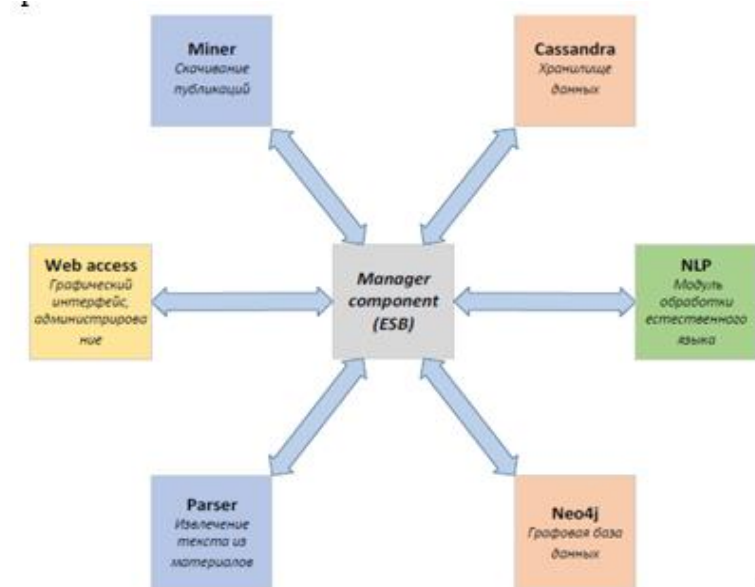


Рисунок 1. – Общая архитектура СКАД ИИ

Сама СКАД ИИ построена на принципах сервис-ориентированной архитектуры, где каждый компонент представляет собой сервис – отдельный и независимый модуль. Для реализации взаимодействия между компонентами используется разработанная сервисная шина ESB и RESTful, использующий HTTP протокол для передачи данных по сети. Внутри компонента обмен данными осуществляется издателями и подписчиками, которые, в свою

очередь, используют очереди сообщений.

Функции выполняемые ESB СКАД ИИ:

- Наличие обобщенного подхода (интерфейса, абстрактного класса) к обработке входящих и исходящих запросов/данных.
- Синхронная обработка событий с возможностью запуска нескольких потоков.
- Передача данных между компонентами должна осуществляться по HTTP протоколу.
- Передача данных внутри управляющего компонента должна осуществляться через очереди.
- В качестве менеджера очередей используются следующие продукты: Apache Kafka, Zookeeper.
- Компонент предоставляет возможность конфигурации рабочих очередей.
- Компонент предоставляет возможность конфигурации адресов сторонних сервисов.
- Реализован механизм обработки исключительных ситуаций
- Реализовано логирование.
- Функция получения информации об очередях.
- Функция получения информации о процессах и их статусов.
- Функция получения описания подключенных компонентов.
- Внедрение управляющего компонента не вызвало кардинального изменения уже существующих компонентов.
- Исключено прямое взаимодействие между компонентами, все операции осуществляются через обращения к интерфейсам управляющего модуля.

На рисунке 2, приведена логическая схема работы управляющего компонента СКАД ИИ. Для каждого модуля определены свои бизнес процессы.

На рисунке 3 приведена схема потоков данных и подписчики, издатели, очереди, а также брокеры, участвующие в передачи данных непосредственно внутри управляющего компонента.

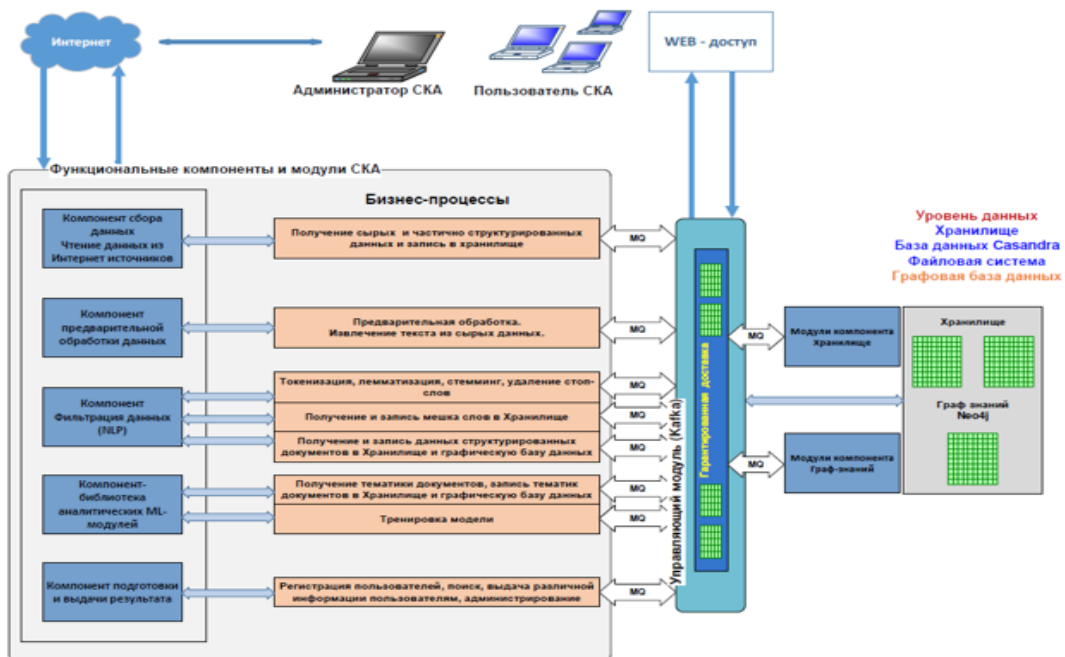


Рисунок 2. –Логическая схема работы управляющего компонента СКАД ИИ

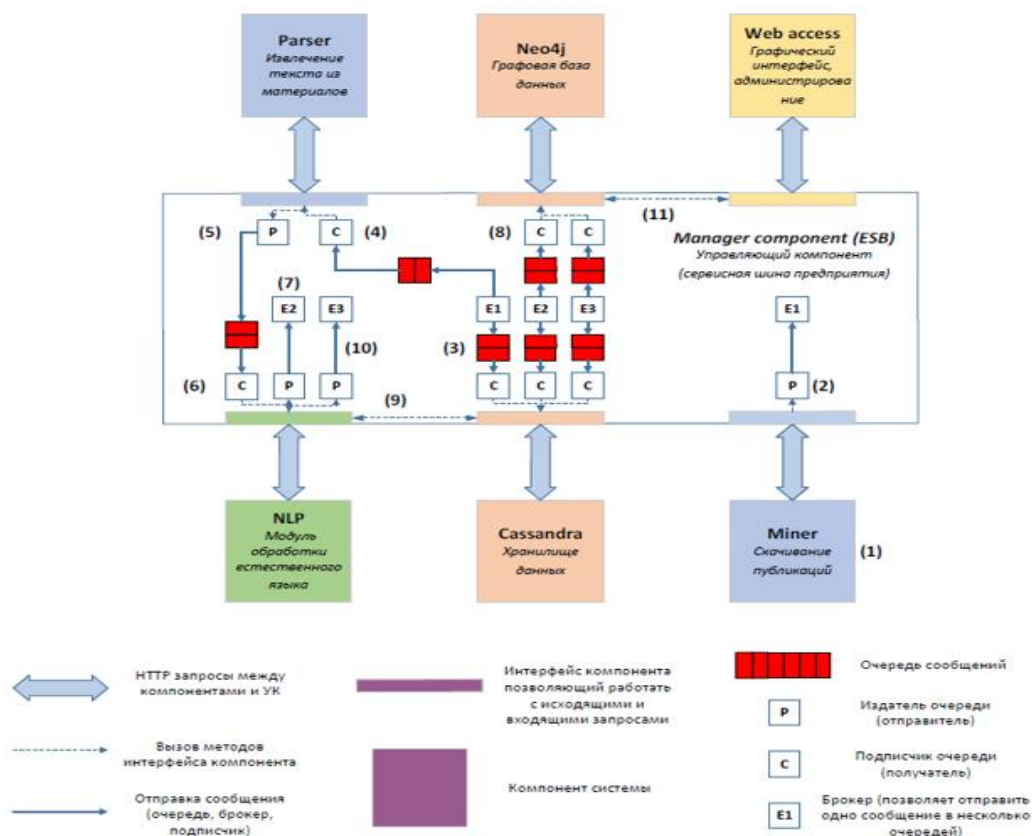


Рисунок 3. – Схема потоков данных

Основной результат:

Разработан управляющий компонент СКАД ИИ, который обеспечивает: автономную постоянную работу всех компонент системы, гарантированную доставку данных, взаимодействие всех компонент, надежное функционирование системы в целом (остановка работы одного из компонент не приводит к остановке работы всей системы в целом), мониторинг работы системы как по управлению, так и по данным, гибкую архитектуру системы, любой компонент может быть модифицирован независимо от другого, может быть добавлен новый компонент с другой функциональностью.

Данный подход может быть применен при разработке других сложных систем.

Список литературы

- [1.] Батура М.П., Пилецкий И.И., Прытков В.А., Волорова Н.А., Козуб В.Н. Система комплексного анализа данных интернет источников // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 13–14 марта 2019 года). В 2 ч. Ч. 2 / редкол. : В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – 379 с. ISBN 978-985-543-484-0 (ч. 2)..p/172-187
- [2.] <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [2] Сервисная шина предприятия. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Дата доступа: 24.02.2020.
- [3.] <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ws-whyeb/index.html> [3] Зачем разработчикам нужна Enterprise Service Bus? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ws-whyeb/index.html> Дата доступа: 28.02.2020
- [4.] <https://www.ibm.com/products/mq/deployment> [4] Deploy IBM MQ everywhere your data is. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.ibm.com/products/mq/deployment> Дата доступа: 28.02.2020.
- [5.] <https://www.tibco.com/products/tibco-enterprise-message-service> [5] TIBCO Enterprise Message Service [Электронный ресурс] / Режим доступа: / Режим доступа: <https://www.tibco.com/products/tibco-enterprise-message-service> Дата доступа: 28.02.2020.
- [6.] <https://kafka.apache.org/> [6] Apache Kafka. [Электронный ресурс] / Режим доступа: / Режим доступа: <https://kafka.apache.org/> Дата доступа: 28.02.2020.

<https://www.rabbitmq.com/#getstarted>[7] RabbitMQ is the most widely deployed open source message broker. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.rabbitmq.com/#getstarted> Дата доступа: 28.02.2020.

Key words: enterprise service bus, EBS, big data processing, service oriented architecture, open source

ENTERPRICE SERVICE BUS FOR BIG DATA PROCESSING

A.V. KUCHYNSKI

*Student of Belarusian State
University of Informatics
and Radioelectronics.
Software engineer IBA-
Group.*

U.N. HUTKOUSKI

*Student of Belarusian
State University of
Informatics and
Radioelectronics. Software
engineer IBA-Group.*

I.I. PILETSKI

*PhD
Associate Professor of
Informatics Department
of the BSUIR*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
IBA-Group, Republic of Belarus
E-mail: alexkuchinskydev@gmail.com*

Abstract. Nowadays modern applications are not working in isolated environment. Programs are communicating with each other with goal to perform requested operation. Service oriented architecture integrates applications and speeds up processing time decoupling this applications into separate parts making them loosely coupled. Communication between these services (separate applications) can be implemented using enterprise service bus (ESB). Bus simplifies communication between services both for producer and consumer, managing messages circulation between them. Enterprise service bus not only makes process of calling services easier, but also helps transferring data between system parts, delivery events, guarantee fault tolerance. Currently EBS software is represented by leading companies such as IBM, Oracle, etc. At the same time there is no open source projects devoted to this component. Our solution provides custom EBS which help us orchestrate services in local project which is devoted to massive data processing.

УДК 159.9.016.4

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАБОТЫ ИНФРАКРАСНОЙ КАБИНЫ С БИОТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ НА ОСНОВАНИИ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



А.В. Воробей
Магистрант кафедры
ИПиЭ БГУИР



М.М. Меженная
Доцент кафедры ИПиЭ
БГУИР, кандидат технических наук,
доцент



А.Н. Осипов
Проректор по научной
работе БГУИР,
кандидат технических
наук, доцент



М.Х-М. Тхостов
Старший научный сотрудник БГУИР



И.А. Телеш
Доцент кафедры ИПиЭ БГУИР, кандидат
географических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: vorobey@bsuir.by, mezhennaya@bsuir.by, osipov@bsuir.by, tia32@bsuir.by

А.В. Воробей

Окончила Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка» по специальности Биология и химия. Обучается в магистратуре БГУИР по специальности «Психология труда, инженерная психология, эргономика», выполняет исследования в рамках магистерской диссертации на тему «Система обеспечения безопасности труда при воздействии инфракрасного излучения на физиологические параметры человека»

М.М. Меженная

Окончила БГУИР по специальности Медицинская электроника. Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, руководит научными исследованиями в области цифровой обработки и анализа биомедицинских сигналов и изображений.

А.Н. Осипов

Проректор по научной работе БГУИР, кандидат технических наук, доцент, руководит научными исследованиями в области разработки лечебно-диагностических аппаратно-программных комплексов с биотехнической обратной связью.

М. Х-М. Тхостов

Старший научный сотрудник БГУИР, специализируется на разработке технических систем инфракрасного нагрева.

И.А. Телеш

Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат географических наук, доцент. Окончила Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка» и аспирантуру Белорусского государственного университета по специальности «Геоэкология». Одним из направлений научных исследований является область изучения влияния биоклиматических ресурсов на физиологическое, тепловое состояние организма человека.

Аннотация. В статье описаны результаты исследований воздействия инфракрасного (ИК) излучения на физиологические параметры человека при различных режимах работы ИК кабины. По результатам исследований описывается эффективный режим воздействия инфракрасного излучения на организм человека, а также предлагается оптимизированный алгоритм биотехнической обратной связи в инфракрасной кабине.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, инфракрасная кабина, мониторинг физиологических показателей человека, эффективный режим работы инфракрасной кабины, потоотделение, алгоритм, биотехническая обратная связь.

Введение. Инфракрасная (ИК) кабина – это устройство для проведения тепловых процедур, в котором располагаются нагревательные элементы, излучающие в инфракрасном диапазоне волн.

Инфракрасная (ИК) кабина предназначена для быстрого, эффективного и глубокого внутреннего прогрева организма человека инфракрасным (тепловым) излучением до интенсивного потоотделения [1,2]. Она имеет широкое применение в оздоровительной, лечебной и спортивной практике, а также удобна для использования в быту. В таблице 1 представлены существующие аналоги ИК кабины и их характеристики [3]. Недостатками аналогов являются: высокая рабочая температура ИК кабины, отсутствие контроля за состоянием физиологических показателей пользователя, высокое потребление мощности при проведении ИК терапии, преимущественно сидячее положение пользователя при проведении ИК терапии.

Коллективом авторов (М.Х-М. Тхостов, А.Н. Осипов, М.М. Меженная, В.Ю. Драпеза, А.В. Воробей) разработана инновационная инфракрасная кабина с биотехнической обратной связью, решающая задачу повышения эффективности и безопасности физиотерапевтической процедуры ИК прогревания [4,5]. По сравнению с существующими аналогами разработанная ИК кабина обладает следующими преимуществами:

1) Коротковолновой диапазон инфракрасного излучения (0,75-1,5 мкм) обеспечивает максимальную глубину проникновения ИК излучения в ткани человеческого организма.

2) Низкий рабочий диапазон температур ИК кабины (40-42°C) по сравнению с существующими аналогами (Harvia, WELLNES, Uborg и др.: более 45°C). Это позволяет расширить сферу применения ИК терапии за счет устранения ограничений на использование ИК кабин у пользователей с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

3) Низкое энергопотребление: потребляемая мощность ИК кабины составляет 0,4 кВт/ч, что значительно ниже по сравнению с аналогами (не менее 0,9 кВт/ч).

4) Мониторинг физиологических показателей пользователя позволяет получить диагностическую информацию о текущем функциональном состоянии человека и использовать эту информацию для автоматического управления параметрами ИК процедуры, начиная от регулировки температурных режимов и заканчивая полным прекращением процедуры при необходимости [4,5].

5) Мобильность: конструкция ИК кабины и ее вес позволяют проводить оздоравливающие тепловые процедуры как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях.

Таблица 1. – Существующие аналоги ИК кабины и их характеристики

Бренд ИК кабины	Диапазон ИК-излучения, мкм	Рабочая температура, °С	Рабочее положение ИК кабины	Мощность, Вт	Контроль теплового режима	Контроль состояния человека	Размещение человека
Harvia (Финляндия)	4-17	60	вертикальное	1340 - 1820	нет	нет	сидя/стоя
WELLNESS (Австрия)	4-17	40-60	вертикальное	1500 - 1750	нет	нет	сидя/стоя
Balio (Россия)	4-4,5	До 45	вертикальное	550 - 825	нет	нет	сидя
TW (Германия)	4-4,5	60-65	вертикальное	600 - 800	автоматический	нет	сидя
Кору (Россия)	2-10	35-50	вертикальное	1500 - 1820	нет	нет	сидя/стоя
Uborg (Россия)	0,7-3	35-47	вертикальное	1500 - 1850	нет	нет	сидя/стоя
KLAFS (Германия)	4-4,5	40-45	вертикальное	1280 - 1900	автоматический	нет	сидя/лежа
<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> – Выделены удовлетворительные характеристики </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #ffe0b2; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> – Выделены неудовлетворительные характеристики </div>							

С целью результативного прогревания организма человека (в частности, для интенсивного выведения токсинов за счет усиленного потоотделения) требуется экспериментально установить эффективный режим воздействия инфракрасного излучения на организм человека с последующей его реализацией в разработанной ИК кабине.

Основные результаты исследований, их научная и практическая роль. Для исследования воздействия ИК-излучения на физиологические параметры человека были проведены три серии экспериментов.

В рамках всех экспериментов пользователь размещался в горизонтально расположенной инфракрасной кабине. На теле пользователя размещались датчики температуры, пульса и давления для контроля физиологических параметров. Далее выполнялось включение ИК кабины и датчиков теплового режима. Исследование включало процессы разогрева ИК кабины, собственно ИК прогревания, а также восстановления физиологических показателей пользователя по окончании процедуры. В течение каждого

этапа пользователь находился в ИК кабине, выполнялась регистрация параметров теплового режима, а также физиологических показателей человека. До начала и после окончания исследования измерялся вес пользователя для оценки интенсивности потоотделения, что является показателем эффективности процедуры ИК прогревания.

В первой серии экспериментов приняло участие 8 человек (7 мужчин, 1 женщина, средний возраст испытуемых 21 год). Суммарное время разогрева ИК кабины и ИК прогревания каждого испытуемого составило 20 минут, при этом температура окружающей среды равнялась 22°C. Температура воздуха внутри ИК кабины в области тела человека после 10 минут процедуры составляла 37-38°C, а к концу процедуры равнялась 40-42°C. При этом температура непосредственно на голове человека находилась на уровне 31-32°C, а температура в области туловища составляла 40°C к концу процедуры. За время ИК процедуры верхнее давление уменьшилось на $4,13 \pm 6,15$ мм.рт.ст., нижнее давление уменьшилось на $13,25 \pm 13,75$ мм.рт.ст. При этом потеря веса составила -368 ± 342 г.

Во второй серии экспериментов участвовало 10 человек (7 мужчин и 3 женщины, средний возраст испытуемых 22 года). Суммарное время разогрева ИК кабины и ИК прогревания каждого испытуемого составило 30 минут, при этом температура окружающей среды равнялась 17°C. Температура воздуха внутри ИК кабины в области тела человека после 10 минут процедуры составляла 34-36°C, а к концу процедуры равнялась 38-40°C. При этом температура непосредственно на голове человека находилась на уровне 30,5°C, а температура в области туловища составляла 38-39°C к концу процедуры. За время ИК процедуры верхнее давление уменьшилось на $14,57 \pm 14,94$ мм.рт.ст., нижнее давление уменьшилось на $16,00 \pm 9,78$ мм.рт.ст. При этом потеря веса составила всего -93 ± 53 г. Из этого следует, что из-за низкой температуры окружающей среды часть энергии уходила на обогрев комнаты, для разогрева ИК кабины требовалось больше времени, в связи с чем время сеанса в 30 минут оказалось недостаточным для выхода на полноценный режим прогревания. Сделан вывод о недостаточной эффективности диапазона температур в 38-40°C.

В третьей серии экспериментов участвовало 5 человек (5 мужчин, средний возраст испытуемых составил 22 года). Суммарное время разогрева ИК кабины и ИК прогревания каждого испытуемого составило 50 минут, при этом температура окружающей среды составляла 21°C. Температура воздуха внутри ИК кабины в области тела человека после 10 минут процедуры составляла 37-38°C, а к концу процедуры равнялась 40-42°C. При этом температура непосредственно на голове человека находилась на уровне 29-30,5°C, а температура в области туловища составляла 38-39°C. Верхнее артериальное давление уменьшилось на $3,20 \pm 8,96$ мм.рт.ст., а нижнее артериальное давление уменьшилось на $5,40 \pm 11,52$ мм.рт.ст. При этом потеря веса составила -418 ± 171 г., что значительно больше, чем в предыдущих исследованиях.

Для оценки эффективности режима воздействия ИК излучения на организм человека предложен коэффициент K , равный отношению потери веса пользователя ΔW к максимальной рабочей температуре воздуха в ИК кабине на уровне тела человека $T_{max}^{air_near_body}$:

$$K = \frac{\Delta W}{T_{max}^{air_near_body}}$$

Основные результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные результаты исследований

Исследование		1	2	3
Количество испытуемых		8 человек	10 человек	5 человек
Время процедуры		20 минут	30 минут	50 минут
Температура окружающей среды, °С		22	17	21
Рабочий диапазон температуры, °С	После 10 минут	37-38	34-36	37-38
	В конце процедуры	40-42	38-40	40-42
Температура головы (после окончания процедуры), °С		31-32	30,5	29-30,5
Температура человека вдоль туловища (после окончания процедуры), °С		40	38-39	38-39
Вес, г		-368 ± 342	-93 ± 53	-418 ± 171
Давление верхнее, мм.рт.ст.		-4,13 ± 6,15	-14,57 ± 14,94	-3,20 ± 8,96
Давление нижнее, мм.рт.ст.		-13,25 ± 13,75	-16,00 ± 9,78	-5,40 ± 11,52.
Пульс, ударов в минуту		12,63 ± 9,16	14,00 ± 13,08	20,60 ± 9,29
Коэффициент эффективности (К), г/°С		8,76	2,33	9,95
<p> – Выделены удовлетворительные характеристики</p> <p> – Выделены неудовлетворительные характеристики</p>				

На основании вышеизложенного целесообразно сделать следующие выводы:

–Эффективное прогревание человека происходит при рабочих температурах воздуха внутри ИК кабины (на уровне тела человека) в интервале от 40°С до 42°С (коэффициент (К) оценки эффективности режима воздействия ИК излучения на организм человека в третьем эксперименте достиг наибольшего значения). Такой температурный режим уже способствует интенсивному потоотделению, но еще не приводит к дискомфортным ощущениям и нежелательной нагрузке на сердечно-сосудистую систему.

–Началом ИК прогревания следует считать момент выхода ИК кабины на рабочую температуру 40°С. Время разогрева зависит от температуры окружающей среды.

–Длительность процедуры собственно ИК прогревания (без учета разогрева кабины) определяется врачом, при этом рекомендуемой является длительность в 30 минут (это согласуется с практическим опытом физиотерапевтов).

–На основании мониторинга показателей теплового режима ИК кабины необходимо автоматически поддерживать внутри нее температурный режим от 40°С до 42°С во время периода ИК прогревания.

–Контроль состояния физиологических параметров пользователя при проведении ИК терапии и автоматическая корректировка мощности ИК излучателей позволит сделать процедуру ИК прогревания безопасной для пользователей.

Вышеперечисленное составило основу алгоритма биотехнической обратной связи в инфракрасной кабине [6]. По результатам исследований удалось уточнить эффективный рабочий диапазон температур, а также критерий окончания периода разогрева и начала собственно периода терапии – достижение температуры в 40°С. Установленная температура

начала ИК терапии гораздо ниже температур существующих аналогов. Это позволяет минимизировать тепловую нагрузку на организм человека при сохранении эффективности прогревания (рисунок 1).



Рисунок 1. – Общий алгоритм биотехнической обратной связи в разработанной инфракрасной кабине

В основу управления воздействием ИК излучения на организм человека положены два информационных канала – данные с датчиков теплового режима и данные от датчиков физиологических показателей пользователя.

Для контроля теплового режима внутри ИК кабины используются:

$T_i^{air_near_body}$ – температура воздуха внутри ИК кабины, зарегистрированная в области туловища человека в текущий (i-ый) момент времени;

$T_i^{air_near_head}$ – температура воздуха внутри ИК кабины, зарегистрированная в области головы человека в текущий (i-ый) момент времени.

Для оценки физиологических показателей пользователя используются:

$T_{i}^{human_body}$ – температура пользователя, находящегося внутри ИК кабины, зарегистрированная в области туловища в текущий (i-ый) момент времени;

$T_{i}^{human_head}$ – температура пользователя, находящегося внутри ИК кабины, зарегистрированная в области головы в текущий (i-ый) момент времени;

$Pressure_{i}^{systolic}$ – верхнее артериальное давление пользователя, находящегося внутри ИК кабины, зарегистрированное в текущий (i-ый) момент времени;

$Pressure_{i}^{diasystolic}$ – нижнее артериальное давление пользователя, находящегося внутри ИК кабины, зарегистрированное в текущий (i-ый) момент времени;

$Pulse_{i}^{diasystolic}$ – пульс пользователя, находящегося внутри ИК кабины, зарегистрированный в текущий (i-ый) момент времени.

В процессе ИК процедуры должны соблюдаться следующие условия теплового режима воздуха внутри ИК кабины:

$$40^{\circ}\text{C} \leq T_{i}^{air_near_body} \leq 42^{\circ}\text{C}, \\ T_{i}^{air_near_head} \leq 32^{\circ}\text{C}.$$

Это с одной стороны обеспечивает эффективное прогревание тела человека (в частности, температура тела человека повышается до $38,5^{\circ}\text{C}$, что имитирует естественную реакцию организма на инфекционные процессы, активизирует защитные механизмы, подавляет деятельность болезнетворных бактерий и вирусов), а с другой стороны еще не вызывает нежелательного перегрева и негативных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы человека.

Во время мониторинга физиологических показателей пользователя характер изменения перечисленных биопараметров свидетельствует о происходящих в организме естественных адаптивных процессах терморегуляции. При этом ИК кабина с биотехнической обратной связью позволяет исключить переход в режим перегрузки и насыщения, критерием наступления которого является превышение вышеуказанными показателями допустимых величин. Для этого разработана двухуровневая система корректировки (рисунок 2).

Двухуровневая система корректировки работает следующим образом:

– Если показатели относительного отклонения физиологических параметров пользователя превышают допустимые значения (устанавливаются программно и определяются врачом), выполняется уменьшение тепловой нагрузки на организм человека посредством снижения мощности ИК излучателей.

– Превышение максимально допустимых абсолютных значений физиологических параметров (устанавливаются программно и определяются врачом) является поводом для прекращения ИК процедуры (отключение ИК излучателей блоком управления) и последующей консультации с врачом.

Заключение. Авторами разработана ИК кабина с биотехнической обратной связью. Целевая аудитория для разработанной ИК кабины включает два сегмента: 1) молодые люди, ведущие активный образ жизни (использование ИК кабины в целях оздоровления); 2) люди зрелого и пожилого возраста, в том числе люди с сердечно-сосудистыми заболеваниями (использование ИК кабины с лечебной целью).

Экспериментально установлен эффективный режим воздействия инфракрасного излучения на организм человека. Для оценки эффективности воздействия предложен коэффициент, равный отношению потери веса пользователя к максимальной рабочей температуре воздуха в ИК кабине на уровне тела человека.

По результатам трех серий экспериментов сделан вывод: эффективное прогревание человека происходит при рабочих температурах воздуха внутри ИК кабины (на уровне тела человека) в интервале от 40°C до 42°C (коэффициент эффективности режима воздействия ИК излучения на организм человека в третьем эксперименте достиг наибольшего значения).

Началом ИК прогревания следует считать момент выхода ИК кабины на рабочую температуру 40°C. На основании мониторинга показателей теплового режима ИК кабины необходимо автоматически поддерживать внутри нее температурный режим от 40°C до 42°C во время периода ИК прогревания.

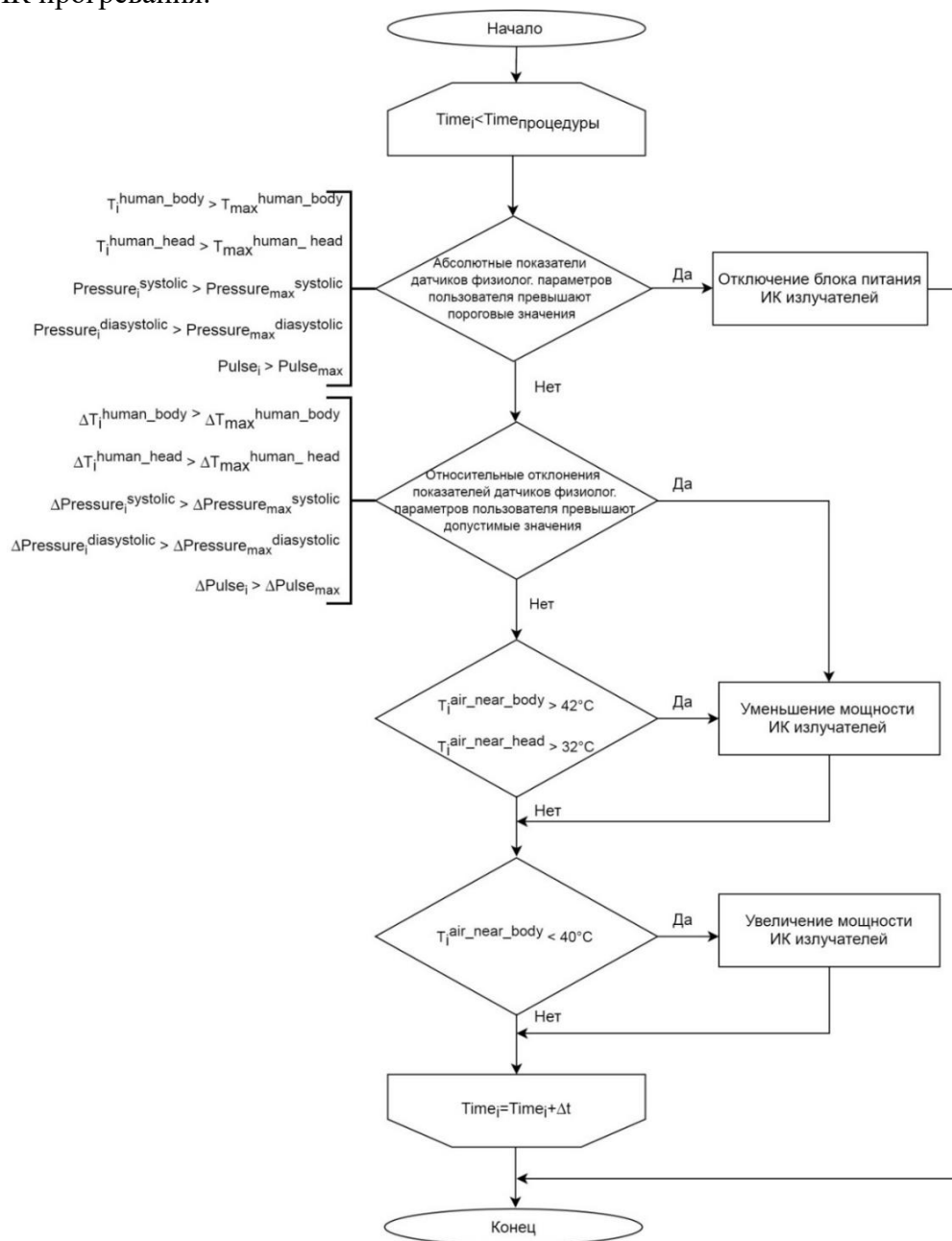


Рисунок 2. – Алгоритм этапа ИК терапии

Вышеперечисленное составило основу алгоритма биотехнической обратной связи в инфракрасной кабине. В основе управления воздействием ИК излучения на организм человека находятся два информационных канала – данные с датчиков теплового режима и данные от датчиков физиологических показателей пользователя. Во время мониторинга физиологических показателей пользователя характер изменения физиологических показателей пользователя свидетельствует о происходящих в организме естественных адаптивных процессах терморегуляции. Контроль состояния физиологических параметров пользователя при проведении ИК терапии и автоматическая корректировка мощности ИК

излучателей позволяет сделать процедуру ИК прогревания безопасной для пользователей. По результатам исследований удалось уточнить эффективный рабочий диапазон температур, а также критерий окончания периода разогрева и начала собственно периода терапии – достижение температуры 40°C.

Разработанная ИК кабина может быть использована в санаторно-курортных организациях и учреждениях здравоохранения Республики Беларусь.

Список литературы

[1.] Инфракрасная кабина с биотехнической обратной связью: пат. 11587 Респ. Беларусь, МПК А61Н33/06 / А.Н. Осипов, М.Х.-М. Тхостов, М.М. Меженная, В.А. Кульчицкий, М.В. Давыдов, Д.А. Котов, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, Н.С. Давыдова, В. Ю. Драпеза // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2018. – № 1 (120). – С. 169-170.

[2.] 4-я Международная конференция по нанотехнологиям и биомедицинской инженерии [2] Mezhennaya M.M., Vorobey A.V., Drapeza V.Y., Osipov A.N., Dick S.K., Thostov M. X.-M. Profile Forming of Infrared Cabin User's Biomedical Indicators. ICNBME-2019: 4-я Международная конференция по нанотехнологиям и биомедицинской инженерии. 2019; Volume 77: 421-425.

<https://cdelayremont.ru/obzor-infrakrasnyh-saun>[3] Обзор инфракрасных саун [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cdelayremont.ru/obzor-infrakrasnyh-saun>. Дата доступа: 20.01.2020.

[4.] Инфракрасные сауны Uborg [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.uborgsauna.ru>. Дата доступа: 20.01.2020.

[5.] А.Н. Осипов, М.Х.-М. Тхостов, М.М. Меженная, В.А. Кульчицкий, М.В. Давыдов, Д.А. Котов, Н.И. Стетюкевич, В.Ф. Шевцов, Н.С. Давыдова, В. Ю. Драпеза. Инфракрасная кабина с автоматическим управлением параметрами воздействия на основе физиологических показателей пользователя. Научно-практический и научно-теоретический журнал «Новости медико-биологических наук». Мн., Т.15, №1, 2017. С. 66-71.

[6.] М.М. Меженная, В.Ю. Драпеза, М.Х.-М. Тхостов, Н.С. Давыдова, М.В. Давыдов. Алгоритм автоматического управления режимами работы инфракрасной кабины по результатам мониторинга физиологических показателей пользователя. Сборник научных статей XI международной научно-технической конференции «Медэлектроника–2018. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии». Мн., 2018. С. 71-75.

OPTIMIZATION OF THE INFRARED CABIN OPERATION ALGORITHM WITH BIOTECHNICAL FEEDBACK BASED ON RESEARCH

A.V. Vorobey

*Master of Engineering
Psychology and
Ergonomics Department,
BSUIR*

M.M. Mezhennaya

*Associate Professor of Engineering
psychology and ergonomics
BSUIR, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor*

A.N. Osipov

*Pro-Rector on scientific
work BSUIR, Candidate
of Technical Sciences,
Associate Professor*

M.H.-M. Thostov

Senior Researcher, BSUIR

I.A. Telesh

Associate Professor of Engineering

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: vorobey@bsuir.by*

Abstract. The article describes the results of research into the influence of infrared (IR) radiation on human physiological parameters at different modes of IR cabin operation. According to the research results, the effective mode of infrared radiation exposure on the human body is described, and an optimized algorithm of biotechnical feedback in the infrared cabin is proposed.

Keywords: infrared radiation, infrared cabin, monitoring of human physiological parameters, effective mode of operation of infrared cabin, sweating, algorithm, biotechnical feedback.

УДК 004.934.2+534.784

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ НАРУШЕНИЯ ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С БОКОВЫМ АМИОТРОФИЧЕСКИМ СКЛЕРОЗОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ



Д.С. Лихачев,
Доцент кафедры
ЭВС БГУИР, к.т.н.,
доцент



Е.С. Наркевич
Студентка 4 курса
специальности
«ЭВС», ФКСиС,
БГУИР



Ю.Н. Рушкевич
Главный научный
сотрудник
неврологического
отдела РНПЦ
неврологии и
нейрохирургии,
д.м.н., доцент



М.И. Вашкевич,
Доцент кафедры
ЭВС БГУИР, к.т.н.,
доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии
E-mail: vashkevich@bsuir.by

Д.С. Лихачев

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР) по специальности «Электронные вычислительные средства». Кандидат технических наук. Работает доцентом кафедры ЭВС в БГУИР. Научное направление: методы обработки речевых сигналов.

Е.С. Наркевич

Студентка 4-го курса БГУИР специальности «Электронные вычислительные средства».

Ю.Н. Рушкевич

Окончила Минский государственный медицинский институт, педиатрический факультет. Доктор медицинских наук, защитила докторскую диссертацию на тему «Болезнь двигательного нейрона: эпидемиология, патофизиологические характеристики, клиника, диагностика, организация системы медицинской помощи». Работает главным научным сотрудником неврологического отдела РНПЦ неврологии и нейрохирургии. Научное направление: диагностика и лечение нервно-мышечных заболеваний, болезни двигательного нейрона, нарушения речи и глотания при заболеваниях нервной системы.

М.И. Вашкевич

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР) по специальности «Электронные вычислительные средства». Кандидат технических наук. Работает доцентом кафедры ЭВС в БГУИР. Является докторантом БГУИР. Проводит научные исследования, связанные с анализом речевых сигналов для выявления патологии.

Аннотация. В работе предлагается специализированное программное средство ALS Expert для диагностики и оценки состояния голосовой функции у больных БАС. ALS Expert представляет собой мобильное приложение для операционной системы Android с возможностью записи, обработки голосовых тестов и вывода результатов анализа голоса. Результат работы приложения может быть представлен либо в виде набора параметров, которые далее анализируются врачом для профессиональной оценки состояния пациента, либо в виде автоматически формируемого отчёта для предварительной диагностической оценки. Для обработки голосового сигнала используется математическая модель на базе линейного дискриминантного анализа (ЛДА). Согласно модели ЛДА записанный голос относится либо к группе здоровых, либо к группе больных БАС. В

последнем случае для голоса внутренняя оценка, полученная в модели ЛДА, отображается в степень нарушения голосовой функции, которая измеряется от 0 до 100%. Для обучения и верификации предложенного способа использовалась база из 63 голосов (38 здоровых, 25 пациентов с БАС), записанная в Республиканском научно-клиническом центре неврологии и нейрохирургии (Минск, Беларусь).

Ключевые слова: обработка речи, детектирование патологии в голосе, оценка речевого сигнала, боковой амиотрофический склероз, БАС.

Введение. Самая распространенная разновидность болезни двигательного нейрона (БДН) – боковой амиотрофический склероз (БАС), который характеризуется поражением мотонейронов головного и спинного мозга, проводящих кортикоспинальных путей с развитием мышечных атрофий, бульбарных и дыхательных нарушений. Быстрое прогрессирование заболевания приводит к нарушению функций дыхания и глотания, способности самостоятельно передвигаться. Продолжительность жизни пациентов с БАС составляет 3-5 лет. По данным проведенных исследований установлено, что годовая выживаемость пациентов с БАС составляет 80,3% [95%ДИ 76,6-84,1], 2-х летняя снижается до 51% [95%ДИ 46,3-55,8], 3-х летняя снижается до 30,9% [95%ДИ 26,2-35,5]. Установлен рост показателей заболеваемости, распространенности и смертности в нашей стране, что отражает улучшение ситуации с диагностикой болезни и обращаемостью пациентов за медицинской помощью [1]. Ранняя диагностика БАС позволяет активнее воздействовать на течение болезни, сохраняя качество жизни пациента.

Нарушения речи и глотания развиваются либо в дебюте заболевания, либо присоединяются в процессе прогрессирования болезни, наблюдаясь более чем в 80% всех случаев БАС. На ранних этапах нарушения речи просматриваются врачами из-за редкости патологии, следствием чего являются неправильные диагнозы и соответственно лечение, с применением ненужных, а иногда и опасных при БАС видов терапии или даже хирургического лечения.

Поэтому главными задачами врача являются быстрая и объективная постановка диагноза, мониторинг состояния пациента в динамике для своевременной коррекции изменений состояния пациента, особенно речи и глотания [2]. Разработка и тестирование инструментов для диагностики, мониторинга и оценки состояния пациентов является необходимым критерием для осуществления эффективных действия со стороны врача.

Процесс речеобразования задействует корковые и подкорковые структуры, и поэтому особенно чувствителен к гибели двигательных нейронов. Это означает, что анализ речи для ранней диагностики БАС может быть полезным для выявления людей с бульбарной формой заболевания (первые проблемы в данном случае возникают с речью, дыханием и глотанием), а также людей с другими формами БАС, у которых, также могут выявляться бульбарные нарушения.

В настоящее время ведутся активные исследования, нацеленные на разработку системы детектирования речевых нарушений, обусловленных БАС. Об этом свидетельствует факт, что на крупнейшей мировой конференции, посвященной обработке речи, – Interspeech 2019 – пять докладов было посвящено теме обработки и оценке качества речи людей с БАС [3,4,5,6,7].

В данной работе ставилась задача разработки мобильного приложения для диагностики и отслеживания речевых нарушений у людей с БАС. Главными преимуществами построения системы диагностики заболевания, его мониторинга и оценки в виде мобильного приложения является простота его использования, отсутствие необходимости использовать сложное техническое оборудование, повсеместность использования смартфонов. Также следует отметить, что мобильное приложение не накладывает жестких ограничений на место проведения тестирования и не требует его проведения в специально оборудованном помещении. Это позволяет проводить тестирование как непосредственно врачом, так и пациентом самостоятельно.

Речевые задания, используемые в системах детектирования БАС. Существующие

исследовательские системы детектирования речевых нарушений, связанных с БАС отличаются по используемым в них речевым заданиям. Так в [8, 9] в качестве речевого задания использовался счет от одного до десяти. В [10-12] предложено использовать несколько речевых тестов состоящих в произнесении односложных слов, нот и длительного звука [и]. В работе [13] тестовый сигнал содержал короткую фразу «один, два, три». Фразы общего содержания (как, например, «Мне нужны помощь», «позвони мне, когда у тебя получится») использовались в качестве речевого задания в работах [14, 15].

В [5] участников эксперимента просили прочитать специально разработанный короткий отрывок текста («Bamboo passage») следующего содержания [16]: «Bamboo walls are getting to be very popular. They are strong, easy to use, and good looking. They provide a good background and create the mood in Japanese gardens. Bamboo is a grass, and is one of the most rapidly growing grasses in the world. Many varieties of bamboo are grown in Asia, although it is also grown in America. Last year we bought a new home and have been working on the flower gardens. In a few more days, we will be done with the bamboo wall in one of our gardens. We have really enjoyed the project». Данный отрывок разработан с целью облегчить автоматический поиск в нем пауз между словами. Для этого звонкие согласные в нем поставлены на границах слов, поскольку они лучше подчеркивают границу между словом и паузой, чем глухие согласные.

Иногда исследователи используют более короткие специально подобранные предложения. Так в [6] использовалось только первое предложение из «бамбукового пассажа». Другой пример можно найти в [17], где речевое задание состояло в десятикратном повторении предложения «Buy Bobby a puppy». Можно заметить, что в предложении используются взрывные согласные [p] и [b], произнесение которых требует скоординированной работы артикуляционных органов. Другие примеры специально разработанных предложений можно найти в работе [18].

В ряде работ по детектированию речевых нарушений при БАС используется специальный вид речевого задания – диадохокинетический (ДДК) тест [15, 19]. ДДК тест заключается в быстром произнесении слогов (например, «па-/та-/ка» или «бу-/тер-/кап») с максимальной быстротой и точностью на одном дыхании. Данный тест широко применяется в дифференциальной диагностике и для выявления нарушений в мышечном аппарате речи [20].

Реже всех прочих используется речевое задание на протяжное произнесение гласного звука. Иногда его включают в состав теста из нескольких речевых заданий [19, 20]. Однако в некоторых случаях может выступать в качестве единственного источника информации [21, 22].

Обобщая приведенные данные можно сказать, что речевые задания, используемые в системах детектирования речевых нарушений вследствие БАС, разделяются на следующие группы:

- 1) простые короткие фразы общего значения [13-15];
- 2) короткие специально разработанные предложения [6, 17];
- 3) специально разработанные отрывки текста [5];
- 4) диадохокинетический (ДДК) тест [4, 15, 19];
- 5) протяжное произнесение гласного звука [23, 24];
- 6) комплексный тест, состоящий из нескольких видов речевых заданий [10-12, 21, 22];

В литературе встречаются и другие виды речевых заданий. Так в [14] участников эксперимента просили повторять прослушанные фразы, а также в качестве теста записывали спонтанную речь.

Акустические характеристики голоса и речи, используемые в системах детектирования БАС. Вопрос выбора акустических признаков для детектирования речевых нарушений при БАС является открытым, и исследователи решают его по-разному. Рассмотрим несколько характерных примеров, чтобы показать отличия в подходах к выбору акустических

признаков.

В работе [6] с целью ранней диагностики БАС использовался набор из очень большого количества акустических признаков (6861 признак), которые извлекались из анализируемого сигнала с помощью специального инструментария OpenSMILE. Для классификации все признаки группировались по семи категориям: кепстральные коэффициенты, форманты, энергетические параметры, частота основного тона, спектральные параметры, временные параметры и параметры, оценивающие качество речевого сигнала. Библиотека OpenSMILE также использовалась в работах [25, 15]

В работе [5] для дифференциации людей с симптомами заболевания и без использовались такие параметры, как скорость речи (количество слов в минуту), скорость артикуляции (количество слогов в секунду) и отношение длительности пауз к длительности речевого задания. Экспериментально было показано, что использование показателей скорости речи и артикуляции является достаточно перспективным подходом для диагностики БАС.

Для выявления изменений речевой моторики, которые можно ассоциировать с БАС, в работе [4] было предложено использовать четыре основных речевых признака: 1) координация; 2) согласованность; 3) скорость; 4) точность. Координация и согласованность речи при многократном повторении определенных слогов оценивались с помощью коэффициента вариации времени начала озвончения (англ. VOT – voice onset time) – интервала между началом размыкания смычки взрывного согласного и моментом начала колебания голосовых связок. Скорость и точность оценивались путём анализа частотной характеристики второй форманты (F2). Экспериментальная проверка предложенного в [4] подхода проводилась путём анализа речевых записей от двух групп: контрольной (18 человек) и с симптомами БАС (14 человек). Анализ полученных данных производился с помощью линейной смешанной модели (LMM, linear mixed model). Было показано, что координацию, скорость и точность речи можно с достаточной степенью достоверности связать с ухудшением речевой функции у больных БАС.

Методы классификации, используемые в системах детектирования речевых нарушений при БАС. Говоря о методах классификации важно понимать, что не существует единственно правильной модели классификатора [26]. Тот либо иной метод оказывается лучше или хуже в зависимости от особенностей, структуры и закономерностей, которые присутствуют в анализируемых данных. Анализ существующих работ показал, что для задачи детектирования речевых нарушений при БАС чаще всего используется классификация на основе машины опорных векторов (англ. SVM – support vector machine) [6,7,15,17,25]. Иногда исследователи используют глубокие нейронные сети (англ. DNN – deep neural network) и сверточные нейронные сети (англ. CNN – convolutional neural network) [7,14,15]. В [19] для классификации использовался метод XGBoost (англ. Extreme Gradient Boosting). В работах [9,13,23,24] классификация производилась на основе метода линейного дискриминантного анализа (ЛДА).

Несмотря на нарастающую популярность сверточных нейронных сетей и методов глубокого обучения, применение этих подходов к рассматриваемой задаче пока не показало существенного преимущества над другими методами классификации. Так, например, в [14] использование сверточных нейронных сетей позволило получить точность детектирования на уровне 75–77 %. Популярность классификации на основе метода опорных векторов можно объяснить его относительно низкой вычислительной сложностью (по сравнению с нейронной сетью) и свободно распространяемой программной реализацией в виде библиотеки libSVM. К сильным сторонам метода относится и его устойчивость к переобучению и высокая эффективность. Например, в работе [6] использовался классификатор на основе метода опорных векторов с линейной функцией ядра. При обучении классификатора использовались речевые записи от 123 человек, разделённых на три группы: контрольная, с выраженными симптомами и с начальными симптомами заболевания. Для выявления больных с

выраженными симптомами БАС был получен высокий показатель точности классификации ($AUC = 0,91 - 0,99$). Тем не менее, в контексте рассматриваемой в данной работе задачи метод опорных вектор имеет серьезный недостаток. Результат его работы почти совсем не интерпретируется [26]. Для врача-специалиста недостаточно лишь знать, какой результат выдала система детектирования в результате анализа голоса, но важно понимать на основании чего принято решение. В этом отношении в лучшем положении оказывается подход к классификации на основе ЛДА. Данный метод близок к модели линейной регрессии и его результат можно легко интерпретировать.

Обзор мобильных приложений, разработанных для анализа/оценки голоса/речи пациентов с БАС. В [10-12] описано мобильное приложение для регистрации и обработки речевых сигналов с целью диагностики неврологических заболеваний. В качестве речевых тестов используются односложные слова, ноты, счет от одного до десяти и произношение звука [и]. Приложение используется для визуализации речевых тестов и записи речевых отрывков. Недостатком приложения является его ограниченная функциональность. Для обработки полученных в приложении данных необходимо использование персонального компьютера и программного обеспечения в среде Matlab.

В работе [4] используется мобильное приложение, которое является частью исследовательской платформы *Weiwe*. Данное приложение используется для записи речевых отрывков и сбора данных. Для обработки данных используется сервис облачных вычислений *Amazon Web Services*. Используемая платформа *Weiwe* удобна для регулярного сбора речевых тестов у исследуемой группы и для выявления различий между здоровыми людьми и больными БАС. На данный момент приложение не позиционируется, как инструмент диагностики БАС.

Приложение *ALS Mobile Analyzer* [25] предназначено для мониторинга прогрессирования заболевания, включает в себя как речевые тесты, так и опросники состояния пациента. Недостатком приложения является несовершенство используемого метода классификации, на данный момент результат классификации зависит от половой принадлежности пациента, возрастных особенностей, наличия шума на фоне. Авторы приложения разработали инструментарий для постановки диагноза с точностью до 83% для женщин и 79% для мужчин, однако данное приложение не дает оценку состояния больного.

Проведенный анализ известных программных средств в области диагностики БАС показывает, что на данный момент наиболее актуальной задачей является разработка доступного и простого в использовании приложения не только для ранней диагностики, но и для отслеживания состояния пациента в динамике.

Предлагаемая система оценки степени нарушения голосовой функции у пациентов с БАС. Данная работа основывается на результатах, полученных ранее в [23, 24]. В приведенных работах описаны системы детектирования речевых нарушений у пациентов с БАС на основе линейного дискриминантного анализа (ЛДА). В качестве речевого задания использовался наиболее простой тест на длительную фонацию звука /а/. Из записи фонации извлекались следующие акустические признаки:

1) джиттер – мера изменения частоты основного тона. является показателем стабильности работы фонаторной системы подсистемы речеобразования (при нарушении нейромоторной функции данный показатель растет);

2) шиммер – мера вариативности амплитуды акустической волны во время фонации. Увеличение данного параметра с учетом естественного спада интенсивности голоса свидетельствуют о наличии речевых нарушений. Для оценки шиммера используется коэффициент амплитудных возмущений, который учитывает эффект "дрейфа" амплитуды сигнала;

3) энтропия периодов основного тона. Данный параметр используется для оценки нарушения способности контролировать стабильность частоты основного тона при

протяжном произнесении звуков. Увеличение данного параметра говорит о превышении естественного уровня вариации основного тона;

4) степень патологии вибрато. Вибрато – это быстрое и регулярное колебание частоты основного тона во время длительной фонации. У больных БАС данный параметр характеризуется высокочастотными составляющими (около 9-14 Гц) [23].

5) среднеквадратичное отклонения частоты основного тона;

6) частотный диапазон фонации – параметр, характеризующий максимальное отношение частоты основного тона к минимальному.

7) направленный коэффициент возмущений.

Было принято решение преобразовать систему детектирования из работы [24] в систему, позволяющую оценить степень нарушения голосовой функции у пациентов с БАС.

В [24] для классификации использовался линейный дискриминантный анализ (ЛДА). В результате ЛДА анализа вектор входных параметров преобразуется в одно единственное значение z на основании которого принимается решение о том относится ли голос к группе здоровых или к группе пациентов с БАС. Идея оценки степени нарушения заключается в том, чтобы найти отображение:

$$G: z \rightarrow g, \quad (1)$$

где g – степень речевого нарушения, измеряемая в процентах. Далее приводится описание метода ЛДА и показывается, как формируется отображение (1).

Линейный дискриминантный анализ (ЛДА). Рассмотрим более подробно идею используемого в [23,24] линейного дискриминантного анализа с критерием Фишера.

Пусть имеется обучающий набор данных $\{(x^{(i)}, y_i)\}$, $i = 1, 2, \dots, m$. В данном случае $x^{(i)}$ – d -мерный вектор акустических признаков, получаемый в результате анализа записи i -го голоса из базы, y_i – соответствующая метка класса (для здорового голоса используется метка «-1», для голоса пациента с БАС «1»).

В методе ЛДА данные интерпретируются, как точки в d -мерном пространстве, которые для которых ищется проекция в одномерное:

$$z = w^T x, \quad (2)$$

где w – вектор, определяющий нормаль к гиперплоскости, на которую выполняется проецирование. Обычно при проецировании в одномерное пространство теряется значительная часть информации и классы, которые могли бы быть разделены в d -мерном пространстве, могут иметь значительное перекрытие при переходе к одномерному представлению. Идея метода ЛДА состоит в поиске такой гиперплоскости, для которой в результате проецирования на неё обучающего набора, внутриклассовая дисперсия была бы минимальной, а межклассовое различие была бы максимальным. Это так называемый критерий Фишера [27].

На начальном этапе метода ЛДА выполняется расчет центроидов для класса здоровых голосов (класс C_H) и голосов с патологией (класс C_P):

$$m_H = \frac{1}{N_H} \sum_{i \in C_H} x^{(i)}, \quad m_P = \frac{1}{N_P} \sum_{i \in C_P} x^{(i)}, \quad (3)$$

где N_H и N_P – количество здоровых голосов и голосов с патологией, содержащихся в базе.

Формула проекции (2) переводит набор размеченных данных в размеченный набор в

одномерном пространстве z . Внутрикласовые дисперсия преобразованных данных задается выражением:

$$s_H^2 = \sum_{i \in C_H} (z^{(i)} - m_H)^2, \quad s_P^2 = \sum_{i \in C_P} (z^{(i)} - m_P)^2, \quad (4)$$

где $z^{(i)} = w^T x^{(i)}$, $m_H = w^T x_H$, $m_P = w^T x_P$. Для рассматриваемого случая бинарной классификации можно определить общую внутрикласовую дисперсию, как сумму

$$s_H^2 + s_P^2, \quad (5)$$

где s_H^2 дисперсия для класса здоровых голосов, а s_P^2 – дисперсия для класса голосов с патологией. Критерий Фишера определяется как отношение межклассовой дисперсии к внутрикласовой дисперсии:

$$J(w) = \frac{(m_H - m_P)^2}{s_H^2 + s_P^2}. \quad (6)$$

Используя выражения (2)–(5) можно переписать критерий Фишера так, чтобы сделать зависимость от w явной:

$$J(w) = \frac{w^T S_B w}{w^T S_W w}, \quad (7)$$

где S_B – межклассовая ковариационная матрица, задающаяся выражением:

$$S_B = (m_P - m_H)(m_P - m_H)^T, \quad (8)$$

а S_W – общая внутрикласовая ковариационная матрица, задающаяся выражением:

$$S_B = \sum_{i \in C_H} (x^{(i)} - m_H)(x^{(i)} - m_H)^T + \sum_{i \in C_P} (x^{(i)} - m_P)(x^{(i)} - m_P)^T. \quad (9)$$

В соответствии с идеей метода ЛДА необходимо решить задачу поиска максимума выражения (7):

$$\frac{w^T S_B w}{w^T S_W w}, \quad (10)$$

что эквивалентно следующей задаче

$$w^T S_B w, \text{ при условии } w^T S_W w = 1. \quad (11)$$

Данная задача сводится к обобщенной проблеме вычисления собственных значений матрицы, где w – собственный вектор соответствующий максимальному собственному значению матрицы $S_W^{-1} S_B$.

Классификационная функция в методе ЛДА имеет следующий вид:

$$f(x) = \text{sign}(w^T x - b),$$

где x – вектор акустических признаков, b – смещение, $sign(a)$ – функция возвращающая знак числа a . Если $f(x) = 1$, то вектор x относят к классу больных БАС, а при $f(x) = -1$ к классу здоровых. Смещение b является пороговым значением, так что для входного x вектора, если $w^T x > b$, то он классифицируется, как относящийся к классу больных БАС, иначе к классу здоровых.

Выбор смещения b может быть выполнен следующим образом. На первом этапе находится проекция всех векторов из обучающего набора данных в одномерное пространство при помощи выражения (2). На рисунке 1 показан пример распределения плотности вероятности проекций векторов в одномерном пространстве. На втором этапе производится такого значения b , которое позволило бы оптимальным образом согласно заранее оговоренному критерию разделить помеченные данные в одномерном пространстве (критерием может быть получением максимальной чувствительности, специфичности и проч.).

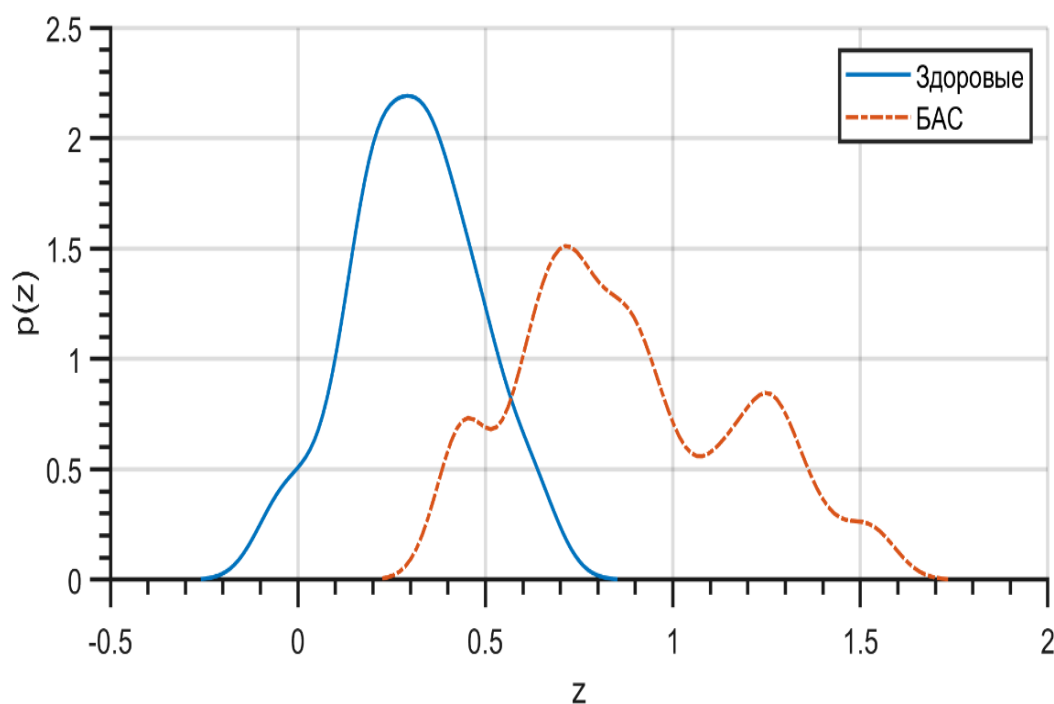


Рисунок 1. – Плотность распределения вероятности проекций векторов $x^{(i)}$ из обучающей базы в одномерное пространство, полученное в методе ЛДА

Оценка G степени нарушения голосовой функции на основе результатов ЛДА выполнялась следующим образом:

$$G(x) = \begin{cases} \frac{w^T x - b}{z_{max}} \times 100, & \text{если } f(x) = 1; \\ 0, & \text{если } f(x) = -1, \end{cases} \quad (12)$$

где z_{max} – максимальное значение проекции в одномерном пространстве.

База голосов. Для обучения модели ЛДА на основании которой производится оценка степени речевых нарушений была собрана база голосов в Республиканском научно-клиническом центре неврологии и нейрохирургии (Минск, Беларусь). Произведена запись 63 человек, из которых 38 здоровые (20 мужчины, 18 женщин) и 25 пациентов с БАС, имеющие признаки бульбарных нарушений (8 мужчин, 17 женщин). Средний возраст в здоровой группе

составил 42,0 лет (СКО 16,6), а средний возраст в группе БАС 59,0 лет (СКО 8,1). Каждому участнику предлагалось произнести на одном дыхании протяжный гласный звук /a/ как можно дольше с комфортной высотой и громкостью. Голос записывался с помощью смартфона с гарнитурой (частота дискретизации 44,1 кГц) и сохранялись в виде несжатых 16-битных wav-файлов. Средняя продолжительность записей составила 4,1 с. Matlab-функции, используемые для анализа голоса, размещены в общедоступном репозитории.

Обучение и тестирование ЛДА модели. Важной задачей в процессе статистического обучения является определение оптимального набора информационных признаков. В рассматриваемой задаче каждая запись голоса представлялась в виде 14 акустических параметров (4 вида джиттера, 5 видов шиммера, степень патологии вибрато, энтропия периодов основного тона, СКО частоты основного тона, частотный диапазон фонации, направленный коэффициент возмущений). Таким образом, число различных вариантов наборов информационных признаков равняется $2^{14} - 1 = 16383$. Для каждого возможного набора признаков производилась оценка точности работы ЛДА модели методом кросс-проверки по k-блокам [28] (для $k = 7$). Таким образом, путем полного перебора был найден оптимальный набор акустических признаков для модели ЛДА, в который вошли: джиттер (Jitter::RAP), три параметра шиммера (Shimmer::APQ3, Shimmer::APQ5, Shimmer::APQ55) и степень патологии вибрато (PVI). При этом была достигнута точность детектирования речевых нарушений 90,3% (при чувствительности 87,2% и специфичности 92,3%).

Для некоторых пациентов с БАС, участвовавших в записи базы голосов имелись данные о их состоянии, оцененные в по шкале нарушений функции при боковом амиотрофическом склерозе (ALSFRSR). В следующей таблице для этих пациентов приведены данные о том, какую оценку их голосу позволила получить описанная ЛДА модель с использованием выражения (12).

Таблица 1. – Сопоставление объективной оценки ALSFRSR по разделу речь и глотание с оценкой бульбарных нарушений, полученной в системе ALS Expert

ID пациента	Пол	Возраст	ALSFRSR (речь и глотание)	Оценка ALS Expert
020	женский	57	7	8.6 %
022	женский	70	9	17,0 %
023	женский	70	9	11,0 %
029	женский	46	10	12,8 %
031	мужской	67	10	43,9 %

Полученный результат показывает, что результаты объективной оценки нарушений коррелируют с оценкой, получаемой в предлагаемой системе. Нужно особо указать, что в процессе обучения модели не предъявлялось никакой информации о степени нарушений функций по шкале ALSFRSR по разделу речь и глотание.

Описание приложения ALS expert. Предлагаемое в данной работе приложение ALS Expert ориентировано на выполнение двух основных функций: ранняя диагностика БАС и отслеживание состояния речевого аппарата пациентов с БАС в динамике.

ALS Expert является приложением для операционной системы Android версии 7 и выше. Вычислительное ядро приложения, выполняющее анализ оцифрованного голосового сигнала в соответствии с описанной выше математической моделью, реализовано на языке программирования C++. Пользовательский интерфейс и логика работы приложения реализованы с помощью Flutter, специального набора средств разработки мобильных приложений с открытым исходным кодом от компании Google.

Использование текущей версии приложения для исследования состояния голосовой функции пациентов с БАС предполагает участие врача-специалиста. Процедура исследования

выполняется на основе теста на протяжное произнесение гласного звука /а/. Результат произнесения звука /а/ записывается с помощью приложения с использованием встроенного в смартфон микрофона или микрофона гарнитуры. Далее запускается анализ сделанной записи. По окончании обработки записи на экране смартфона отображаются вычисленные значения акустических параметров, которые в дальнейшем анализируются врачом.

Заключение. Анализ текущей ситуации в области лечения и диагностирования быстропротекающего неврологического заболевания БАС выявил недостаток средств ранней диагностики и отслеживания развития заболевания. Акустический анализ голоса и получаемые в результате него объективные параметры являются перспективным направлением для решения указанной проблемы. В настоящей работе описан способ оценки степени нарушения голосовой функции у пациентов с БАС, а также особенности реализации данного способа в виде мобильного приложения. В качестве речевого задания используется простой тест на длительное произнесение гласного звука /а/. Из полученной записи фонации извлекаются акустические признаки (джиттер, шиммер, энтропия периодов основного тона, степень патологии вибрато и проч.). Применяя к полученному вектору параметров классификатор на основе метода линейного дискриминантного анализа можно получить решение относится ли предъявленный голос к классу здоровых или больных БАС. В случае, если классификатор отнес голос к категории больных, то внутренняя оценка голоса, полученная классификатором, преобразовывалась в показатель степени голосовых нарушений (от 0 до 100%). Разработанный способ оценки степени речевых нарушений и его программная реализация являются экспериментальными и требуют дальнейшей клинической проверки и верификации.

Список литературы

- [1] Рушкевич, Ю.Н. Уровень инвалидности вследствие болезни двигательного нейрона в Республике Беларусь / Ю.Н. Рушкевич, А.В. Копыток, С.А. Лихачев // // Неврология и нейрохирургия. Вост. Европа. – 2017. – Т.7, №4. – С. 225–236.
- [2] Рушкевич, Ю.Н. Эпидемиология болезни двигательного нейрона в Республике Беларусь / Ю.Н. Рушкевич, С.А. Лихачев // Неврология и нейрохирургия. Вост. Европа. – 2018. – Т.8, №4. – С. 551–561.
- [3] Eshghi M. et al. Reduced task adaptation in alternating motion rate tasks as an early marker of bulbar involvement in amyotrophic lateral sclerosis // Proceedings of Interspeech. – 2019. – P. 4524-4528.
- [4] Rowe H. P., Green J. R. Profiling speech motor impairments in persons with amyotrophic lateral sclerosis: an acoustic-based approach //Proc. Interspeech 2019. – 2019. – С. 4509-4513.
- [5] Connaghan K. P. et al. Use of Beiwe Smartphone App to Identify and Track Speech Decline in Amyotrophic Lateral Sclerosis //Proc. Interspeech 2019. – 2019. – С. 4504-4508.
- [6] Gutz S. E. et al. Early Identification of Speech Changes Due to Amyotrophic Lateral Sclerosis Using Machine Classification //Proc. Interspeech 2019. – 2019. – С. 604-608.
- [7] Suhas B. N. et al. Comparison of Speech Tasks and Recording Devices for Voice Based Automatic Classification of Healthy Subjects and Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis //Proc. Interspeech 2019. – 2019. – С. 4564-4568.
- [8] Клинический опыт применения частотно-временного анализа речевых сигналов в диагностике и мониторинге бульбарной дисфункции / Ю. Н. Рушкевич и др. // Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа. – 2017. – Т.7, №3. – С.429 – 439.
- [9] Гвоздович А. Д., Рушкевич Ю. Н., Вашкевич М. И. Детектирование бульбарных нарушений при боковом амиотрофическом склерозе на основе анализа речевого сигнала //Доклады БГУИР. – 2018. – №. 6 (116) – С. 52-58
- [10] Мобильное приложение для сбора диагностической информации посредством регистрации речевых сигналов / А. Н. Осипов и др. // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 343 – 347.
- [11] Куль, Т. П. Адаптация методов цифровой обработки сигналов к задаче анализа речи при неврологических патологиях / Т. П. Куль, Ю. Н. Рушкевич, С. А. Лихачев // Доклады БГУИР. - 2018. - № 7 (117). - С. 128 - 132.
- [12] Методическое и аппаратно-программное обеспечение для регистрации и обработки речевых сигналов с целью диагностики неврологических заболеваний / Т. П. Куль [и др.] // Информатика. – 2019. – Т. 16, № 2. – С. 27 – 39.

- [13] Vashkevich M., Gvozdoch A., Rushkevich Y. Detection of Bulbar Dysfunction in ALS Patients Based on Running Speech Test //International Conference on Pattern Recognition and Information Processing. – Springer, Cham, 2019. – P. 192-204.
- [14] An, K. Automatic early detection of amyotrophic lateral sclerosis from intelligible speech using convolutional neural networks/ K. An, M. Kim, K. Teplansky, J. Green, T. Campbell, Y. Yunusova, D. Heitzman, J. Wang // Proceedings of Interspeech 2018 – P. 1913-1917.
- [15] Wang, J., Towards Automatic Detection of Amyotrophic Lateral Sclerosis from Speech Acoustic and Articulatory Samples/ J. Wang, P.V. Kothalkar, B. Cao, D. Heitzman// Proc. Interspeech 2016 – P. 1195-1199.
- [16] Yunusova Y. et al. Profiling speech and pausing in amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and frontotemporal dementia (FTD) //PloS one. – 2016. – Т. 11. – №. 1. – P. 1-18.
- [17] Bandini, A., Classification of Bulbar ALS from Kinematic Features of the Jaw and Lips: Towards Computer-Mediated Assessment / A. Bandini, J.R. Green, L. Zinman , Y. Yunusova// Proc. Interspeech 2017 – P.1819-1823.
- [18] Liss, J. M. Discriminating dysarthria type from envelope modulation spectra / J.M. Liss, S. LeGendre, A. J. Lotto // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. – 2011. – № 5 (53). – P. 1246-1255.
- [19] Spangler, T. Fractal features for automatic detection of dysarthria / T. Spangler, N. V. Vinodchandran, A. Samal, J. R. Green // IEEE EMBS International Conference on Biomedical Health Informatics (BHI), Orlando, USA, Feb. 16-19, 2017. – Orlando, 2017 – pp. 437–440.
- [20] Wang, Y.-T. Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program™/ Y.-T. Wang, R. D. Kent, J. R. Duffy, and J. E. Thomas// Folia phoniatrica et logopaedica: official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP). – 2009.– vol. 61, no. 1. – P. 1–11.
- [21] Green, J.R. Bulbar and speech motor assessment in ALS: challenges and future directions / J.R. Green, Y. Yunusova, M.S. Kuruvilla, J. Wang, G.L. Pattee, L. Synhorst, L. Zinman, J.D. Berry // Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration. – 2013. – № 14. –P. 494-500.
- [22] Yunusova, Y. Detection of bulbar ALS using a comprehensive speech assessment battery/ Y. Yunusova, J. S. Rosenthal, J. R. Green, S. Shellikeri, P. Rong, J. Wang, L. H. Zinman // in Proc. of the International Workshop on Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications, 2013, P. 217-220.
- [23] Vashkevich M., Petrovsky A., Rushkevich Y. Bulbar ALS Detection Based on Analysis of Voice Perturbation and Vibrato // 2019 Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA). – P. 267-272.
- [24] Вашкевич, М. И. Детектирование речевых нарушений у пациентов с БАС на основе анализа голосового сигнала / Вашкевич М. И., Рушкевич Ю. Н. // Цифровая обработка сигналов. – 2019. – №4. – С. 33 – 41.
- [25] Norel, R., Detection of amyotrophic lateral sclerosis (ALS) via acoustic analysis / R. Norel, M. Pietrowicz, C. Agurto , S. Rishoni, G. Cecchi // Proc. Of Interspeech 2018.– P. 377–381.
- [26] Келлехер, Д.Д., Мак-Нейми, Б., д’Арси А. Основы машинного обучения для аналитического прогнозирования: алгоритмы, рабочие примеры и тематические исследования. : Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 656 с. – С.589.
- [27] Bishop, C. M. Pattern recognition and machine learning. – Springer-Verlag. – New York, 2006.
- [28] Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах : пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.

EVALUATION OF THE DEGREE OF IMPAIRED VOICE FUNCTION FOR PATIENTS WITH AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS USING A MOBILE APPLICATION

*D.S.Likhachov,
PhD, assistant
professor of the
department of
Computer
Engineering,
BSUIRcs*

*E.S.Narkevich
4th year student of the
specialty "Electronic
computing
devices", faculty of
computer systems and
networks BSUIR*

*Y.N.Rushkevich
PhD, leading
researcher of the
neurological
department,
Republican Research
and Clinical Center of
Neurology and
Neurosurgery*

*M.I.Vashkevich,
PhD, assistant
professor of the
department of
Computer
Engineering, BSUIR*

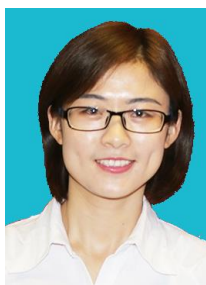
*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
Republican Research and Clinical Center of Neurology and Neurosurgery, Republic of Belarus
E-mail: vashkevich@bsuir.by*

Abstract. In this paper, we propose a specialized software tool ALS Expert for diagnosing and evaluating the state of speech function for patients with ALS. ALS Expert is a mobile application for the Android operating system with the functionality of recording speech tests and displaying the results of the speech analysis. The result of the application can be presented either as a set of parameters, that are further analyzed by the doctor for a professional assessment of the patient's condition, or as an automatically generated report for preliminary diagnostic evaluation. A mathematical model based on linear discriminant analysis (LDA) is used to process the speech signal. According to the LDA model, the recorded voice belongs either to the healthy group or to the group with pathology. In the latter case, the internal score for the voice obtained in the LDA model is mapped to the degree of speech impairment, which is measured from 0 to 100%. For training and verification of the proposed method, a database of 63 voices (38 healthy, 25 patients with ALS) recorded at the Republican research and clinical center of neurology and neurosurgery (Minsk, Belarus) was used.

Keywords: speech processing, detection of pathology in the voice, evaluation of the speech signal, amyotrophic lateral sclerosis, ALS.

УДК [621.391]:075.8

АНАЛИЗ И КОРРЕКЦИЯ МНОГОКРАТНЫХ ОШИБОК ПРИ ОДНОМЕРНОМ И ДВУМЕРНОМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОМ КОДИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ



С.Х. Жэнь
Аспирант БГУИР
Гражданин Китай



Ц. Ма
Аспирант БГУИР
Гражданин Китай



В.К. Конопелько
Профессор кафедрой
инфокоммуникационных
технологий БГУИР,
доктор технических
наук, профессор

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: volos@bsuir.by

Аннотация. В монографиях по теории кодирования отмечается высокая эффективность использования методов коррекции ошибок. Однако генерируемые алгоритмы обработки обладают высокой сложностью из-за поиска соответствующих перестановок. Предложен алгоритм формирования библиотечных образов ошибок с использованием транспонирования матрицы. Показано, что алгоритм позволяет уменьшить количество генерируемых образов и увеличить быстродействие вычислений.

Ключевые слова: одномерное кодирование, двумерное кодирование, образы ошибок.

Введение. В настоящее время широко применяется помехоустойчивое кодирование для борьбы с ошибками в телекоммуникационных системах и компьютерных системах, вещательных, космических системах и разнообразных системах хранения информации [1-2]. В соответствии с тем, как избыточность вводится в информацию, коды исправления ошибок могут быть разделены на блочные и сверточные коды. Более того, наиболее известными ЕСС сегодня являются блочные коды. Блочный код также делится на два класса: систематические линейные и линейные циклические коды [3].

Систематические линейные блочные коды (СЛБК) позволяют представить информационные и кодовые слова в виде двоичных векторов, что позволяет описать процессы кодирования и декодирования с помощью аппаратуры линейной алгебры, с учетом того, что компонентами вводимых векторов и матриц являются символы «0» и «1». Операции над двоичными компонентами производятся по правилам двоичной арифметики [3].

В каналах передачи, хранения, обработки и распределения информации наблюдаются разнообразные помехи различной физической природы. Помехи приводят к ошибкам в принимаемой информации, которые делятся на случайные и зависимые. Случайные ошибки возникают независимо друг от друга. Зависимые ошибки делятся на пакетные и модульные (фазированный пакет ошибок, границы которого известны). Длина модуля ошибок обозначается через символ l .

Коррекция ошибок при одномерном кодировании информации. В современных инфокоммуникационных системах широко применяется байтное представление информации, когда кодовое слово разбивается на блоки длины. Кодер СЛБК (n, k) (рисунок 1.) отображает

множество 2^k возможных двоичных информационных слов в множество 2^n , n мерных кодовых слов. Основным используемым методом коррекции ошибок при одномерном кодировании высокоскоростных помехоустойчивых кодов является синдромное декодирование. С ростом длины кодов и кратности, корректируемых ошибок t число селектируемых комбинаций резко возрастает и возникает так называемая «проблема селектора».

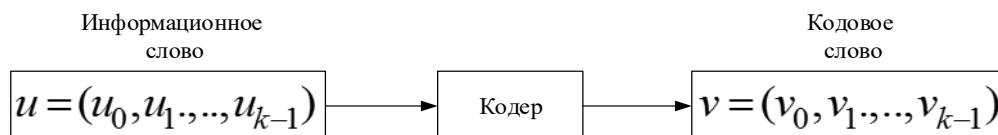


Рисунок 1. – Кодер одномерного линейного блочного кода

В теории кодирования между этими множествами всегда существует однозначное соответствие. Вместо k бит информационного вектора в канал передается n бит кодового вектора. К каждому блоку данных кодирующее устройство прибавляет $r = n - k$ избыточных бит, которые также называют контрольными битами. Отношение числа избыточных бит к числу информационных бит, r/k называется избыточностью кода. Отношение числа бит данных к общему числу бит, k/n , называется степенью кодирования. Степень кодирования показывает долю кода, которая приходится на полезную информацию. Кодирование линейного блочного (n, k) -кода задается порождающей матрицей G размером $(k \times n)$. Таким образом, кодовое слово v и информационное слово u связаны соотношением $v = u \cdot G$ [1-3].

Циклические коды являются подмножеством линейных кодов. Линейный (n, k) -код является циклическим, если циклический сдвиг любого кодового слова также является кодовым словом этого кода. Циклический сдвиг соответствует сдвигу всех компонент на один разряд вправо, причем, освободившееся место слева занимает крайняя правая компонента [3]. Плодотворным и перспективным оказался перестановочный подход к декодированию однородных кодов [14], основанный на циклической классификации ошибок с выбором образующего вектора ошибок и сопоставлении ему параметра (нормы), вычисляемого по степеням элементов поля Галуа синдрома, что позволило в n -раз уменьшить сложность селектора. При этом для кодирования и декодирования используются различные проверочные матрицы. На основании исследований БЧХ-кодов в [6] разработана теория норм синдромов, использующая результаты современной алгебры, теории кодирования и цифровой обработки на СБИС. Экспериментальное исследование усеченных множеств норм синдромов БЧХ-кодов совместно с применением циклотомических классов, идентификацией образующих векторов ошибок с нулевыми компонентами синдрома показали возможность синтеза «хороших кодов» с малой избыточностью с коррекцией ошибок негарантированной кратности при невысокой сложности селектора.

Для борьбы с ошибками внутри модулей применяется целый ряд кодов, таких как коды Рида-Соломона (РС), Бартона и другие. Однако кодеки этих кодов достаточно сложны, обладают невысоким быстродействием при коррекции многократных ошибок.

Коррекция ошибок при двумерном кодировании информация Идея построения итеративных кодов принадлежит П. Элайесу [4]. Открытие двумерного (итеративного) кода дальше повышает возможности исправления ошибок. Это не только выполнять кодирование для исправления ошибок для каждой строки в чередующемся массиве, но и для исправления ошибок для каждого столбца. Каждая из отдельных последовательностей информационных символов кодируется определенным линейным кодом (групповым или циклическим).

Получаемый, таким образом, итеративный код также является линейным. На практике широко применяется двумерное кодирование информации с использованием итеративных, каскадных, турбо и других кодов – произведения. При двумерном кодирования информация представляется в виде таблицы и кодируется по строкам и столбцам. Кодом произведения двух исходных (базовых) помехоустойчивых кодов n_1 и n_2 называется такой многомерный помехоустойчивый код $n = n_1 \times n_2$, кодовыми последовательностями которого являются все двумерные таблицы со строками кода n_1 и столбцами кода n_2 . При двумерном кодировании, когда каждая строка и столбец таблицы кодируется своим кодом, кодовое расстояние $d_\Sigma = d_1 \times d_2$ [3].

При небольших длинах составляющих кодов и их кодовых расстояний это приводит к небольшим вычислительным затратам на обработку кодов и вместе с тем позволяет исправить большое число ошибок. Итеративные коды, также как и матричные коды, могут быть представлены в виде квадратных $n_1 = n_2$ и прямоугольных $n_1 \neq n_2$ матриц или таблиц, при этом информационные символы записываемые по строкам и столбцам, могут кодироваться либо одним типом помехоустойчивого кода, либо разными. Например, итеративный код из двух линейных систематических кодов $C_1(n_1, k_1, d_1)$ и $C_2(n_2, k_2, d_2)$.

Обобщенная структурная схема формирования двумерного итеративного кода с параметрами исходных помехоустойчивых кодов C_1 и C_2 соответственно имеет следующее построение (рисунок 2.).

k_1				r_1				
$m_{1,1}$	$m_{1,2}$	...	m_{1,k_1}	p_{1,k_1+1}	...	p_{1,n_1-1}	p_{1,n_1}	}
$m_{2,1}$	$m_{2,2}$	...	m_{2,k_1}	p_{2,k_1+1}	...	p_{2,n_1-1}	p_{2,n_1}	
...				...				
$m_{k_2-1,1}$	$m_{k_2-1,2}$	...	m_{k_2-1,k_1}	p_{k_2-1,k_1+1}	...	p_{k_2-1,n_1-1}	p_{k_2-1,n_1}	}
$m_{k_2,1}$	$m_{k_2,2}$	...	m_{k_2,k_1}	p_{k_2,k_1+1}	...	p_{k_2,n_1-1}	p_{k_2,n_1}	
$p_{k_2+1,1}$	$p_{k_2+1,2}$	...	p_{k_2+1,k_1}	p_{k_2+1,k_1+1}	...	p_{k_2+1,n_1-1}	p_{k_2+1,n_1}	}
$p_{n_2-1,1}$	$p_{n_2-1,2}$	...	p_{n_2-1,k_1}	p_{n_2-1,k_1+1}	...	p_{n_2-1,n_1-1}	p_{n_2-1,n_1}	
$p_{n_2,1}$	$p_{n_2,2}$	...	p_{n_2,k_1}	p_{n_2,k_1+1}	...	p_{n_2,n_1-1}	p_{n_2,n_1}	

Рисунок 2. – Структурная схема, формирующая двумерный итеративный код

$m_{1,1}, m_{1,2}, \dots, m_{k_2, k_1}$ – информационные позиций, $p_{k_2+1,1}, p_{k_2+1,2}, \dots, p_{n_2, k_1}$ – проверки по столбцам

$p_{1, k_1+1}, p_{1, k_1+2}, \dots, p_{k_2, n_1}$ – проверки по строкам, $p_{k_2+1, k_1+1}, p_{k_2+1, k_1+2}, \dots, p_{n_2, n_1}$ – проверки по проверкам.

Если кода C_1 и C_2 могут исправлять зависимые ошибки длиной не более b_1 и b_2 , соответственно, итеративный код может исправлять длину зависимых ошибок $b \leq \max(b_1 n_2, b_2 n_1)$, если C_1 может исправлять случайные ошибки кратности t_1 , а C_2 может

исправлять случайные ошибки кратности t_2 , Затем случайный код может исправить ошибку всплеска длины t_1 , которая не более n_2 , или ошибка всплеска длины t_2 , которая не более n_1 , и позволяющий исправить различные образы ошибки, очевидный, что итеративный код имеет глубокую возможность коррекции многократных ошибок [4].

В [7-8] исследовались табличные низкоплотные коды с формированием проверок четности по строкам и столбцам с кодовым расстоянием $d_1 \times d_2 = 4$. Показано, что при диагональном заполнении символами таблицы кодирования. В [9] исследуются подобные однородные коды, построенные на основе БЧХ-кодов, РС-кодов для совместного контроля случайных и модульных ошибок. Для контроля модульных ошибок в [10-12] предложено использовать реверсивные коды.

В [13-15] предлагаются методы и алгоритмы коррекции стираний с поэтапным декодированием, не требующие многократного вычисления синдромов. Устранить итерационную процедуру коррекции позволяют методы двухканального исправления стираний как ошибок для одномерного и двумерного кодирования информации с простыми схемами идентификации кратности ошибок.

В двумерном кодировании закодированные слова кода $A_{dву}$ представляют собой таблицу, состоящую из строк слов, которые возникают в таблице и могут характеризоваться номерами строк и столбцов. Поскольку число ошибок $t = N$ то образ двумерной ошибки образуется путем вычеркивания из исходного слова безошибочных строк и столбцов. Количество образов ошибок зависит от числа искаженных символов.

При коррекции многократных модульных и пакетных ошибок затраты на селектор значительно возрастают. На основе анализа кодирующих матриц (таблиц) модульных кодов в [7] предложен ряд эффективных декодеров по коррекции модульных и пакетных ошибок, сложность которых в 30 и более раз меньше известных. В [16-17] в отличие от норменной классификации векторов ошибок при одномерном кодировании информации предлагается для коррекции многократных ошибок при двумерном кодировании использовать библиотеку образов ошибок для классификации ошибок. Это позволяет для селекции случайных и зависимых ошибок применять ограниченное число образов. Поиск образов в зависимости от размерности матрицы относится к задачам по изучению подгрупп симметрической группы, интенсивно исследуемых алгебраистами во всем мире [18-22]. Показано, что для идентификации образов кодового расстояния $d_{\min} = 2t + 1$ недостаточно, необходимо увеличивать $d > d_{\min}$ и, следовательно, а также избыточность и сложность схем коррекции многократных ошибок. Задача уменьшения вводимой избыточности решается на практике путем введения понятия «стирания». Благодаря этому требуется в два раза меньше кодовой избыточности при итерационном алгоритме коррекции, что связано с низким быстродействием.

Итеративные коды, также как и матричные коды, могут быть представлены в виде квадратных $n_1 = n_2$, Поэтому ошибку можно представить, как таблицу размерности $N = t \times t$, в матрице порядок содержится $N - t$ пикселей «0» и t элементов «1», в дальнейшем все многообразие данных матриц будем обозначать символом P_t [20-23].

Известные методы генерирования образующих образов ошибок В [21] предложен переборный метод формирования образующих векторов ошибок. Множество образующих векторов по переборному методу формирования $A_n = C_{n^2}^n$. Как видно из A_n , если при $t = 2$

необходимо проанализировать 6 образующих векторов, то при $t=7$ – около девяноста миллионов.

В [18-19] предложен порядковый и позиционный метод формирования образующих векторов ошибок. Множество образующих векторов по порядковому методу формирования $A_n = (n-1)!/(t-1)!(n-t)!$, как видно из порядкового метода образующих векторов при кратности $t = 7$ уже 7 раз меньше переборного метода. Если количество векторов, используемых согласно порядкового метода, то для определения всех видов двумерных ошибок достаточно использовать вектора с порядковым номером при генерации 1, $x/2+1 \dots x/2+x/4$ (x -число векторов сокращаемого набора).

Из позиционного метода образующих векторов при кратности $t = 7$ около 4 раза меньше порядкового метода.

Синтетический алгоритм формирования образов ошибок В работе анализировались синтетический метод формирования образов кратность ошибок $t = 2 : 7$.

Правило формирования распределения образов подмножества:

I. Вычисление общих чисел для каждой строки s_i и столбца c_i и отсортированы результатов соответствующие с правилами $s_1 \geq s_2 \geq \dots \geq s_t$, $c_1 \geq c_2 \geq \dots \geq c_t$, если две матрицы у них величина строк (s_1, s_2, \dots, s_t) столбец (c_1, c_2, \dots, c_t) одинакова, также они принадлежат транспонированную матрицу. Таким образом, транспонирование – это перемена ролями строк и столбцов матрицы. Множеств матриц обозначают A и A^T . На первом этапе исследования объединиться все транспонирование матрицы как подмножество образ и выборание соседней элементов «1» обозначающие лидеры образ подмножество, для того чтобы упростить сложность вычислений.

II. Из множества P_t вычисляется ранга – R .

III. Из множества P_t вычисляется количества пересечений по строкам и столбцам.

Индексы элементов матрицы, которые расположены на пересечении строк и столбцов,

IV. Из множества P_t вычисляется координат суммы и разности пересечения.

Например, анализируются следующие две матрицы из множества P_6 (кратность ошибок $t = 6$).

1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

(A)

1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

(B)

В соответствии с правилом I, II и III $s_A = s_B$, $c_A = c_B$, $R_A = R_B = 4$, очевидно, что у матрицы A существуют две точки пересечения – $\Pi_A = 2$, а у матрицы B – $\Pi_B = 1$, поэтому матрицы A и B принадлежат различным образом.

Из эксперимента мы обнаружили, что для кратности $t = 2$ и $t = 3$ использование правило I достоинства получили все библиотеки образов, а для кратности ошибок $t = 4$ если просто использовать уровень I невозможно распознавать все образы, на основе правил I, для того, чтобы каждый образ $t = 4$ отличался друг от друга, необходимы дополнительные условия II и получились 16 образов, для $t = 5$ дополним условия III и получим 34 образов и для $t = 6$ и $t = 7$ нужно дополнить условия IV и получился 90 ($t = 6$) и 210 ($t = 7$) образов.

На основе этих определений приводим построения алгоритм сформирования образов ошибок приведено далее.

Алгоритм формирования образов ошибок

Ввод: t

Выход: $P_{образ}$

Инициализация: $t = 2$

Если $t \leq N$ то цикл продолжает и дальше работать

While program do

Шаг 1: На основе матрицы $t \times t$, получаем общие суммарные множества

$$P_{общ} - (t + 1) \times (t + 1) \cdot$$

Шаг 2: В соответствии с правилами уменьшение набора и получение сокращенных образов $P_{сок}$.

Шаг 3: Вычисление транспонирования $P_{сок}$ и получение множество $P_{сок}^T$.

Шаг 4: Получение набора ошибочных образов $-P_{образ}$, $P_{образ} = P_{сок} \cup P_{сок}^T$.

Шаг 5: $t = t + 1$.

Конец цикла

Возвращение $P_{образ}$

Затем в эксперименте мы сравним свойства переборного, позиционного алгоритма и нашего синтетического алгоритма формирующих образующих образов.

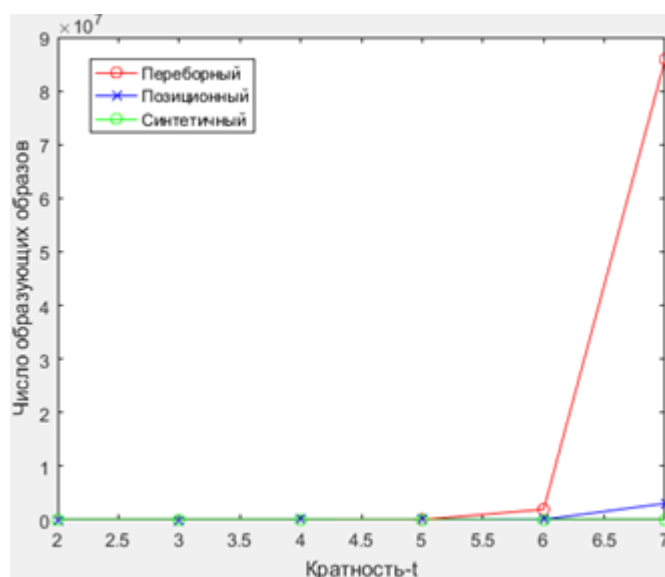


Рисунок 4. – Число образующих векторов ошибок в зависимости от кратности ошибки $t = 2 : 7$ при применении разных методов формирования $e_{обр}$

Результаты. По сравнению с приведенным выше алгоритмом, наш алгоритм намного раз уменьшение количества образующих образов ошибок, в первых, мы формируем образующих образов из сокращения предыдущих образов, значит не нужно анализ всех случайных образов и на много раз уменьшает вычислительную сложность; во вторых, оставление только транспонирования матрицы подмножества, также уменьшает вычислительную сложность.

Закключение. Проведенный анализ одномерного и двумерного кодирования показал, что при применении одномерного кодирования для борьбы с ошибками, возникающими при

обработке, хранении и передаче информации возникает - проблема селектора. Установлено, что применение двумерного кодирования позволяет уменьшить “ проблема селектора ” из-за коррекции на первом этапе ошибок малой кратности и исправления оставшихся ошибок как стираний на втором этапе декодирования. Очевидно, что двумерное кодирование имеет возможность коррекции многократных ошибок. В данной работе анализируются различные методы формирования библиотеки образов ошибок на основе двухмерного кодирования. Результатом предварительной работы образов ошибок является библиотека сжатых образов двумерных ошибок. Новый метод позволил сократить время генерации библиотеки ошибок. Результаты эксперимента показывают, что новый метод имеет хорошую производительность.

Список литературы

- [1] Вильямс, М.Ф. Теория кодов, исправляющих ошибки // М.: Связь. – 1979.
- [2] Блейхут, Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. // М.: Мир. – 1986.
- [3] Daniel, J.C. Error Control Coding, Second Edition // SHU L, Daniel. J.C, Jr. (ISBN 0–13–042672-5). – 2004. – P44-P 89.
- [4] Блох, Э.Л. Линейные каскадные коды. / Э.Л.Блох, В.В.Зяблов. // М.:Связь. – 1982. – С.229.
- [5] Ekroot, L. A Decoding of Block Codes. / L .Ekroot , Dolinar S // IEEE Transaction Inform Theory. – 1993. P.1052-1056.
- [6] Конопелько, В.К. Классы эквивалентности и нормы синдромов для БЧХ-кодов / В.К.Конопелько, В.А. Липницкий // Современные средства и связи: материалы 2-й Междунар. Науч. конф, Беларусь, 22-26 сент. – 1997. – №1. – С. 82-85.
- [7] Конопелько, В.К. Табличные низкоплотные коды, исправляющие модуль и пакет ошибок // Автоматика и телемеханика . – 1992. – №4. – С. 155-163.
- [8] Конопелько, В.К. Праграммная обработка кодов, независимые и пакетные ошибки // Минск: Ротапринт МРТИ. – 1992. – №4. – С. 24.
- [9] Конопелько, В.К. Коды для БИС, контролирующих двойную и модульную ошибки / В.К.Конопелько, С.А.Тарласов // Известия вузов. Приборостроение. – 1991. – №9. – С. 36-41.
- [10] Конопелько, В.К. Помехоустойчивое кодирование в радиотехнических системах передачи информации. однородные коды. // Минск: Ротапринт МРТИ . – 1993. – С. 28.
- [11] Конопелько, В.К. Декодирующие возможности реверсивных кодов с минимальным расстоянием / В.К.Конопелько, В.А. Липницкий кодирование // радиотехника и электроника . – 1999. – С. 70-74.
- [12] Конопелько, В.К. Устройство декодирования для коррекции двойных ошибок // Патент SU 1833968.
- [13] Конопелько, В. К. Двухэтапное декодирование табличных кодов и идентификация кратности ошибок / В. К. Конопелько, Фам Хак Хоан // Доклады БГУИР. – 2007. – № 1 (17). – С. 55 - 60.
- [14] Теория норм синдромов и перестановочное декодирование помехоустойчивых кодов / Липницкий В.А., Конопелько В.К // Мн.: Изд. центр БГУ. – 2007.
- Поиск образов двумерных зависимых ошибок [15] Смолякова, О.Г. Поиск образов двумерных зависимых ошибок / О.Г. Смолякова, Е.Г. Макейчик, В.К. Конопелько // Доклады БГУИР. – 2009. – № 5 (43). – С. 57-64.
- [16] Конопелько, В.К. Классификация точечных образов и классическая проблема разбиения чисел / В.К.Конопелько.В.А.Липницкий, Н.В.Спичекова // Доклады БГУИР. – 2010. – №5. – С.112-117.
- [17] Салас, Н.А. Коррекция стираний кодами с общей проверкой четности на основе идентификации кратности ошибок в прямом и инверсом каналах декодирования / Н.А.Салас. В.К.Конопелько,А.И.Королев // Доклады БГУИР. – 2013. – С. 33-38.
- [18] Салас, Н.А. Коррекция стираний при двумерном кодировании информации / Н.А.Салас. В.К.Конопелько // Междунар.науч.тех.конф, Москва . – 2013. – С. 139-142.
- [19] Конопелько, В.К. Классификация векторов ошибок при двумерном кодировании информации / О.Г.Смолякова, В.К.Конопелько // Доклады БГУИР. – 2008. – С.19-28.
- [20] Конопелько, В.К. Коррекция ошибок и стираний при двумерном кодировании информации / О.Г.Смолякова, В.К.Конопелько // Доклады БГУИР.– 2008. – С.142-153.
- [21] Конопелько, В.К. Действие квадрата симметрической группы на специальном классе $(0;1)$ -матриц. Отсутствие полных орбит // В.К.Конопелько.В.А.Липницкий, Н.В.Спичекова // Доклады БГУИР. – 2010. – №6. – С.40-46.
- [22] Конопелько, В.К. Общие семейства в орбитальной классификации точечных образов / В.К.Конопелько, В.А.Липницкий, Н.В.Спичекова // Доклады БГУИР. – 2011. – С.17-25.

ANALYSIS CORRECTION OF MULTIPLE ERRORS IN ONE-DIMENSIONAL AND TWO-DIMENSIONAL CODING

REN XUN HUAN.

*Postgraduate student of
the BSUIR*

MA JUN.

*Postgraduate student of
the BSUIR*

V.K.KONOPELKO

*Doctor of Engineering Sciences
Professor of Infocommunication
Technologies Department
BSUIR, professor*

Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics, Republic of Belarus

E-mail: volos@bsuir.by

Abstract. In monographs on coding theory has mentioned the efficient using the method of error pattern library to correct errors. However, the generated processing algorithms are highly complex due to the search for the corresponding permutations. A new algorithm for forming library patterns using the transpose of the matrix is proposed. It is shown that the algorithm allows reducing the number of generated patterns and increased the speed of the computation.

Keywords: one-dimensional encoding, two-dimensional encoding, error patterns.

УДК 629.3.06+656.13+612.821

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ



В.В. Савченко
ОИМ НАН Беларуси,
доцент кафедры ИПиЭ БГУИР,
кандидат технических наук, доцент

ГНУ Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, <https://oim.by>

В.В. Савченко

Начальник научно-инжинирингового центра «Бортовые системы управления мобильных машин» государственного научного учреждения «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси».

Аннотация.

Рассмотрены уровни автоматизации автомобилей и основные информационные потоки, циркулирующие в таких системах «человек-машина», во взаимосвязях с внешней средой функционирования и основными трендами по развитию функционала. Представлены основные положения метода анализа потенциальной возможности водителя восстановить контроль над высокоавтоматизированным автомобилем по состоянию, основывающегося на осведомленности о ситуационной обстановке по маршруту движения, мониторинге текущего функционального состояния и индивидуальных особенностях водителя. Отмечены **основные проблемы безопасности при функционировании высокоавтоматизированных и беспилотных транспортных средств.**

Ключевые слова: высокоавтоматизированное транспортное средство, домен штатной эксплуатации, коммуникационная платформа, облачные сервисы, передача управления водителю, системы-ассистенты водителя, система “человек–машина”, уровни автоматизации автомобилей.

Введение. Широко известная классификация уровней автоматизации автомобилей разработана сообществом автомобильных инженеров (стандарт SAE J3016 [1]), содержит 6 уровней:

0-й уровень (без автоматизации): отсутствие автоматического контроля над машиной, но может присутствовать система уведомлений, весь процесс управления осуществляет водитель;

1-й уровень (включающий помощь водителю): водитель в основном осуществляет управление, как правило на борту транспортного средства (ТС) установлены системы-ассистенты водителя (ADAS) оказывающие содействие водителю в управлении рулевой системой и тормозами с использованием информации о внешней среде, работающие в автоматическом режиме, но могут отключаться водителем.

2-й уровень (частично автоматизированный): водитель должен реагировать, если система не смогла в автоматическом режиме справиться самостоятельно. ADAS управляет ускорением, торможением и рулением одновременно, может быть отключена водителем.

3-й уровень (условно автоматизированный): водитель может не контролировать ТС на некоторых типах дорогах (например, автобаны), но должен быть готовым взять управление

при изменении ситуационной обстановки или система останавливает ТС если водитель не реагирует на оповещение.

4-й уровень (высоко автоматизированный): аналогичный 3-му уровню, но уже не требует внимания водителя и выполняет свои функции, которые допустимы в конкретных внешних условиях движения.

5-й уровень (полностью автоматизированный): со стороны человека не требуется никаких действий кроме указания на начало движение и определение пункта назначения.

Из представленной классификации, видно, что уже начиная с 1-го уровня, бортовые системы представляют из себя аппаратно-программные средства в которых значительное место (в том числе по функционалу) занимают методы и алгоритмы анализа разнородной информации о процессах функционирования транспортных средств и синтеза управляющих воздействий на системы различного иерархического уровня для динамической стабилизации транспортного средства и его траекторного движения с использованием IT методов и технологий и специализированного программного обеспечения (с каждым уровнем степень автоматизации увеличивается), и лишь на 5-ом уровне со стороны человека не требуется никаких действий кроме указания на начало движение и определение пункта назначения. На рисунке 1. показано видение компании Movimento [2] по современным «объёмам» программного обеспечения (одна из простых характеристик метрики – количество строк программного кода) в различных системах.

Уровень автоматизации автомобилей неуклонно растет, что позволяет решать ранее существовавшие проблемы при функционировании автомобилей, но и создает новые, которые еще предстоит исследовать и решить. При возрастании уровня автоматизации значительными темпами растут объемы разнородной информации, циркулирующей в такой метасистеме как «водитель – высокоавтоматизированный автомобиль – дорога – интеллектуальная транспортная система – информационное поле». Очевидно, что в данном случае «информационное поле» попадает под категорию Big Date. На рисунке 2. представлен прогнозируемый поток данных генерируемых в автономных автомобилях и основные источники.

Характеристики метрики программного обеспечения

	F-22 Raptor Fighter Jet ~ 1 500 000 строк кода
	Boeing 787 ~ 13 000 000 строк кода
	Facebook ~ 61 000 000 строк кода
	Современный High-End транспорт ~ 100 000 000 строк кода

Рисунок 1. –Количество строк кода в различных системах.



Рисунок 2. –Прогнозируемый поток данных генерируемых автономным автомобилем.

Для реализации алгоритмов траекторного движения и их корректировки в соответствии с текущими условиями беспилотным автомобилям, по мнению специалистов компании Intel [3] нужны камеры, генерирующие поток информации порядка 20–60 Мбайт/с, радары и ультразвуковые локаторы (по 10–100 Кбайт/с), системы навигации GPS - 50 Кбайт/с, (хотя мы полагаем, что предпочтительно использование четырех системного навигационного чип-сета ГЛОНАС, ГАЛИЛЕО, BEIDOU, GPS - по 50 Кбайт/с., для каждой из ГНСС, 200 Кбайт/с., как обладающего функционалом позволяющим с большей точностью определять текущую координату, более высокой помехозащищенностью и достоверностью [4]). Лидар формирует трафик порядка 10–70 Мбайт/с. По приблизительным экспертным оценкам, использующий такие технологии автомобиль будет генерировать около 4 ТБайт данных в день [3]. К этому добавляется информация, генерируемая «классическими» системами активной безопасности и системами мониторинга и самодиагностики основных узлов и агрегатов.

Основные тренды по направлению. Резолюция о внедрении в практику высоко- и полностью автоматизированных транспортных средств в условиях дорожного движения Глобального форума по безопасности дорожного движения (WP.1) и документа ECE/TRANC/WP.1/165 [5], «высокоавтоматизированное ТС» означает ТС, оснащенное автоматизированной системой вождения. Эта автоматизированная система вождения действует «в пределах конкретного домена штатной эксплуатации» (ДШЭ) применительно к некоторым или всем поездкам без необходимости вмешательства человека в качестве запасного варианта обеспечения безопасности дорожного движения; «домен штатной эксплуатации» означает окружающие и географические условия, время суток, а также дорожно-транспортные, инфраструктурные, погодные и другие условия, для работы в которых конкретно предназначена данная автоматизированная система вождения. Даны следующие основополагающие определения: «автоматизированная система вождения» означает комбинацию аппаратного и программного обеспечения, которое осуществляет динамическое управление ТС на устойчивой основе; «динамическое управление» означает выполнение в реальном масштабе времени всех оперативных и тактических функций, необходимых для передвижения ТС, включает в себя управление движением ТС в боковом и продольном направлении, контроль за условиями дорожного движения, реагирование на явления, происходящие в дорожно-транспортной ситуации, а также планирование и сигнализацию маневров; «полностью автоматизированное ТС» означает ТС, оснащенное

автоматизированной системой вождения действующей без каких бы то ни было ограничений ДШЭ применительно к некоторым или всем поездкам без необходимости вмешательства человека в качестве запасного варианта обеспечения безопасности дорожного движения. Представлены соответствующие рекомендации, по функционалу, к автоматизированным системам вождения и их пользователям [5].

Всемирный форум для согласования правил в области ТС (WP.29, по автоматизированным (автономным) ТС) определил приоритетные направления работы, ожидаемые результаты, сроки и порядок работы для осуществления деятельности по этим направлениям, принципы для автоматизированных (автономных) ТС, концепцию безопасности (кибербезопасности) и ее ключевые аспекты [6]. Работы должны быть направлены на разработку подробных технических требований, которые могут быть сформулированы в виде нормативных или ненормативных документов (например, руководств, рекомендаций, правил ООН, глобальных технических правил ООН). Приоритетные направления работы это [6]: функциональные требования для автоматизированных (автономных) ТС; новый метод оценки (испытаний); кибербезопасность и «беспроводное» обновление программного обеспечения; система хранения данных для автоматизированных ТС; регистратор данных об аварии.

Направление функциональные требования для автоматизированных (автономных) ТС должно охватывать, в том числе, требования к человеко-машинному интерфейсу (ЧМИ) и информации об операторе: в тех случаях, когда может потребоваться участие водителя в управлении ТС (например, в случае запроса на передачу управления), автоматизированное ТС должно осуществлять мониторинг вовлеченности водителя, с тем чтобы оценить его внимание и готовность полностью взять на себя управление ТС. Кроме того, автоматизированное ТС должно обеспечивать возможность взаимодействия с другими участниками дорожного движения (например, с помощью внешнего ЧМИ для определения рабочего состояния ТС и др.) [6]. Термин «мониторинг вовлеченность водителя» предполагает оценку его внимания и готовности полностью взять на себя управление ТС, в ряде работ [7,8] используется близкий по семантике термин «осведомлённости водителя о ситуационной обстановке» определяемый на основе видеонаблюдения камерами и интерпретируемый на основе автоматического анализа направление взгляда (оператора, водителя), наклонов головы, окулограммы, моргания глаз. В обзорах [7,8] представлено значительное количество работ, исследующих динамику изменения физиологических (психофизиологических) параметров (кроме указанных выше, это: электроэнцефалография и связанные с событиями потенциалы, частота сердечных сокращений (ЧСС) и вариабельность сердечного ритма (ВСР), артериальное давление, электродермальна́я активность (ЭДА), электромиография, тепловидение [8]) водителя в зависимости от уровня автоматизации и режимов движения ТС, но не представлены методы достоверно, в реальном масштабе времени и в автоматическом режиме, интерпретирующих текущее функциональное состояние водителя.

Поиск путей решения проблемы передачи управления водителю в высокоавтоматизированных ТС, когда бортовые системы ТС не могут поддерживать далее «беспилотный» режим управления, сегодня находится на уровне поисковых исследований [7-10 и др.]. В работах [9-10], с междисциплинарных позиций, на основе системного подхода, сформулированы основные положения метода анализа потенциальной возможности водителя восстановить контроль над высокоавтоматизированным автомобилем по состоянию, основывающегося на осведомлённости о ситуационной обстановке по маршруту движения, мониторинге текущего функционального состояния и индивидуальных особенностях водителя.

Основные проблемы безопасности функционирования высокоавтоматизированных и беспилотных ТС сегодня. Эксперты по этому направлению считают, что защита ТС от киберугроз сегодня по-прежнему представляет собой серьёзную проблему. Определены

потенциальные векторы таких угроз [11]: атака на диагностические протоколы (например, протокол OBD2), удаленная атака на шины (CAN, LIN и др.) ТС, взломанные исполнительные устройства, атака на хранилище ключей (сертификатов), атака через мобильные устройства, перехват данных пользователя, эксплуатация программных уязвимостей, вредоносные обновления прошивки, доставка вирусов через сменные носители, атака через скаченные приложения, атака методом компрометации канала связи (например, атака посредника типа Man-in-the-Middle). Прежде всего в защите нуждаются блок управления двигателем, внутренняя сеть автомобиля, шлюз, доступ к глобальной сети, автомобильные облачные сервисы.

Сегодня среднестатистическое высокоавтоматизированное или беспилотное ТС обладает вычислительной мощностью примерно 20 компьютеров, содержит около ста миллионов строк программного кода, обрабатывает порядка 25 Гб данных в час [12]. Такие ТС сохраняют данные о технических сбоях узлов, агрегатов, бортовых систем; маршруты движения (локации в реальном масштабе времени); внешние условия прохождения маршрута; личные данные водителя, места остановок и их временные характеристики; коммуникационные данные (номера телефонов, длительность звонков). Потенциально такие данные могут использовать автопроизводители, сервисные центры обслуживания, разработчики и поставщики контента и др. С использованием таких данных потенциально возможно повысить безопасность движения, увеличить пропускную способность и снизить загруженность дорог, более точно определить причину дорожно-транспортного происшествия и др.

Очевидно, что при постоянном росте объемов информации генерируемой бортовыми системами ТС, бортовых вычислительных мощностей будет недостаточно и следует развивать методы и алгоритмы передачи информации, с использованием коммуникационной платформы (Cellular Vehicle to Everything (C-V2X)), в облачные сервисы для обработки информации, формирования и актуализации специализированных баз данных, с последующей передачей полученных результатов в бортовые системы ТС.

Известны и основные проблемы, возникающие при эксплуатации высокоавтоматизированных и беспилотных ТС [13 и др.]. По мнению экспертов автомобильной отрасли, сегодня ни одной из компаний не удалось создать автомобиль, который в автоматическом режиме передвигался по дорогам общего пользования и не представлял опасности ни для пассажиров, ни для других участников движения [13]. Страховой институт дорожной безопасности (IIHS) в США протестировал высокоавтоматизированные легковые автомобили четырех ведущих автомобильных концернов, тестировались системы удержания полосы движения на подъемах и спусках: все автомобили наезжали на сплошную линию разметки. Было выявлено большое количество ошибок систем распознавания дорожных знаков, если на них что-то нарисовано, наклеено, подверглись случайному загрязнению из внешней среды, в ряде случаев, тени от деревьев интерпретировались как препятствия. Атмосферные осадки существенно влияют на надежность датчиков сканирования пространства вокруг высокоавтоматизированных и беспилотных ТС, не надежно работают на мостах. Кроме того, влияния оказывают наличие снежного покрова на дороге, контрастность или полное отсутствие линий дорожной разметки, изменяется тормозной путь ТС на сухом и мокром дорожном покрытии, другие причины уменьшающие коэффициенты сцепления.

Заключение. Развитие интеллектуальных транспортных систем (ИТС), ADAS, систем активной безопасности (включающие высокоточные навигационные модули, работающие с несколькими ГНСС) и неуклонно возрастающий уровень автоматизации автомобилей позволяет ставить и решать принципиально новые задачи по безопасности функционирования транспортных систем “человек–машина”, причем автоматический анализ разнородных информационных потоков дает синергетический эффект. Информационное взаимодействие в

транспортных системах «человек-машина» – это взаимодействие иерархически выстроенных разно - функциональных бортовых систем мониторинга и управления (технических компонент транспортного средства, характеристик траекторного движения в привязке к навигационной координате, результатов работы ADAS, включая функциональное состояние водителя) между собой и внешними системами (прежде всего: ИТС, телематические сервисы, диспетчерские и экстренные службы) с целевой функцией повышения эффективности функционирования систем «человек-машина». Анализ информационного обмена в транспортных системах «человек-машина» с единых методологических позиций позволит, с приемлемой для решения прикладных задач точностью, формировать в реальном масштабе времени интегральную оценку состояния базовых компонент системы «человек-машина» и динамику изменения ситуационной обстановки, включая внешнюю среду, во взаимосвязях.

Список литературы

- [1] SAE J3016. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. Warrendale: Society of Automotive Engineers; 2014.
- [2] Валентин К. Будущее автомобильной промышленности: автомобиль, определяемый программным обеспечением / К. Валентин // Материалы междунар. автомобил. науч. форума «Интеллектуальные транспортные системы» (МАНФ-2017), Москва, 18–19 окт. 2017 г. [Электронное издание] / ААИ, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». — М., 2017. — R20171026.
- [3.] Intel:беспилотный автомобиль будет генерировать 4 Тбайт данных в день [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/automotive/autonomous-vehicles.html> /. – Дата доступа: 20.02.2020.
- [4] Савченко В.В. Поддубко С.Н. Интеграция пассивных систем помощи водителю с бортовыми системами автомобилей // Материалы междунар. автомобил. науч. форума «Интеллектуальные транспортные системы» (МАНФ-2017), Москва, 18–19 окт. 2017 г. [Электронное издание] / ААИ, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». — М., 2017. — R20171014.
- [5] Global Forum for Road Traffic Safety (WP.1) resolution on the deployment of highly and fully automated vehicles in road traffic.– document ECE/TRANS/WP.1/2018/4/Rev. – 14 January 2019, UNECE, Geneva.
- [6] Рамочный документ по автоматизированным/автономным транспортным средствам.– document ECE/TRANS/WP.29/2019/34. – 15 April 2019, UNECE, Geneva.
- [7] Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: a review of the empirical evidence / J. C. F. de Winter, R. Happee, M. H. Martens, N. A. Stanton // VDI Wissensforum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vdi-wissensforum.de/news/effects-of-adaptive-cruise-control-and-highly-automated-driving>. – Дата доступа: 20.02.2020.
- [8] A Review of Psychophysiological Measures to Assess Cognitive States in Real-World Driving/ Monika Lohani, Brennan R. Payne, David L. Strayer // Front. Hum. Neurosci., 19 March 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2019.00057/full>. – Дата доступа: 20.02.2020.
- [9] Савченко, В.В. Проблема передачи управления водителю в высокоавтоматизированных транспортных средствах: метод мониторинга восприятия семантически бинарной релевантной информации водителем / В.В. Савченко // Механика машин, механизмов и материалов. – 2019. – №2(47). – С. 14–19.
- [10.] <http://iopscience.iop.org/issue/1757-899X/534/1>[10] Savchenko V.V., Poddubko S.N. Cross-modal information flows in highly automated vehicles // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. — 534 (2019). — 012003. — doi: 10.1088/1757-899X/534/1/012003. — Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/issue/1757-899X/534/1>.
- [11.] Подключенные автомобили: обезопасить с самого начала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/connected-cars-secure-by-design/17734/>. – Дата доступа: 26.02.2020.
- [12.] Подключенные авто и безопасность данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ccsu.ru/ru/news/podklyuchennye-avto-i-bezopasnost-dannih-infografika-97360> k/. – Дата доступа: 26.02.2020.
- [13.] Беспилотные авто и безопасность: в чем главные проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ccsu.ru/ru/news/bespilotnie-avto-i-bezopasnost-v-chem-glavnie-problemi-97293?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=email_anons_27_03_2019/. – Дата доступа: 26.02.2020.

INFORMATION FLOWS IN HIGH-AUTOMATED VEHICLES

V. V. SAVCHENKO

*Director of the Research and
Engineering Center «Onboard Control
Systems of Mobile Machines», Ph.D.,
associate professor*

State Scientific Institution “The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus.

Abstract. Automation levels of automobiles and the main information flows circulating in such “man-machine” systems are examined, in interrelations with the external functioning environment and the main trends in the development of functionality. The main provisions of the method for analyzing the potential driver’s ability to regain control of a highly automated car based on the knowledge of the situational situation along the route of movement, monitoring of the current functional state and individual characteristics of the driver are presented. The main safety problems during the operation of highly automated and unmanned vehicles are noted.

Keywords: highly automated vehicle, standard operation domain, communication platform, cloud services, transfer of control to the driver, driver assistant systems, “man-machine” system, automobile automation levels.

УДК 007

АНАЛИЗ, РЕФЕРЕНТНАЯ МОДЕЛЬ И МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ КИБЕРМЕРОПРИЯТИЙ



Д.В. Кравченко¹
Магистрант
спортивно-
технического
факультета



Т.А. Малинина²
Магистр техники и
технологии,
ассистент кафедры
инженерной
психологии и
эргономики



В.П. Старжинский¹
Доктор философских
наук, профессор
кафедры
«Философские
учения»



К.Д. Яшин²
Кандидат
технических наук,
доцент, заведующий
кафедрой инженерной
психологии и
эргономики

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

E-mail: yashin@bsuir.by, vstarzhinskij@yandex.by

Д.В. Кравченко

Обучается в магистратуре по специальности «Методы и средства технического обеспечения физической культуры и спорта» на спортивно-техническом факультете Белорусского национального технического университета.

Т.А. Малинина

Окончила Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники по специальности «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. Окончила магистратуру по специальности «Управление безопасностью производственных процессов» с присвоением академической степени магистра техники и технологий.

В.П. Старжинский

Профессор кафедры «Философские учения» Белорусского национального технического университета. Является ученым в области неклассической культурологии: методологии проектирования социально-культурных инновационных систем с различной онтологией и социального конструирования культурных артефактов. Разработал основы конструктивной методологии, которая более двадцати лет успешно применяется в практике проектирования и конструирования образовательных, правовых, информационно-коммуникативных и других социокультурных онтологий.

К.Д. Яшин

Заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики, и радиоэлектроники, кандидат технических наук, доцент. Изобретатель СССР, авторских свидетельств на изобретения и патентов – 55. Окончил Белорусский государственный университет. Автор и основной исполнитель проекта создания в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники кафедры инженерной психологии, и эргономики, обеспечивающий подготовку и выпуск специалистов с высшим образованием по специальности «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий», квалификация инженер-системотехник (инженер-программист).

Аннотация. Анализ отечественных и зарубежных источников, посвященных техническому обеспечению киберспортивных соревнований различных типов, и результатов проведенного нами исследования, позволил выделить процедуры и элементы технико-технологического компонента, сформировать блоки операций и построить референтную модель подготовки и реализации технико-технологического компонента определенного типа соревнований с учетом основополагающих требований (принципов) системы менеджмента качества МС ИСО 9000: ориентация на потребителя, лидерство руководителя, вовлечение людей, процессный подход, системный подход к менеджменту, постоянное улучшение, основанный на фактах подход к принятию решений, взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Ключевые слова: информационное общество, проектирование киберспорта, референтная модель, технико-технологический компонент, техническое задание, структурно-функциональная схема, принципы построения модели.

Введение

Информационное общество и спортивная индустрия. Современный этап развития общества отличает его информационная доминанта. Развитие информационного общества обозначает новую фазу в эволюции цивилизации, характеризующуюся «развитием электронной демократии, информационной экономики, электронного государства, электронного правительства, цифровых рынков, электронных социальных и хозяйствующих сетей» [1]. Основным процессом является формирование экономики знаний, в которой основными ресурсами для удовлетворения потребностей человека и общества становятся знание и информация, которые внедряются во все звенья хозяйственного механизма. При этом происходят преобразования не только в экономической сфере, но подвергаются модернизации социальные, политические и общекультурные отношения. Мы наблюдаем и являемся активными участниками становления общества инноваций – системного процесса воздействия информационных технологий на все сферы деятельности общества и человека, а также создание оптимальных условий для инновационного развития и управления, удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, организаций, органов государственной власти [2, 3]. Основной парадигмой информационного общества является парадигма «человек – машина». Тем не менее, степень развития человека, а не машины определяет эффективность развития социальных отношений.

Чертами информационного общества являются [1]: 1) увеличение роли информации и знаний в жизни общества; 2) возрастание числа людей, чья деятельность связана с информационными технологиями, коммуникациями и производством информационных продуктов и услуг; 3) рост доли IT технологий и услуг в валовом внутреннем продукте; 4) создание глобального информационного пространства, обеспечивающего (а) эффективное информационное взаимодействие людей, (б) их доступ к мировым информационным ресурсам и (в) удовлетворение их потребностей в информационных продуктах и услугах.

Отличительной особенностью экономики знаний в информационном обществе является скорость доступа к информации (BIG DATA), ее обработки и передачи.

Развитие информационного общества и BIG DATA нашло свое отражение и в спортивной индустрии. Спортивные снаряды и тренажеры, аппаратно-спортивные комплексы, системы пространственного позиционирования, технические средства регистрации и получения срочной информации о параметрах движений спортсмена (секундомеры, пульсометры, компьютеры, планшеты, смартфоны, смартчасы, видеокамеры и др.), – применяются сегодня в ходе спортивной подготовки, во время осуществления соревновательной деятельности и демонстрации спортивных достижений [4]. Важную роль информационные технологии играют в обеспечении жизненного цикла спортивного сооружения на этапах его проектирования, строительства, эксплуатации, создания инфраструктуры спортивного комплекса, проектирования и производства сопутствующего оборудования.

Цель работы: разработать алгоритмы, сформировать онтологию проектирования и проведения открытых киберспортивных мероприятий.

Для достижения цели решены следующие задачи: 1) разработана концептуальная модель решения проблемы; 2) разработана структурно-функциональная схема процессов подготовки и развития киберспортивных соревнований; 3) разработана организационная структура управления киберспортивными соревнованиями.

На рисунке 1 представлена схема алгоритма процессов проведения анализа, разработки референтной модели и определения методологии проектирования открытых киберспортивных мероприятий. Рассмотрим эти действия по порядку.



Рисунок 1. – Схема алгоритма проведения анализа, разработки референтной модели и формирования методологии проектирования открытых киберспортивных мероприятий

Результаты исследований

Киберспорт как новация информационного общества. Одной из наиболее знаковых новаций, порожденных информационным обществом и информационными технологиями, явилось создание нового вида соревновательной деятельности – киберспорта (компьютерного спорта). Эволюция индустрии видео - и компьютерных игр, стремительный рост армии игроков объективно сформировали ситуацию, при которой возникла потребность в конкуренции и стремлении быть первым, а действия игроков и их состязания друг с другом стали рассматриваться как соревновательная активность. Появилась необходимость определить такой тип деятельности и, как следствие, были заявлены несколько терминов – «гейминг», «конкурентная видеоигра» и «киберспорт». Сегодня эти термины являются синонимами «компьютерного спорта» (eSports, англ.) [5].

Определение «компьютерного спорта» изменялось с развитием индустрии компьютерных игр и тренажеров. Так в 2005 году Д. Хэмфилл ввел следующую его дефиницию: «альтернативная спортивная реальность, созданная для электронно-расширенного спортсмена

в цифровом спортивном мире» [5]. Далее, в 2006 году, М.Вагнер определил данную активность как сферу спортивной деятельности, в которой люди развивают и тренируют умственные и физические способности с использованием информационных и коммуникационных технологий [6]. В качестве рабочего определения мы будем придерживаться следующей трактовки: компьютерный спорт – это вид спорта, представляющий соревновательную деятельность, а также специальную подготовку к соревнованию на основе компьютерных и/или видеоигр, где игра является средой взаимодействия объектов управления, обеспечивающей равные условия состязаний человека с человеком или команды с командой [7].

Данный вид соревновательной деятельности воплощает в себе основные черты информационного общества: 1) электронная форма состязательности при сохранении принципов спорта – сопоставление физических и (или) интеллектуальных способностей; подготовка к этой деятельности и межличностные отношения, возникающие в ее процессе; 2) интернет и локальные сети создают информационное пространство, создавая среду соревновательной деятельности; 3) знания и информация о сценариях и особенностях компьютерных игр, тактиках и стратегиях являются залогом победы в состязании; 4) увеличение количества кибератлетов на всех континентах планеты, а также информационно-техническая поддержка при сопровождении соревнований; 5) создание нового информационного продукта в виде киберспортивного матча и его трансляции приводят к реальной потребительной стоимости, а значит инновационному общественному развитию; 6) рост рынка компьютерного спорта, эндемичных и неэндемичных брендов, демонстрируют рост валового внутреннего продукта. Доступность, безопасность, открытость, зрелищность и экономический эффект наделяют компьютерный спорт потенциалом спорта будущего, а сам факт его развития подтверждает идею формирования полностью развернутого информационного общества, озвученную на сессии Европейского Совета (Лиссабон, 2005).

Качество киберсоревнования как услуги. Успешное проведение соревнования по киберспорту зависит от качества его организации. Как известно, требования к качеству продукции и услуг обусловлены необходимостью обеспечения конкурентоспособности предприятия. В отличие от зарубежных стран, где конкуренция в сфере киберспорта высока, в нашей стране этот рынок находится в начальной стадии своего становления. Однако, учитывая темпы его развития и рост количества потребителей, качество оказываемых услуг в скором времени станет «стратегическим императивом бизнеса» [8].

Наиболее полное определение понятия «качество» как философской категории дал Гегель: «Качество – это внутренняя определенность вещи, тождественная с ее бытием». Нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество. Иными словами, качество – это то, что делает вещь данной вещью, а не другой. Качество как экономическая категория определяется добротностью изготовления продукции. Понимание качества продукции может быть углубленно через анализ самого процесса создания продукции и роли качества в управлении этим процессом. С позиций управления качество определяется как степень соответствия стандарту или должному требованию. В нашей стране постепенно вырабатывается понимание, что достижение удовлетворительного результата невозможно без управления качеством деятельности.

В 1987г. Международная организация по стандартизации разрабатывает и выпускает стандарты ИСО серии 9000 по управлению и обеспечению качества продукции, которая знаменует поступление нового этапа в развитии управления качеством – TQM (Total Quality Management – всеобщее управление качеством).

Содержание данной деятельности включает в себя: 1) подход к руководству организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов; 2) он направлен на достижение долгосрочного успеха; 3) осуществляется путем удовлетворения требований потребителя и выгоды для членов организации и общества.

Таким образом, основная идея управления качеством – достигнуть наибольшего удовлетворения потребностей потребителя. Это цель всего предприятия в целом и каждого подразделения в отдельности. Более того, идея качества пронизывает деятельность всех сотрудников и становится главной задачей.

Как было отмечено выше, важную роль в управлении качеством играет стандартизация. Стандарт – это нормы, правила и характеристики, которые регламентируют деятельность в определенной сфере, поскольку оформлены в виде нормативных документов и имеют юридическую силу. Другими словами, стандарты – это нормативно-технические документы, которые определяют основные требования к качеству продукции (услуг). Для обеспечения стабильности качества продукции или услуг, создания уверенности для потребителя в высоком качестве служит система сертификации, которая является дополнительной к системе стандартизации [8].

Организация указанных киберспортивных соревнований в нашей стране, прежде всего, испытывает недостаточную проработанность пакетов нормативно-технической документации, а регулирование процессов происходит лишь в соответствии с техническим регламентом. Применение системы менеджмента качества в данной сфере пока находится на начальной стадии.

Качество проведения киберсоревнования. Внедрение информационных технологий во все сферы жизнедеятельности общества сопровождается постоянным повышением социокультурных и технико-технологических требований к подготовке киберспортивных соревнований различного уровня. Это ставит задачу изучения, проектирования и внедрения технических и технологических разработок, способных обеспечить высокое качество подготовки и проведения заявленного типа социально – технических мероприятий. Актуальность проблемы проектирования киберспортивного соревнования как многокомпонентной системы социально-зрелищного мероприятия, построения его организационно-деятельностной модели, – определяется объективными процессами, демонстрирующими стремительность развития киберспорта в мире и в Республике Беларусь, а также отсутствием разработанной системы менеджмента качества данной услуги.

Организация соревнования по киберспорту включает в себя следующие направления и мероприятия: выбор дисциплины, формата и площадки проведения соревнования; закупка/аренда оборудования; технико-технологический аспект подготовки и проведения соревнования (монтаж оборудования, подготовка и эксплуатация инженерных систем и др.); организация медийной деятельности (комментаторство, журналистика, аналитика, трансляция соревнования, выкладка результатов на сайтах); организация судейства; транспортная логистика; логистика потоков игроков и зрителей; билетно-пропускная система; разработка макета соревнования; брендинг и др. Практика проведения соревнования по киберспорту в нашей республике показала, что данные виды производственной деятельности сегодня осуществляются не только специалистами разных подразделений одного предприятия, но и с привлечением специалистов внешних структур.

Анализ материалов о проведении киберспортивных мероприятий, а также результатов проведенного нами эмпирического исследования (наблюдение за проведением LAN-финалов в сентябре 2018 г. и эксперимента в декабре 2018 г. по проведению LAN-финала дисциплин Dota 2, CS:GO, WOT, League of legends) выявил недостаточную проработанность подавляющего большинства направлений деятельности по подготовке и проведению соревнований по киберспорту. Наибольшее количество замечаний вызвали технические и технологические аспекты. Были зафиксированы сбои в работе звуковой системы, разрывы Интернет-соединений, нарушение системы подачи и потребления электрической энергии, низкое качество передачи изображения на экраны рабочих площадок, несоответствие рабочего места игрока требованиям регламента, а также отсутствие «работы над ошибками». По нашему мнению, выявленные нарушения являются следствием имеющейся практики по

подготовке и проведению киберспортивных соревнований на основе ситуационных моделей, разработанных в короткие сроки.

К недостаткам такого подхода можно отнести следующие: 1) выбор оборудования по принципу «экономии средств» при его закупке или аренде; 2) высокое качество оборудования, взятого в аренду, не может быть гарантировано; 3) отсутствие возможности усовершенствовать разработанный проект, т.к. подобные проекты имеют срочный характер и после их реализации прекращают свое существование; 4) режим «коммерческой тайны» не позволяет открыто обсуждать в профессиональном сообществе преимущества и недостатки реализованных проектов; 5) отсутствие стандартизации процессов подготовки и проведения соревнований и практики применения TQM ко всем процессам организации соревнований по киберспорту.

Повышение качества подготовки и проведения соревнования по компьютерному спорту определенного типа и достижение удовлетворенности потребителей применительно к техническим аспектам невозможно без решения следующих задач: 1) выявление технических особенностей, а именно, разработка технического решения и алгоритма организации технических и технологических элементов соревнования по киберспорту; 2) проработку каждого этапа организации технических и технологических элементов, которые в данной работе объединены в технико-технологический компонент (ТТК); 3) рассмотрение ТТК в рамках системы менеджмента качества.

Под ТТК понимается реализация технического решения по монтажу и эксплуатации инженерной системы, выработанного на основе выделенных принципов и критериев. В свою очередь, инженерная система включает в себя организованное множество технических элементов, образующих целостное единство, направленное на жизнеобеспечение соревнования по киберспорту.

Концептуальная модель решения проблемы. Для решения поставленных задач рассмотрим основной понятийный аппарат, определяющий суть решаемой проблемы. Концептуальная модель представляет собой совокупность понятий, репрезентирующих проблему в режиме сущего и должного. Сущее как правило описывается в форме недостатков. (см. предыдущую рубрику). Должное, в нашем случае, это организационно-деятельностная модель спортивного соревнования, соответствующая замыслу проектировщика и отвечающая требованиям МС ИСО 900. К концептуальной модели относятся понятия техника, технология, технико-технологические компоненты и др. «Техника» и «технический» – это а) способ получения, включающий в себя формально-логический (алгоритмический) компонент технологии и б) различные приспособления, машины и устройства, которые используются в производстве, а также являются продуктом производства [3].

Философско-методологический анализ показывает, что «технэ» характеризуется следующими особенностями: а) продукт культуры, т.е. искусственное произведение; б) материальный артефакт; в) обладает особенностью функционального назначения; г) средство деятельности, удовлетворения потребности, решения технической задачи; д) воплощает в себе определенную структуру деятельности, формализованную в методах ее протекания, некоторых алгоритмах.

Технология характеризуется тремя атрибутами: 1) наличием определенной последовательности действий (алгоритма в формализованном выражении); 2) «материализацией» в виде технических устройств; 3) наличием гарантированного результата на выходе. Техника онтологична, в общеупотребительном смысле обозначает материальный предмет. Технология же отражает «объективные процессы, способы взаимодействия материальных объектов, а также описание этих процессов в виде различных когнитивно-технологических требований [3].

Онтология проектирования и референтная модель. Видео- и фотоотчеты проведенных соревнований по киберспорту указанного типа в период с 2017 по 2019 год позволили нам

определить некоторые их технические особенности: 1) размер главной площадки варьируется от 500 – 2000 м²; 2) варьируется размер общей площади, задействованной для проведения соревнований; 3) количество зрителей на площадке варьируется от 300 – 1000 чел.; 4) соревнования проводятся с сопутствующей шоу программой и без нее; 5) разрешение трансляции (full HD, 4k); 6) наличие/отсутствие сцены; 7) наличие/отсутствие рекламы эндемичных и неэндемичных брендов и др.

Большая часть информации об интересующей нас проблеме, например, данные о технических параметрах и количестве единиц оборудования, используемого для проведения соревнования (компьютеры игроков, светодиодные экраны, акустическая система, микшерные пульта, постановочное освещение, компьютеры инженеров, данные о топологии интернет-сети и др.), а также последовательность процедур организации мероприятий, остаются за кадром и требует специальной реконструкции.

Анализ отечественных и зарубежных источников, посвященных техническому обеспечению киберспортивных соревнований различных типов, и результаты проведенного нами исследования, позволили выделить процедуры и элементы ТТК, сформировать блоки операций и построить референтную модель подготовки и реализации ТТК определенного типа соревнований с учетом основополагающих требований (принципов) системы менеджмента качества (СМК) МС ИСО 9000: ориентация на потребителя, лидерство руководителя, вовлечение людей, процессный подход, системный подход к менеджменту, постоянное улучшение, основанный на фактах подход к принятию решений, взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Разработка референтной модели осуществлялась в соответствии с циклом Деминга, основным методологическим принципом ИСО 9000 (Plan/Планируй – Do/Делай – Check/Контролируй – Act/Воздействуй) и включила в себя следующие процессы: планирование, реализация, контроль, диагностика и улучшение результатов (рис.2).

Разработанная референтная модель включает: 1) структурно-функциональную схему подготовки и реализации ТТК киберспортивного соревнования типа «минор»; 2) организационную структуру управления ТТК; 3) процессную модель (алгоритм); 4) функциональную и принципиальную схемы инженерной системы; 5) набор критериев оценки качества инженерной системы; 6) набор критериев оценки качества реализации системы.

Принципы проектирования. Определенная последовательность и состав этапов работы по подготовке и реализации ТТК, совокупность процедур и привлекаемых технических средств, а также особенности работы системы, ее взаимосвязи внутренних и внешних элементов представлены в структурно-функциональной схеме рисунка 3. В качестве внешней связи выступает заказ на проведение киберспортивного соревнования, в нашем случае это заказ на проведение соревнования типа «минор». Основным системообразующим компонентом явилась цель – разработать и обосновать техническое решение на основе технических особенностей и алгоритма организации ТТК соревнования по компьютерному спорту. Достижение поставленной цели возможно при решении задач технического задания, устанавливающего основное назначение разрабатываемого технико-технологического компонента, его технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, необходимую документацию (инструкции, схемы, чертежи), а также специальные требования.

Процесс проектирования ТТК организации киберспортивного соревнования типа «минор» и его реализация основываются в нашей работе на следующих принципах.

1) Принцип опоры на правовые акты. Деятельность по подготовке и реализации ТТК киберспортивного соревнования регулируются следующими правовыми актами: Трудовым кодексом РБ, законами Республики Беларусь «О физической культуре и спорте» и «О защите прав потребителей», правовым соблюдением договорных отношений, положением о

проведении киберспортивного соревнования ФКС РБ, нормативным правовым актом «Об утверждении правил безопасности проведения занятий физической культурой и спортом», положениями по Охране труда, положениями ISO 9000, техническим регламентом. 2) Принцип учета ограниченности ресурсов (трудовых, временных, энергоресурсов и др.). 3) Принцип надежности. Использование современного оборудования, привлечение высококвалифицированных специалистов, обеспечение бесперебойного функционирования всех элементов разрабатываемой инженерной системы позволяют обеспечить высокую степень безотказности функционирования системы. 4) Принцип функциональности. В формируемой системе ТТК структура создается после определения функций и реализуется в совокупности субъектов и объектов различного назначения, а также алгоритма организации. Появление новых задач и соответственно функций приводит к корректировке структуры. После создания системы возможно уточнение ее структуры и отдельных функций в рамках заявленных целей и задач, то есть возможно обратное влияние структуры на функции. 5) Принцип контролируемости, предполагает определение параметров, по которым осуществляется контроль и диагностика качества подготовки и реализации ТТК. 6) Принцип масштабируемости предполагает адаптивность разработанной модели к изменяемым условиям. 7) Принцип функциональности. В формируемой системе ТТК структура создается после определения функций и реализуется в совокупности субъектов и объектов различного назначения, а также алгоритма организации. Появление новых задач и соответственно функций приводит к корректировке структуры. После создания системы возможно уточнение ее структуры и отдельных функций в рамках заявленных целей и задач, то есть возможно обратное влияние структуры на функции. 8) Принцип контролируемости, предполагает определение параметров, по которым осуществляется контроль и диагностика качества подготовки и реализации ТТК. 9) Принцип масштабируемости предполагает адаптивность разработанной модели к изменяемым условиям. 10) Принцип информационной и физической безопасности. Данный принцип предполагает проработку всех потенциальных угроз: технические сбои, несанкционированные действия (конкурентов, хакеров, нарушителей).

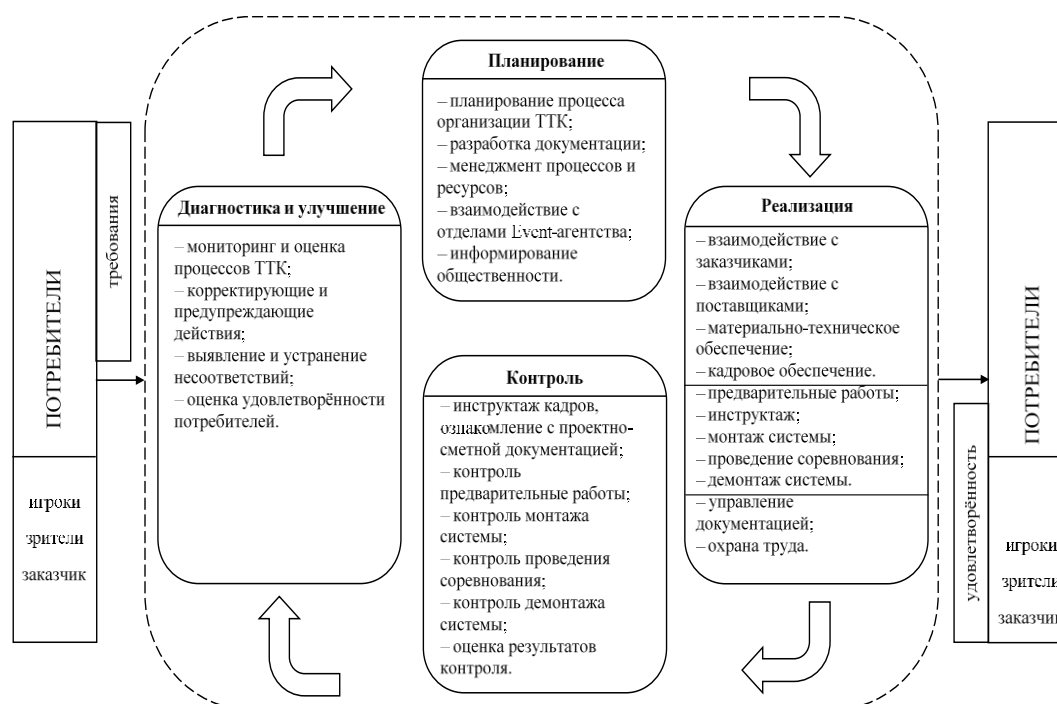


Рисунок 2. – Схема процессов системы менеджмента качества подготовки и реализации технико-технологического компонента киберспортивного соревнования

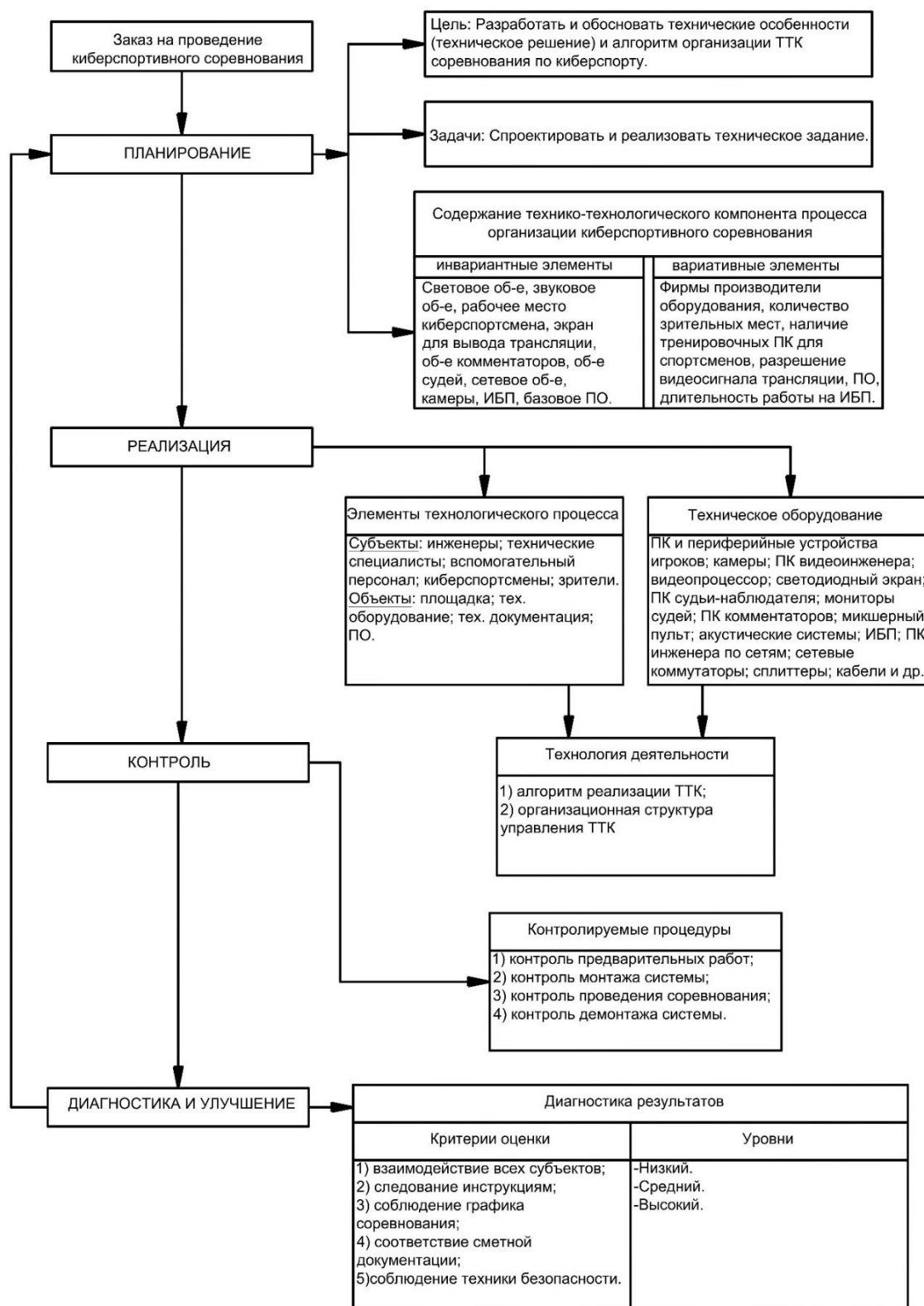


Рисунок 3. – Структурно-функциональная схема подготовки и реализации технико-технологического компонента киберспортивного соревнования типа «минор»

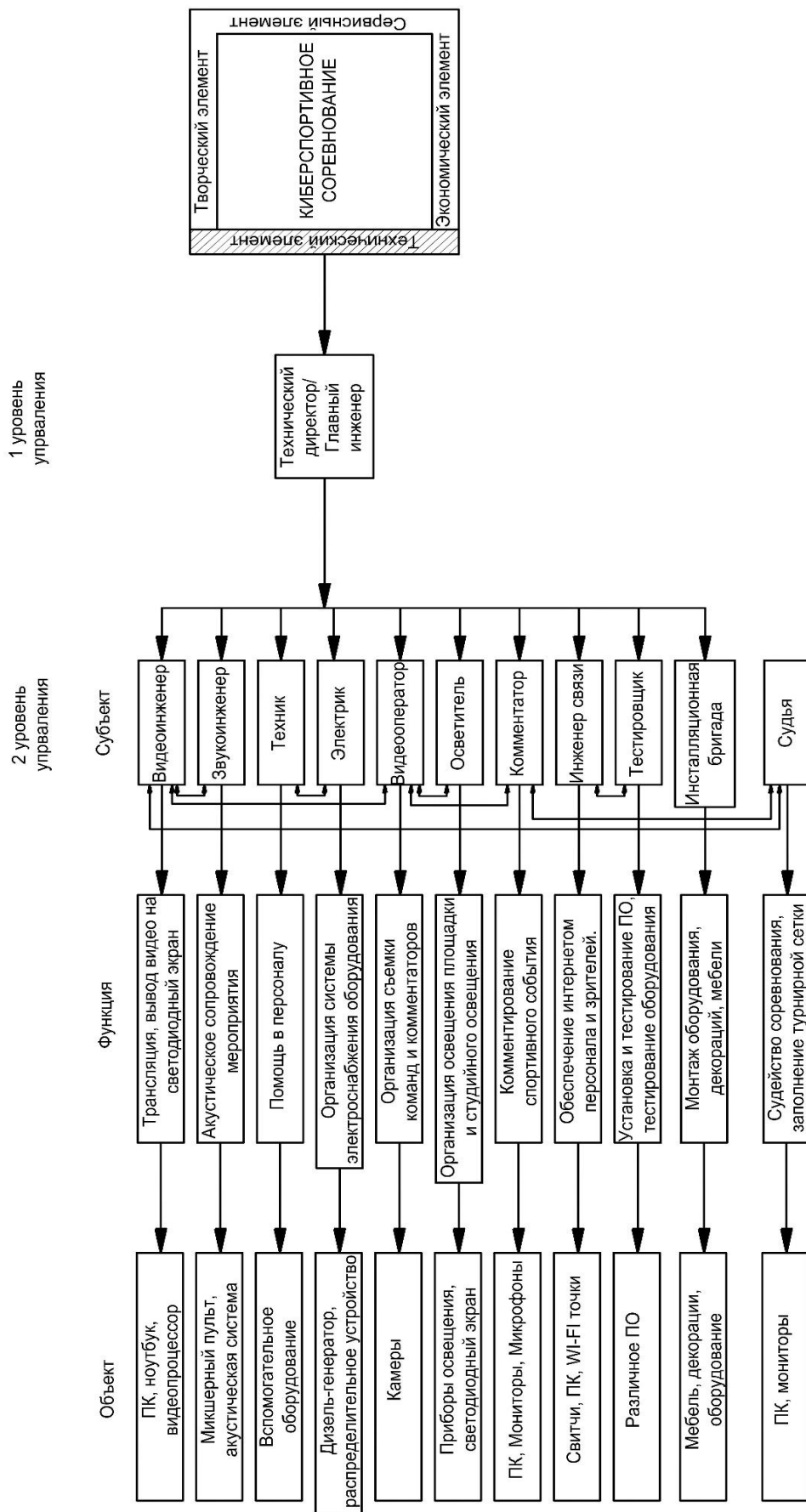


Рисунок 4. – Организационная структура управления технико-технологическим компонентом киберспортивного соревнования

Структура управления и ресурсы. Для подготовки и реализации технического задания по организации киберспортивного соревнования любого типа требуется коллектив специалистов, отвечающих за конкретный участок работы. В нашем случае, подготовка и реализация модели ТТК требует специалистов, состав и функциональные обязанности которых указаны на рисунке 4. Представленная организационная структура характеризуется линейным типом управления. Руководителем подразделения является главный инженер (технический директор). Каждое звено специалистов или отдельный специалист подчиняются главному инженеру, который, в свою очередь, подчинен руководителю более высокого порядка. Соблюдая линейную структуру управления отдавать распоряжения исполнителям, минуя их непосредственного руководителя, не допускается. Линейная структура системы управления организации ТТК киберспортивного соревнования компонуется по производственному признаку с учетом степени концентрации технических и технологических особенностей. К преимуществам линейной структуры управления относят четкое разграничение ответственности и компетенций; быстрые и экономичные формы принятия решений; простая иерархическая цепочка коммуникации и контроля; персонафицированная ответственность [9].

Заключение

Референтная модель формализует практику организации и проведения ТТК заявленного типа киберспортивных соревнований. Отличительными признаками данной модели являются универсальность применения (модель реализации ТТК не одного соревнования, а класса соревнований), возможность ее повторного использования. Данная референтная модель является подвидом концептуальной модели, отражает основные характеристики ТТК определенного типа соревнований, может быть использована для проектирования множества инженерных систем и реинжиниринга используемых моделей, позволяет быстро разрабатывать регламент соревнований и оптимизировать процессы в соответствии со стандартами ИСО.

Список литературы

- [1] Производство и распространение знаний / Пер. с англ. И. И. Дюмулена; Вступ. статья Г. В. Полуниной [с. 5-30]; Ред. Е. И. Розенталь. М., Прогресс.1966. С. 46.
- [2] Лазаревич, А. А. Постиндустриализм в зеркале теории информационного общества // *Философия и социальные науки.* – 2007. – № 4. – С. 11-17.
- [3] Старжинский, В. П. На пути к обществу инноваций: [монография] / В. П. Старжинский, В. В. Цепкало. – Минск: РИВШ, 2016. – 445 с.
- [4] Васюк, В. Е. Виды спорта и их техническое обеспечение: Учебно-методическое пособие / В. Е. Васюк. – Минск: БНТУ, 2015. – 192 с.
- [5] Hemphill, D. Cybersport / D. Hemphill // *Journal of the Philosophy of Sport.* – Dublin: University, 2005. – P. 207.
- [6] Wagner, M. G. (2006, June). On the scientific relevance of esports. Symposium conducted at 2006 international conference on Internet computing & conference on computer games development, Las Vegas, NV. Retrieved from [Электронный интернет ресурс]. – Режим доступа: <http://ww1.ucmss.com/books/LFS/CSREA2006/ICM4205.pdf>. – Дата доступа: 31.01.2019.
- [7] Белорусская федерация киберспорта [Электронный интернет ресурс]. – Режим доступа: <https://cybersport.by>. – Дата доступа: 31.01.2019.
- [8] Старжинский, В. П. Методология науки и инновационная деятельность: пособие для аспирантов, магистрантов и соискателей ученой степени кандидата наук всех специальностей / В. П. Старжинский, В. В. Цепкало. - 4-е изд., испр. и доп. – Минск: БНТУ, 2012. – 287 с.
- [9] Линейная организационная структура управления [Электронный интернет ресурс]. – <http://www.upravlenie24.ru/liniastruktur.htm>. – Дата доступа: 23.03.2019.

ANALYSIS, REFERENCE MODEL AND METHODOLOGY FOR DESIGNING OPEN CYBER MEASURES

D.V. Kravchenko¹
*Master student of
Sports and Technical
Faculty*

T.A. Malinina²
*Assistant of the
department of Human
Engineering and
Ergonomics BSUIR,
Master of Technical
Science*

V.P. Starzhinskiĭ¹,
***Doctor of Philosophical
Science, Professor of
department
«Philosophical
Studies»***

K. Yashin, PhD²
*Head of the
Department of Human
Engineering and
Ergonomics, BSUIR*

¹*Belarusian National Technical University, Republic of Belarus*

E-mail: vstarzhinskiĭ@yandex.by

²*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus*

E-mail: yashin@bsuir.by

Abstract. An analysis of domestic and foreign sources devoted to the technical support of e-sports competitions of various types, and the results of our studies will highlight the procedures and elements of the technical and technological component that ensure the blocking of operations and the creation of a reference model for the preparation and implementation of a technical and technological nature. requirements (principles) of the quality management system of MS ISO 9000: customer orientation, leadership of the leader, engaging people, a process approach, a systematic approach to management, continuous improvement, evidence-based approach to decision making, mutually beneficial relationships with customers.

Keywords: information society, e-sports design, reference model, technical and technological component, terms of reference, structural and functional diagram, principles of model building.

УДК:621.762.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРЕТНЫХ ВОЛОКОН



А.Г.Кравцов
Профессор
кафедры ИПиЭ
БГУИР,



М.В.Тумилович
Начальник
управления
подготовки
научных кадров
вышей
квалификации
БГУИР



Л.П.Пилиневич
Профессор
кафедры ИПиЭ
БГУИР, доктор
технических
наук, профессор,



С.В.Зотов
Ведущий
научный
сотрудник
отдела



С.С.Карпов
Начальник бюро
охраны труда
отдела охраны
труда и
промышленной
безопасности

¹ Белорусский Государственный университет информатики и радиоэлектроники, П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь, tumilovich@bsuir.by

² Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем имени В.А.Белого Национальной академии наук Беларуси», Кирова, 32А, Гомель, 246050, Беларусь

³ ОАО «Минский завод колёсных тягачей», аспирант кафедры инженерной психологии и эргономики

А.Г.Кравцов

Профессор кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, доктор технических наук, профессор.

М.В.Тумилович

Начальник управления подготовки научных кадров вышей квалификации БГУИР, доктор технических наук, доцент.

Л.П.Пилиневич

Профессор кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, доктор технических наук, профессор, кавалер медали Франциска Скорины.

С.В.Зотов

Ведущий научный сотрудник отдела № 1 «Композиционные материалы и рециклинг полимеров», кандидат технических наук.

С.С.Карпов

Начальник бюро охраны труда отдела охраны труда и промышленной безопасности ОАО «Минский завод колёсных тягачей», аспирант кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР.

Аннотация. Проведено моделирование процесса получения электретных волокон путем пневмоэкструзионной технологии формирования волокон из расплавов смесей полимеров без применения внешней электризации. По разработанной технологии возможно получение более однородных волокнисто-пористых структур и на их основе – формоустойчивых технических изделий, например, волокнистых фильтров со стабильным объемным электретным зарядом.

Ключевые слова: Электретные волокна, полимеры, волокна полиамида, волокна полипропилена, пневмоэкструзия, электризация, волокнисто-пористые структуры, фильтры.

Проведено изучение комплекса физико-химических свойств компатибилизированных смесей полимеров и волокон на их основе методом дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) [1]. Для исследований были изготовлены пленочные и волокнистые образцы из индивидуальных компонентов и смесей полимеров. Полученные данные по фазовым переходам соотносили с областями релаксации электретьного заряда, определенными методом электретьно-термического анализа (ЭТА) [2] по спектрам термостимулированных токов (ТСТ).

На пленочных образцах установлены значения температур плавления для полиамида (221,33 °С), функционализированного полипропилена (164,69 °С) и их компатибилизированной смеси (164,58 и 220,64 °С). В результате проведенных экспериментальных исследований можно констатировать, что компатибилизация не приводит к возникновению новых фаз и существенно не влияет на характеристики термической стабильности связываемых компонентов. Во всех случаях температуры плавления находятся в границах экстремальных областей на полученных для пленок спектрах ТСТ, при этом спонтанный электретьный заряд в пленочных образцах невелик и возникает по дипольно-ориентационными механизмам в процессе реакционной экструзии. Превалирующая релаксация заряда происходит при температурах фазовых переходов.

На волокнистых образцах также установлены значения температур плавления для полиамида (219,12 °С), функционализированного полипропилена (фПП) (162,77 °С) и их компатибилизированной смеси (165,84 и 218,26 °С). Обращает на себя внимание сдвиг температур плавления всех волокнистых образцов на 1–2 °С – для ПА-6 вниз по температурной шкале, для фПП – вверх. Очевидно, это является следствием пневмоэкструзионной переработки [3]. В процессе melt blowing (выдувания волокон из расплава) происходит некоторое снижение молекулярной массы индивидуальных полимеров ПА-6 и фПП. В то же время благодаря наличию в фПП привитых функциональных групп и дополнительному высокотемпературному окислению макромолекул пневмоэкструзия смесей сопровождается возникновением дополнительного количества связей фПП + фПП и фПП + ПА, что отражается в виде повышения термостабильности полипропиленовой фазы. На фоне вырождения в смесях высокотемпературного пика ТСТ и роста пика ТСТ в диапазоне 160–170 °С это также может свидетельствовать о главенствующей роли функциональных групп фПП в образовании зон локализации электретьного заряда, сформировавшегося по дипольно-ориентационному механизму.

Изучены параметры электретьного эффекта в волокнах из смесей полимеров – полиамида (90 и 70 %) и функционализированного полипропилена (10 и 30 %), далее композиты 90/10 и 70/30. Волокна получали при нескольких вариантах сочетания технологических факторов процесса пневмоэкструзии. Скорость вращения шнека варьировали в пределах от 5 до 30 об/мин, расстояние от фильеры – в пределах от 10 до 40 см. В ряде случаев использовали пластификатор – диоктилфталат – с целью облегчения переработки смеси малосовместимых полимеров. В результате проведенных исследований методом электретьно-термического анализа (ЭТА) получены характеристики и охарактеризованы спектры термостимулированных токов (ТСТ) сформированных в этих условиях смесевых волокон.

Установлено, что при малых (10 об/мин) скоростях вращения шнека экструдера интенсивность характеристических пиков ТСТ в диапазоне температур 140–180 °С составляет $\sim 1,2 \cdot 10^{-11}$ А, что превышает интенсивность пиков ТСТ волокон, сформированных при высоких (более 20 об/мин) скоростях вращения шнека ($\sim 8 \cdot 10^{-12}$ А). Та же закономерность наблюдается для рассчитанных по спектрам ТСТ величин остаточного заряда электрета – для композита 90/10 она составляет соответственно $5,88 \cdot 10^{-19}$ и $4,92 \cdot 10^{-19}$ Кл, а для композита 70/30 – $2,31 \cdot 10^{-18}$ и $1,39 \cdot 10^{-18}$ Кл. При этом существенных сдвигов мультиплетных пиков ТСТ

по температурной шкале не наблюдается. Это свидетельствует о том, что более длительное (при малых скоростях вращения шнека) нахождение разогретого до 350–380 °С расплава смесового композита в цилиндре экструдера ведет к интенсификации взаимодействия компонентов смесей, что стимулирует более выраженную поляризацию по дипольно-ориентационному механизму.

Окислительные процессы при формировании волокон в нагретом воздушном потоке также вносят вклад в электретное состояние, провоцируя возникновение кислородсодержащих функциональных групп в поверхностном слое волокон, вследствие чего также реализуется дипольно-ориентационный механизм поляризации. Однако влияние окисления не столь значимо, что подтверждает отсутствие регистрируемых методом ЭТА различий в параметрах электретного эффекта при варьировании расстояния от фильеры до подложки, т.е. времени нахождения формируемых волокон в воздушном потоке.

Наличие в системе пластификатора (диоктилфталата) не оказывает выраженного влияния на параметры электретного состояния волокон. Однако использование пластификатора позволяет сформировать более упорядоченную волокнисто-пористую систему, что повышает его технологическую роль в процессе получения волокнистых фильтров.

Таким образом, в результате проведенного моделирования установлена взаимосвязь электретного эффекта и технологических режимов формования смесевых волокон. Показано, что более высокий (и, возможно, более стабильный) электретный заряд образуется при интенсификации взаимодействия компонентов. Благодаря наличию в составе смесей полярных групп, склонных к дипольно-ориентационной поляризации, возможно получение электретных смесевых волокон без применения внешней электризации. В таком случае, предположительно, в результате взаимодействия соседних полярных групп образуются ассоциаты, которые являются центрами локализации электретного заряда и участвуют в процессах дипольной ориентации. Дополнительная интенсификация поляризационных эффектов в смесях происходит вследствие термоокислительной деструкции при формовании волокон.

Данные, полученные при экспериментальном исследовании взаимосвязи рецептурных составов смесей, технологических режимов формования волокон и электретного заряда в них, свидетельствуют следующем.

В смесях полимеров имеется определенное количество электрически активных структур, способных к поляризации. Электретный заряд в смесевых волокнах, усиленный в процессе термоокислительного воздействия на них, предпочтительно локализуется на функциональных группах фПП (например, остатках итаконовой кислоты) и их электрически неравновесных ассоциатах (рисунок), которые являются центрами локализации электретного заряда и участвуют в процессах дипольной ориентации. Тем самым, поляризация носит в основном дипольно-ориентационный характер. По-видимому, в смесях состава 30/70 большее количество функциональных групп фПП задействуется в физико-химическом взаимодействии с ПА-матрицей, что несколько снижает их способность к координационному связыванию по схеме, показанной на рисунке, и, соответственно, поляризуемость системы в целом.

Полученные данные хорошо соответствуют ранее установленным закономерностям формирования электретного состояния для смесевых композитов, сформированных посредством динамического смешения в пластографе Брабендера [4]. Имеются основания предположить, что комплекс причин – высокие значения динамических сдвигов в расплаве при реакционной экструзии, интенсивное термическое воздействие на компоненты, наличие в составе фПП полярных функциональных групп, дополнительное термоокисление макромолекул – является ответственным за приобретение смесями полимеров спонтанного электретного заряда.

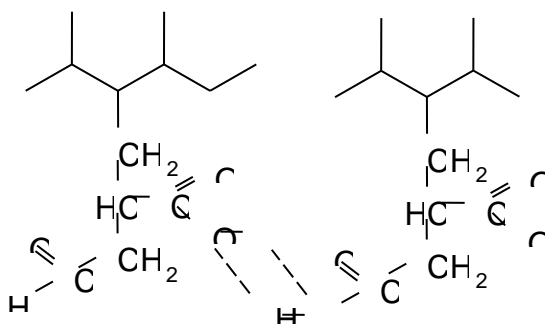


Рисунок 1. – Одна из потенциальных возможностей координационного связывания полярных групп в фПП в электрически неравновесные ассоциаты (пунктирная линия обозначает водородные связи)

Заключение. Проведенное моделирование показало, что из расплава смесей полимеров возможно получение электретных волокон без применения внешней электризации. Дальнейшая адаптация пневмоэкструзионной технологии формирования волокон из расплавов смесей полимеров позволит обеспечить получение более однородных волокнисто-пористых структур и на их основе – формоустойчивых технических изделий, например, волокнистых фильтров со стабильным объемным электретным зарядом. Полученные результаты обладают актуальностью с точки зрения физики конденсированного состояния в плане накопления данных о механизмах формирования электретного состояния в полимерах, а также технологии переработки пластических масс, поскольку расширяется сфера приложения технологии пневмоэкструзионного формирования волокнисто-пористых систем применительно к такому виду полимерного сырья, как смеси волокнообразующих полимеров.

Список литературы

- [1] Хеммингер, В. Калориметрия. Теория и практика/ В. Хеммингер, Г. Хёне. Химия, 1990. – 176 с.
- [2] Кравцов, А.Г. Возможности термоактивационной токовой спектроскопии при изучении электрофизических свойств материалов / А.Г. Кравцов, В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук, С.В. Зотов // Материалы, технологии, инструменты. – 2006. – № 2. – Т. 11. – С. 104–108.
- [3] Патент РФ № 2324523. Способ получения волокнистого композиционного материала с высокой остаточной магнитной индукцией / А.Г. Кравцов, С.В. Зотов // Оpubл. 20.05.2008, бюлл. № 14, заявитель: Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси».
- [4] Энциклопедия полимеров. Т.3. Москва: Советская энциклопедия. – 1977. – с. 289.

MODELING THE PROCESS OF PRODUCING NEW FIBROUS FILTERS WITH STABLE VOLUME ELECTRIC CHARGE

A.G. Kravtsov

Professor of Engineering Psychology and Ergonomics BSUIR, Doctor of Technical Sciences, Professor

M.V. Tumilovich

Head of the Department for the Training of Scientific Personnel of Higher Qualification of BSUIR, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

L.P. Pilinevich

Professor of Engineering Psychology and Ergonomics BSUIR, Doctor of Technical Sciences, Professor, holder of the Francis Skaryna Medal.

S.V. Zotov

Leading Researcher, Department No. 1 "Composite Materials and Polymer Recycling", State Scientific Institution "Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems named after V.A. Belyi, Ph.D.

S.S. Karpov

Head of the labor protection bureau of the labor protection and industrial safety department of the Minsk Wheel Tractor Plant OJSC, graduate student of the Department of Engineering Psychology and Ergonomics BSUIR

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, P. Brovka, 6, Minsk, 220013, Belarus, tumilovich@bsuir.by

Abstract. Theoretical modeling of the process of clogging (sedimentation) of dispersed particles from the filtered suspension flow in porous permeable materials (MRP) during tangential filtration was carried out. Mathematical expressions have been obtained that allow calculating changes in the structure and properties of the filtering media at the initial stage of the mudding process, taking into account the size distribution of particles of the filtered suspension.

Keywords. Electret fibers, polymers, polyamide fibers, polypropylene fibers, pneumatic extrusion, electrification, fibrous-porous structures, filters.

УДК [659.1]

НАТИВНАЯ РЕКЛАМА: ГЛУБОКИЙ АНАЛИЗ



И.В. Марахина,
Доцент кафедры экономики БГУИР,
К.э.н., доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь

И.В.Марахина

Сфера интересов: инновационное развитие, теория организации, маркетинг.

Аннотация. В настоящее время интернет-реклама демонстрирует высокие темпы роста, что определяется, с одной стороны, ее возможностями по сравнению с другими инструментами рекламы, а с другой, – увеличением числа интернет-пользователей и времени, проведенного ими онлайн. В статье сконцентрировано внимание на популярном, но в то же время на недостаточно изученном виде интернет-рекламы – нативной рекламе. Автор приводит ее классификацию, выделяет признаки, виды, преимущества и недостатки нативной рекламы и делает выводы о перспективах развития такого вида интернет-рекламы.

Ключевые слова: Интернет-реклама, виды интернет-рекламы, нативная реклама, естественная реклама, классификация нативной рекламы, партнерские материалы, Беларусь.

В настоящее время все большее значение приобретает **интернет-реклама** – она демонстрирует высокие темпы роста и теснит традиционные виды рекламы. Так, согласно *прогнозам Zenith* [1], на долю интернет-рекламы в 2021 году придется 52 % мировых расходов на рекламу: в этом году она должна впервые превысить отметку в 50 %. В 2019 году, по оценкам *Zenith*, на интернет-рекламу придется 47 % мировых расходов.

Указанная тенденция характерна и для Республики Беларусь. Так, исследование 51 крупнейшей компании-рекламодателя, работающей в Беларуси [2], показало что большинство из них увеличили свой бюджет на интернет-рекламу: в 2019 году это отметило 64,7 % респондентов, при этом 41,2 % респондентов увеличили свой бюджет на интернет-рекламу более чем на 20 %, а 23,5 % респондентов увеличили – менее чем на 20% (рисунок 1). И только менее 2 % ответивших отметили сокращение рекламного бюджета в 2019 году.

Больше всего респондентов (41,2 %) – в качестве причины и драйвера увеличения доли интернет-рекламы в рекламном бюджете бренда указали на ее эффективность (рисунок 2), при снижении эффективности традиционной рекламы (эту причину отметили 17,7 % опрошенных). Можно предположить, что высокая эффективность интернет-рекламы определяется остальными факторами, выделенными респондентами в исследовании. Их можно объединить в следующие две группы.

– *Увеличение числа интернет-пользователей и времени, проведенного ими онлайн.* Об этом свидетельствует выбор в качестве причин и драйверов роста доли интернет-рекламы в рекламном бюджете бренда следующих ответов: увеличение количества времени, которое люди проводят онлайн – 29,4 % респондентов; быстрый рост аудитории мобильного

интернета, переход аудитории к мобильному потреблению контента – 19,6 %, рост количества пользователей интернета – 17,7 %.



Рисунок 1. – Ответ на вопрос «Как изменился рекламный бюджет Вашего бренда (в долларах США) в 2018 году по сравнению с 2017 годом, а также в 2019 году по сравнению с 2018 годом? (% респондентов)
Источник: [2].

– *Измеримость результатов, четкость сегментирования аудитории, адресность и другие преимущества интернет-рекламы.* Об этом свидетельствует выбор в качестве причин и драйверов увеличения доли интернет-рекламы в рекламном бюджете бренда следующих ответов: хорошие возможности по измерению результатов вложений в интернет-рекламу – 31,4 % респондентов; возможности динамического таргетинга, адресного размещения рекламы на очень узкие сегменты аудитории – 27,5 %; богатый выбор целевых аудиторий для таргетинга интернет-рекламы – 13,7 %; дешевизна интернет-рекламы – 11,8 %.



Рисунок 2. – Ответ на вопрос «Каковы, на Ваш взгляд, основные причины и драйверы увеличения доли интернет-рекламы в рекламном бюджете Вашего бренда?» (%)

Источник: [2].

Результаты исследования указывают на широкий спектр используемых респондентами видов интернет-рекламы (рисунок 3). При этом для большинства брендов речь идет об одновременном применении нескольких ее видов.



Рисунок 3. – Ответ на вопрос «Какие виды интернет-рекламы использует бренд, который Вы представляете?» (%) Источник: [2].

В статье особое внимание будет уделено малоизученному и достаточно сложному виду интернет-рекламы – **нативной (или естественной) рекламе**. Как представлено на рис. 3, она достаточно популярна – 66,7 % брендов, участвующих в опросе, используют такую рекламу.

Понятие нативной рекламы произошло от англ. native – «родной», так как обычно под такой рекламой понимается размещение (а при необходимости и подготовка) информации, сходной с другими не рекламными сообщениями площадки (медиа-канала, платформы, и т. п.). Зачастую о том, что перед читателем находится нативная реклама, а не, например, новостная статья может знать только редакция и заказчик.

«Естественная (нативная) реклама воспринимается как часть просматриваемого сайта, учитывает особенности площадки, не идентифицируется как реклама и не вызывает у аудитории отторжения. Иными словами, естественная реклама «вплетается» в основной поток информационного содержимого и соответствует ему по формату и содержанию, в отличие от традиционных рекламных размещений, к которым велика вероятность «баннерной слепоты» [3].

В тоже время с рекламой ее роднит *возмездность*, т.е. наличие заказчика, который оплачивает нативную рекламу. При этом **степень участия заказчика** в создании рекламы может значительно варьироваться. В соответствии с этим признаком нативную рекламу можно разделить **на три вида**.

– *Созданная непосредственно площадкой*, где размещается такая реклама. Например, редакция, обсудив цели и задачи рекламы, пишет текст статьи, делает фотографии и

иллюстрации к ней. Т.е. речь идет не о размещении готового рекламного материала, а создании редакционного. При этом выделяют различные уровни вмешательства заказчиков – от полного контроля до полного невмешательства. Такой подход практикуется популярными изданиями с сильными редакционными группами, известными блогерами и т.д. В этом случае заказчик оплачивает не столько размещение рекламы, а скорее подготовку редакционных материалов.

– *Созданную заказчиком или рекламным агентством, работающим на заказчика.* В этом случае зачастую необходимы дополнительные мероприятия по интеграции рекламы на площадку. Такой вид предполагает наличие собственного сильного отдела маркетинга или агентства, способного создать соответствующую рекламу. Площадка просто размещает переданные ей материалы или ссылки на них и при необходимости делает их небольшие доработки. При этом оплата за такую нативную рекламу, в первую очередь, определяется размещением материалов.

– *Промежуточные варианты* между двумя вышеуказанными. В этом случае имеющиеся у заказчика (или подготовленные им) материалы дорабатываются размещающей площадкой.

Наряду с вышеназванной можно провести еще одну классификацию нативной рекламы **по способу и уровню ее интеграции в месте размещения.**

– *Нативная по расположению и визуальному виду.* Как правило речь идет о рекламе в поисковой выдаче (оплата верхних позиций), статьи в новостной ленте, рекомендуемые статьи по теме и т.д. Принципиальным отличием этого вида рекламы является приоритетная естественность и схожесть с остальными материалами площадки до момента открытия рекламной ссылки. Такой вид рекламы подразумевает переход (гиперссылки):

- на другой сайт, другую площадку;
- открывающий материалы на этой же площадке.

Часто добросовестные площадки выделяют нативную по расположению и визуальному виду рекламу, например, цветом, звездочками и другими пометками. Такой вид рекламы позволяет заменить баннеры и избежать «баннерной слепоты», а также обойти блокировщики рекламы.

– *Нативная по содержанию.* Тут речь идет о содержании самого материала, его схожести с остальными материалами площадки, где он располагается. Можно выделить следующие распространенные формы такого вида нативной рекламы.

– *Советы экспертов и консультации.* Такой формат предполагает, то что представитель бренда (например, опытный специалист) является экспертом в какой-либо сфере и консультирует по интересующим читателя вопросам. Например, юристы могут рассказывать об изменениях в законодательстве, врачи о различных болезнях и подходах к их лечению, повар может дегустировать продукты или из них готовить. Среди распространенных форм можно отметить: ответы на вопросы читателей, анализ и прогнозы, помощь в выборе нового товара или услуги. Такие консультации зачастую не рассказывают напрямую о работе заказчика, не информируют о его продуктах, но показывают его работников профессионалами и компетентными сотрудниками. В качестве дополнительного плюса – фотосессия зачастую проходит на рабочем месте, что позволяет дополнить материалы визуальной нативной рекламой заказчика.

– *Интервью.* Лицо компании (владелец или специалист) рассказывает о каких-то личных вопросах, которые будут интересны читателям издания. Например, о воспитании детей, личной жизни, пути к успеху. При этом формируется положительный образ интервьюируемого, соответствующий целям рекламы.

– Обзоры. Посещение новых мест, репортажи с производств и т.д., в которых рассказывается о работе заказчика и ненавязчиво указываются преимущества и подробности, формирующие благоприятное впечатление.

– Статья, содержащая подборки мест и мероприятий для посещения, подарков, организаций и т.д. При этом такая подборка может включать не только товары заказчиков, но и реальный выбор редакции.

– Использование фото с логотипом или продуктом заказчика в публикациях. Наряду с редакционными статьями такие формы нативной рекламы популярны у блогеров.

– Интерактивные формы: опросы, игры, тесты, в которые встроена информация, связанная с рекламодателем.

– Спонсорство. Различные конкурсы и проекты, где участвуют читатели, могут проводиться при поддержке заказчика-спонсора.

– Использование продуктов заказчика-спонсора или оплата им расходов, необходимых для подготовки материалов, например, телефон для съемок, машина для путешествий, комбайн для приготовления пищи, карточка для платежей.

Нативная реклама по содержанию нередко может содержать гиперссылку на рекламодателя. А вот пометок «на правах рекламы» в ней чаще всего нет – их нередко заменяют на более благозвучные, например, «партнерский проект» или «при поддержке компании...». Такая реклама выступает альтернативой рекламных статей.

Кроме того, второй вид рекламы включает в себя преимущества нативной рекламы по расположению и визуальному виду – она обычно не отличается от других статей на размещающей площадке.

Следует отметить, что заказчик может одновременно использовать оба вида нативной рекламы.

Несмотря на многообразие форм нативной рекламы, можно выделить следующие ее **признаки**.

– Заказной характер и платность. В нативной рекламе вы платите кому-то другому за распространение и (в конечном итоге) владение вашим контентом [4].

– Четкие цели и задачи. Чаще всего к ним относятся – информирование о компании, создание благоприятного впечатления о ней, ее товаре, рост ссылочной массы, рост числа переходов на сайт рекламодателя и т.д.

– Адаптация материалов под формат площадки – реклама выглядит как обычный некоммерческий материал.

– Часто отсутствие прямого указания на то, что это реклама. Встречаются выделение цветом, сноски, пометки «партнерский проект», «при поддержке» и т.д.

Проведенный анализ сущностных особенностей нативной рекламы позволил выявить следующие ее плюсы и минусы.

Плюсы нативной рекламы:

– возможность обойти прямое указание на рекламный характер материалов;

– естественность и доверие потребителей;

– избежание «баннерной слепоты» и блокировщиков рекламы;

– длительность воздействия, индексация статей, рост ссылочной массы и др.

Минусы нативной рекламы:

– ограниченность контента, т.е. рекламодатель зачастую не может разместить все материалы, которые он бы хотел. Кроме того, нередко редакции сами выбирают форму подачи информации и затронутые вопросы;

– дороговизна и сложность написания в случае нативной рекламы по содержанию. Такая реклама требует привлечения сторонних исполнителей (например, редакции), уникального контента (нельзя похожие тексты размещать на разных площадках). Кроме того,

многие проекты характеризуются длительностью реализации, например, еженедельных или ежемесячный выход партнерских проектов;

– введение в заблуждение потребителя, который воспринимает нативную рекламу как не рекламный материал. Этому способствует тот факт, что до конца не сформировано понимание, как должна быть отмечена такая реклама. При подозрении читателя о том, что под видом, например, новости, ему рекламируют какой-то продукт, его мнение о заказчике и площадке, разместившей нативную рекламу, может быть значительно ухудшено.

– этический вопрос с точки зрения журналистов. Потенциал обмана читателей и распространения местной рекламы угрожает авторитету журналистики наряду с ее основной границей: разделением между редакцией и рекламой [5]. Т.е. речь идет о потере объективности журналистами при характеристике рекламодателя, подготовки ими статей, имеющих скорее заказной характер.

Таким образом, нативная реклама разделяется на два вида, описанных выше. При этом если первый вид – *нативная по расположению и визуальному виду* – является достаточно простым и недорогим инструментом, то второй вид – *нативная по содержанию* – сложный для реализации и дорогостоящий инструмент и одновременно достаточно действенный и имеющий долговременный эффект. В настоящее время оба вида активно используются и со временем будут развиваться и дополняться новыми формами.

Список литературы

- [1.] <https://www.zenithmedia.com/internet-advertising-will-exceed-half-of-global-adspend-in-2021/>. [1] Although as internet ad market matures, growth projected to slow from 17% to 9% a year // Zenith [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.zenithmedia.com/internet-advertising-will-exceed-half-of-global-adspend-in-2021/>.
- [2.] https://iab.by/digital-advertisers-barometer-belarus/?fbclid=IwAR1EnHCFnx6-kcGFtTqaXTOXJ0jFm3Yj8pqy4nye553G8_3Igz0TAQj_z2Q [2] Какие факторы драйвят затраты и чего не хватает на digital-рынке: завершено исследование Digital Advertisers Barometer Belarus // IAB Belarus [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: https://iab.by/digital-advertisers-barometer-belarus/?fbclid=IwAR1EnHCFnx6-kcGFtTqaXTOXJ0jFm3Yj8pqy4nye553G8_3Igz0TAQj_z2Q.
- [3.] <https://ru.wikipedia.org> [3] Естественная реклама / Википедия [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
- [4.] <https://contentmarketinginstitute.com/2014/11/wsj-content-marketing-not-native/> [4] Pulizzi, J. Hey WSJ – Content Marketing Is NOT Native Advertising / J. Pulizzi // Content Marketing Institute [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://contentmarketinginstitute.com/2014/11/wsj-content-marketing-not-native/>.
- [5.] Schauster, Ferrucci, Neill <https://doi.org/10.1177/0002764216660135> [5] Schauster, E. Native Advertising Is the New Journalism: How Deception Affects Social Responsibility / E. Schauster, P. Ferrucci, M. Neill // American Behavioral Scientist. – 2016. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/0002764216660135>.

NATIVE ADVERTISING: TYPES, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

I. V. Marahina,

Associate professor of the Department of Economics of BSUIR,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Belarusian State University of Informatics & Radioelectronics, Belarus

Abstract. Currently online advertising shows high growth rates, which is determined on the one hand by its capabilities compared to other advertising tools, and on the other hand by an increase in the number of Internet users and the time they spend online. The article focuses on the popular, but at the same time, insufficiently studied form of online advertising - native advertising. The author gives its classification, identifies the signs, types, advantages and disadvantages of native advertising and draws conclusions about the prospects for the development of this type of online advertising.

Keywords: Internet advertising, types of online advertising, Native Advertising, Natural Advertising, classification of Native Advertising, partner materials, Belarus.

УДК [378.016+001]:004.9

БЛОКЧЕЙН И ЗАЩИТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ



О.Н. Шкор

*Старший преподаватель
кафедры экономики БГУИР*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь, старший преподаватель кафедры экономики,
Email: shkor@bsuir.by*

О.Н. Шкор

Родилась в Минске. Закончила БПИ в 1984 году. В 2001 г. защитила магистерскую диссертацию на тему: «Использование блочно-модульной системы обучения в профессиональной ориентации школьников» по специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством». В 2010 г. защитила докторскую диссертацию (PhD) на тему: «Экономическое обоснование формирования транспортной логистической системы Республики Беларусь» в Международной кадровой академии (Киев). С 2014 г. по настоящее время - заместитель заведующего кафедрой по научно-исследовательской работе студентов.

Аннотация. В будущем технология блокчейна может оказаться тем инструментом, который раз и навсегда защитит права разработчика на интеллектуальную собственность. Ведь, единожды внесенные в протокол блокчейна данные уже навсегда закрепят за владельцем право первообладателя, изменить которое станет невозможно. Кроме этого, блокчейн решает, весьма актуальную сейчас, проблему с хранением пользовательских данных. Личная информация о продавце и покупателе хранится в зашифрованном виде и их объект интеллектуальной собственности находится под надежной защитой.

Ключевые слова: блокчейн, защита, правообладание, интеллектуальная собственность, безопасность.

Очередной этап технологической революции, происходящий в настоящее время в мире, влечет серьезные изменения в экономике, социальной структуре общества. Массовое применение новых технологических средств, на основе которых осуществляется информатизация, стирает геополитические границы. Вместе с тем, информационная сфера становится не только одной из важнейших сфер международного сотрудничества, но и объектом соперничества.

Роль и, соответственно, стоимость информационной компоненты в любом производстве с течением времени возрастает. В последнее столетие появилось много таких отраслей производства, которые почти на 100% состоят из одной информации, например, дизайн, создание программного обеспечения, реклама. В образовании, особенно когда передача информации происходит посредством Интернета, также существует угроза присвоения информации сторонними лицами. Разработанная студентом курсовая работа, дипломный проект является объектом интеллектуальной собственности (ОИС).

Как отмечают специалисты в области защиты интеллектуальной собственности, в Беларуси этот рынок динамично развивается. Растет количество не только зарубежных, но и местных патентных заявок. Так, если в 1993-96 годах 80-90% от заинтересованных в защите своих объектов интеллектуальной собственности составляли иностранные компании, то теперь соотношение - 50 на 50%[1]. Но и это не предел поскольку наша страна всегда

славилась интеллектуальным продуктом. К сожалению, государственная политика регулирования рынка интеллектуальной собственности мало способствует эффективному использованию его богатых ресурсов.

Между тем законодательная база, необходимая для защиты, патентования, регистрации и, самое главное, - охраны интеллектуальной собственности в РБ есть, причем она адаптирована к международной законодательной базе. Закон есть, однако, исполнение судебных решений не всегда удовлетворяет моральный ущерб истца. Отсутствуют методики и опыт расчета возмещения морального ущерба. К тому же получить материальную компенсацию за упущенную выгоду непросто. И если учесть тот факт, что в Беларуси набирает обороты рынок информационных технологий и программных продуктов, то проблемы защиты интеллектуальной собственности разработчиков становятся как никогда актуальны.

Ведь известно немало фактов, когда используется так называемое пиратское программное обеспечение (ПО). На Западе использование ПО без лицензии (например, студентом университета) влечет за собой огромные штрафы.

Основное отличие программного обеспечения от других интеллектуальных товаров состоит в том, что программное обеспечение является не просто экономическим благом, оно может входить в интеллектуальный капитал организаций, являясь интеллектуальным средством труда.

Большинство предлагаемых на рынке программных продуктов (в первую очередь это касается сравнительно простых приложений) представляет собой так называемое коробочное решение, используемое по принципу «продукт как он есть». В то же время немалое число предлагаемых решений предполагает возможность «кастомизации», т.е. адаптации к потребностям конкретного заказчика путем изменения базовой логики работы продукта или разработки дополнительной функциональности[2].

В связи с этими особенностями использования программных продуктов технология блокчейна может оказаться тем инструментом, который раз и навсегда защитит права разработчика на данную интеллектуальную собственность. Ведь, единожды внесенные в протокол блокчейна данные уже навсегда закрепят за владельцем право первообладателя, изменить которое станет невозможно. И только он будет решать, как ему распорядиться данным ОИС, что при использовании технологии блокчейна, значительно упростит и сделает прозрачной цепочку продаж, транзакций и других действий с данным объектом. Кроме этого, блокчейн решает, весьма актуальную сейчас, проблему с хранением пользовательских данных. Личная информация о продавце и покупателе хранится в зашифрованном виде. И только он сам решает кому её передавать. Все эти решения, основанные на технологии блокчейна ускорят совершения сделок, увеличат оборачиваемость активов, добавят уверенности правообладателям в отношениях с партнерами.

Список литературы

[1] М. Интеллектуальная собственность в Республике Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gnp.by/articles/kak-poluchit-patent-za-rubezhom-intellektualnaya-sobstvennost-ili-est-dengi-berite.html>.

[2] В.М. Маркетинг программных продуктов и услуг / В. М. Стреж, В. А. Пархименко. – Минск : БГУИР, 2016. – 228 с.

BLOCKCHAIN AND PROTECTION OF INTELLECTUAL PROPERTY

O.N.Shkor

Senior Lecturer

at the Department of Economics BSUIR

*Senior Lecturer at the Department of Economics BSUIR Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics G. Minsk, Republic of Belarus, Senior Lecturer at the Department of Economics
E-mail: shkor@bsuir.by*

Abstract. In the future, blockchain technology may turn out to be the tool that once and for all will protect the rights of a developer to intellectual property. After all, once the data entered into the blockchain protocol will forever secure to the owner the right of the first owner, which will become impossible to change. In addition, the blockchain solves a very urgent problem with the storage of user data. Personal information about the seller and the buyer is stored in encrypted form and their intellectual property is under reliable protection.

Keywords: blockchain, protection, ownership, intellectual property security.

УДК 681.325.518.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ СПЛАЙН-ФУНКЦИЙ



А.А.Мирзаев

*PhD, Ташкентского Университета
Информационных Технологий имени
Мухаммада Аль-Хоразмий, доцент
кафедры Информационные
технологии*



С.П.Халилов

*Старший преподаватель
“Информационные технологии”
Ташкентского Университета
Информационных Технологий
имени Мухаммада Аль-Хоразмий.*

Аннотация. Современные этапы развития структуры машин, комплексов и систем, установленных на объектах, которые входят в структуру устройств, специализированных для ведения научных исследований или расположенные на подвижных составах характеризуются оперативным анализом сложных процессов и полей и повышенными требованиями к скорости обработки больших объемов данных в режиме реального времени. Особое внимание уделяется разработке методов решения проблем обработки изображений и сигналов путем использования современных методов, алгоритмов и структурных средств, архитектуры вычислительных и программных средств. В данной работе результате исследования методов приближения функций и функциональных зависимостей, полученных в ходе экспериментов, для выбранного класса сигналов усовершенствован метод сплайн-функций на основе аналитического анализа, разработаны параллельные алгоритмы цифровой обработки сигналов, разработаны эффективные алгоритмы для цифровой обработки вибро сигналов в многоядерных процессорах на основе кубических и бикубических базисных сплайнов.

Ключевые слова: интерполяция, сплайн, сплайн-функций, кубических, базисных, аппроксимации, параллельный, алгоритм.

Введение. Современные методы цифровой обработки сигналов во многом зависят от алгоритма и структурных средств, развития программных средств и архитектуры вычислительных средств. Наиболее простой и широко используемой частью задачи восстановления аналитического вида функций на основе табличных данных функций является вопрос об интерполяции данных функций.

В классической интерполяции многочлены строятся в самом интервале $[a, b]$. Чем больше мы увеличиваем узловые точки, тем лучше приближение. Однако степень создаваемого многочлена зависит от количества узловых точек, увеличение числа узлов ведет к увеличению коэффициента многочлена, что затрудняет задачу решения системы алгебраических уравнений высокого порядка. Возможности классических интерполяционных многочленов частично ограничены. Поскольку число системы составленных алгебраических уравнений зависят от количества узловых точек, повышается и порядок систем алгебраических уравнений. В результате при построении классических полиномов возникает ряд недостатков:

– поскольку интерполяционный многочлен имеет высокую степень, то формула получается неудобной;

– в процессе решения системы алгебраических уравнений высших степеней возникают определенные методические ошибки;

– усложняется процесс вычисления, в результате появляется ошибка вычисления.

Создаваемый многочлен может плохо приближаться к восстанавливаемому многочлену. Поэтому в целях избавления от этих недостатков, использование в задачах интерполяции для приближения с помощью сплайн-функций вместо классических полиномов имеет большие возможности и уже нашло отражение в науке.

Локальные интерполяционные сплайны хорошо приближаются к интерполируемому объекту и имеют простой вид. Степень сплайна, который строится, не зависит от узловых точек. Создаваемая сплайн-функция строится не на интервале $[a, b]$, а в интервале $[x_i, x_{i+1}]$ $i = (\overline{0, n-1})$ и данная сплайн-функция на каждом интервале будет состоять из многочленов одинаковой структуры.

В классической интерполяции на всем интервале $[a, b]$ строилась одна функция. Поэтому интерполяция с помощью сплайн-функций по сравнению с классической интерполяцией имеет высокую степень точности и более простую конструкцию. Кусочно-гладкие многочленные функции, построенные на интервалах $[x_i, x_{i+1}]$ ($i = \overline{0, n-1}$) называются *сплайн-функциями*.

Интерполяция функций показывает, что интерполяция сплайн-функциями более эффективна, чем интерполяция посредством классических полиномов.

Собственно полиномиальная интерполяционная сплайн-функция:

- 1) обеспечивает хорошее приближение к объекту;
- 2) имеет простую конструкцию и отличается простотой при составлении компьютерного алгоритма.

На практике мы широко используем функции третьей степени, то есть кубические сплайны. В формуле описания сплайна значение коэффициента сплайна выражается посредством узлов функции и расстояния между узлами (1). Для сплайнов с $d = 2$ дефектом алгоритмы считаются абсолютно устойчивыми. Однако при $d = 1$ сглаживающие рекуррентные сплайны отнюдь не устойчивы. Кубические В-сплайны выражаются следующим образом.

$$B_3(x) = \begin{cases} x \geq 2, \\ (2-x)^3/6, & 1 \leq x < 2, \\ 1/6(1+3(1-x)+3(1-x)^2-3(1-x)^3), & 0 \leq x < 1, \\ B_3(-x), & x < 0. \end{cases} \quad (1)$$

На рис. 1 приведен один базисный сплайн. На рис. 2 же приведен комплекс кубических базисных сплайнов, сдвинутых на неизменяемый шаг $h=1$.

Для сплайнов 3 степени локальные формулы имеют следующий вид:

- 3-точечная формула:

$$b_i = (1/6)(-f_{i-1} + 8f_i - f_{i+1});$$

- 5-точечная формула:

$$b_i = (1/36)(f_{i-2} - 10f_{i-1} + 54f_i - 10f_{i+1} + f_{i+2});$$

- 7-точечная формула

$$b_i = (1/216)(-f_{i-3} + 12f_{i-2} - 75f_{i-1} + 344f_i - 75f_{i+1} + 12f_{i+2} - f_{i+3})$$

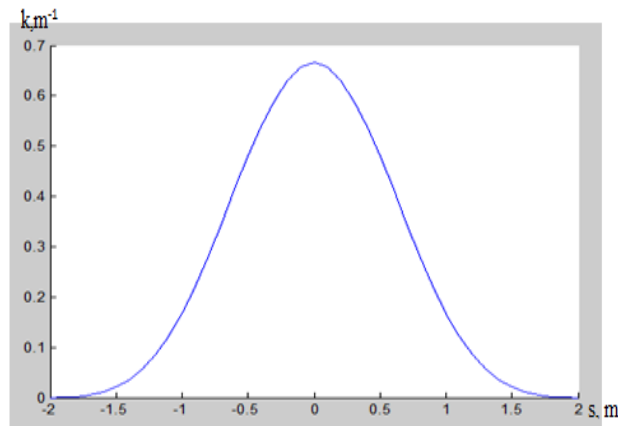


Рисунок 1. – Кубический базисный сплайн

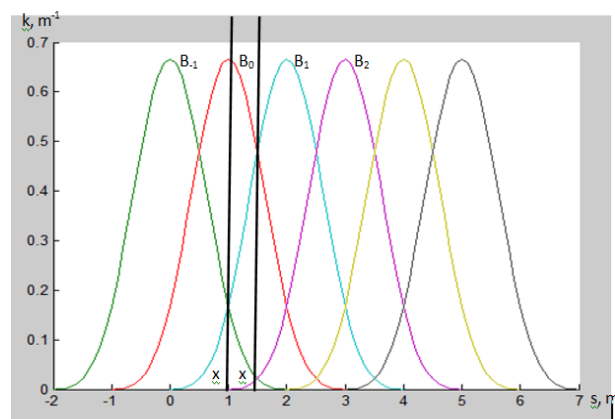


Рисунок 2. –Комплекс кубических базисных сплайнов

$S_m(x)$ сплайн степени m с дефектом 1, который интерполирует функцию $f(x)$ можно представить только с помощью суммы В-сплайнов:

$$f(x) \cong S_m(x) = \sum_{i=-1}^{m+1} b_i \cdot B_i(x), \quad a \leq x \leq b, \quad (2)$$

где b_i – коэффициенты.

Таким образом, исследование методов приближения функций и сведений, полученных в ходе эксперимента (в виде таблиц) с помощью кубических сплайнов, показало следующее:

1. Использование кубических базисных сплайнов для решения ряда задач, особенно при приближении функций, имеющих резонансные высокоградиентные точки, дает лучшие результаты по точности относительно других многочленов.

2. При приближении функций и сведений, полученных в ходе эксперимента (в виде таблиц), с помощью формулы (2) проявляется локальное свойство В-сплайнов. Это указывает на то, что значение этой функции в произвольной точке можно представить только в виде $m+1$ (здесь m - степень сплайна), т.е. коэффициенты можно определить путем линейной формы в виде суммы произведений базисных элементов. Приведенный выше многочлен (2) является основой для распараллеливания вычислений и создания параллельных архитектур специализированных процессоров.

В последнее время получила развитие теория многомерных сплайнов функций приближения со многими переменными. Если иметь в виду только область интерполяционных полиномиальных сплайнов, то определение одномерных сплайнов расширится до состояния многих аргументов. При этом функция $S_m(x, y)$ будет двумерным сплайном степени m относительно сетки $\{x_i, y_i\}$. Если он совпадет с полиномом степени m , то по ходу для каждого прямого угла D будет справедливо подобное.

По каждому аргументу многомерные полиномиальные B -сплайны равной степени m будут определяться как тензорное произведение одномерных B -сплайнов:

$$B_m(x, y, \dots, u) = B_m(x) \otimes B_m(y) \otimes \dots \otimes B_m(u)$$

В частности, для двумерного сплайна $S_m(x, y)$ степени m будет применима формула:

$$S_m(x, y) = \sum \sum b_{ij} B_{m,i}(x) B_{m,j}(y),$$

В данной сумме вторичных кратких произведений коэффициенты и одномерные B -сплайны будут знаменателем, выражение $[x_i, x_{i+1}; y_j, y_{j+1}]$ для определения ненулевых значений двумерного базисного сплайна

$$B(x, y) = B(x) \otimes B(y)$$

будет представлять собой прямоугольник, который получается посредством размельчения сетки:

$$\Delta x: x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < x_n;$$

$$\Delta y: y_0 < y_1 < y_2 < \dots < y_{n-1} < y_n.$$

Таким образом, локальные свойства одномерных сплайнов полностью распространены для многомерных сплайнов. На одном и том же шаге аппроксимации двумерный сплайн можно выразить посредством двух одномерных сплайнов.

В результате анализа существующих методов приближения функций была рассмотрена задача интерполяции, при этом если в начале под интерполяцией понимался процесс поиска значений функций для значений аргумента, не представленных в таблице, то теперь понятие интерполяции понимается шире. Кроме того, в данном разделе были рассмотрены вопросы приближения интерполяционным многочленом Лагранжа, интерполяционным многочленом Ньютона, сплайн-функциями, были выявлены преимущества сплайн-функций по сравнению с другими многочленами (см. таблицу).

Архитектура специализированных процессоров для цифровой обработки сигналов рассматриваются как основные понятия цифровой обработки сигналов, традиционная и многоядерная архитектура цифровых сигнальных процессоров, параллельные алгоритмы, предназначенные для многоканальной архитектуры цифровой обработки сигналов. В настоящее время актуальными остаются вопросы анализа многих существующих методов, алгоритмов и архитектур, применяемых в цифровой обработке сигналов, а также изучения их преимуществ.

Таблица 1. – Сравнение функций приближения многочленами

Параметры сравнения	Многочлен Лагранжа	Многочлен Ньютона	Сплайн
Ошибка вычисления $f(x) = \begin{cases} x^2, & x < 2 \\ \ln(x), & x \geq 2 \end{cases}$	$1,08 \cdot 10^{-8}$	$1,88 \cdot 10^{-8}$	$0,20 \cdot 10^{-8}$
Интерполяция	Решается система уравнений	Решается система уравнений	Решается система уравнений, но матрица уравнений не полная, 3-5-диагональная. Существует эффективный метод их решения – метод прогонки.
Аппроксимация	С ростом количества узловых точек возрастает и степень многочлена, в результате чего повышается значение ошибки.	С ростом количества узловых точек возрастает и степень многочлена, в результате чего повышается значение ошибки.	Можно использовать “точечные” формулы. Степень многочлена не возрастет с увеличением числа узловых точек.

Цифровые сигнальные процессоры (ЦСП) (англ. DSP - Digital Signal Processor) появились намного позже универсальных микропроцессоров (МП). Их возникновение связано со спецификой алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС). В алгоритмах ЦОС наиболее распространенной операцией является вычисление суммы произведений, которая получила название базовой операции ЦОС.

Впервые ЦСП появились на мировом рынке в начале 80 гг. В последующие годы такие фирмы как Texas Instruments (TI), Freescale (Motorola), Analog Devices (ADI) непрерывно развивали производство ЦСП для различных отраслей. На сегодня технологии производства ЦСП динамично развиваются.

Для достижения необходимой скорости в ЦСП осуществлены следующие архитектурные решения:

- Гарвардская архитектура. В данной архитектуре память разделена на две области: программная память (ПП) и память данных (ПД). При этом из памяти считываются и команда и информация.

- Модифицированная Гарвардская архитектура. В данной архитектуре имеется возможность непосредственного обмена данными между ПП и ПД. Это позволяет сформировать команды в виде эффективного конвейера.

- Распараллеливание команд по одновременно работающим функциональным модулям.

- Внедрение ЦОС, выполняемого за один цикл, и ориентирование базовых операций на устройство.

Фирма Analog Device в 2005 году запустила производство двухядерных ЦСП марки ADSP BF 561.

Развитие микропроцессорной техники позволило перейти от многоядерной и многопроцессорной архитектуры к многоядерной, в которой каждое ядро выполняет функции самостоятельно работающих процессоров. Это не упрощает процесс производства программ

подготовки и записи алгоритмов, но дает возможность не увеличить объем нерешенных задач, а расширить область параллельных вычислений.

Рассмотрим алгоритм параллелизации, процесс восстановления данных, полученных в ходе эксперимента и с помощью кубических базисных сплайнов, разделения на потоки посредством OpenMP. Если формулу (2), приведенную в первой главе диссертационной работы, применим к кубической базисной функции, то получим следующую функцию:

$$f(x) \cong S_3(x) = b_{-1}B_{-1}(x) + b_0B_0(x) + b_1B_1(x) + b_2B_2(x)$$

В результате анализа традиционной и многоядерной архитектуры цифровых сигнальных процессоров разработаны параллельные алгоритмы, предназначенные для многоядерной архитектуры цифровой обработки сигналов. В последние годы произошли фундаментальные сдвиги в развитии микропроцессоров. Данные сдвиги характеризуются переходом от одноядерной архитектуры к многоядерной архитектуре. В частности, широкое распространение получили архитектуры специальных процессоров, Гарвардская, фон Неймана, а также компаний Блекфин и ADSP.

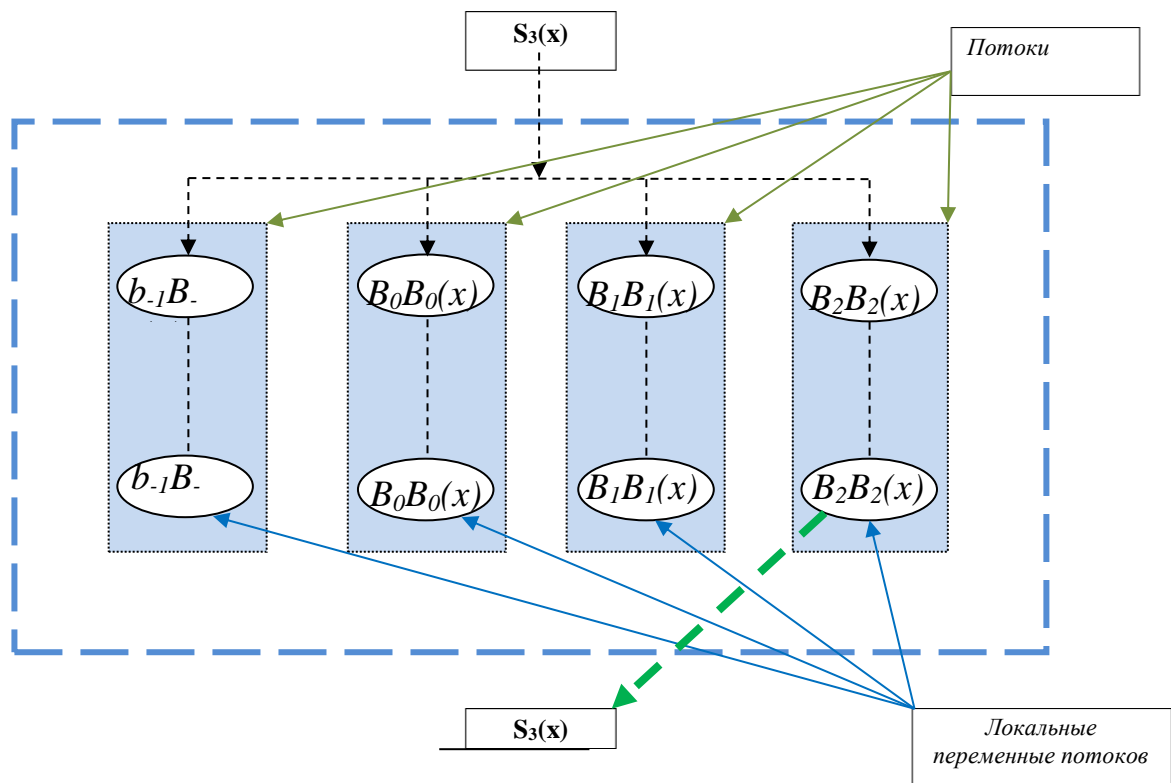


Рисунок 3. – Алгоритм формирования потоков в четырехядерной архитектуре

Если каждое из четырех операций умножений разделить на параллельные потоки, то параллельный алгоритм можно представить следующим образом. Данный алгоритм можно осуществить с помощью четырехядерной архитектуры. При передаче потоков в первую очередь выполняются последовательно, затем параллельно, потом опять последовательно. Это позволяет значительно сократить время вычислений (рис. 3).

Процесс перехода к многоядерной архитектуре стал возможным в результате за счет понижения некоторых технологических норм, только повышения тактической частоты

одноядерной архитектуры, которая себя физически исчерпала. В результате применения многоядерных процессоров возможна параллелизация процессов выполнения операций, что позволяет сократить время цифровой сигналов и повысить общую производительность.

Параллельные алгоритмы цифровой обработки сигналов на основе кубических и бикубических сплайнов описывается архитектура традиционных и многоядерных специальных процессоров на основе кубических сплайнов, многоядерные архитектуры на основе бикубических сплайнов, используемых в восстановлении двумерных функциональных связей.

Задача построения сплайнов на основе экспериментальных данных, представленных в аналитическом и табличном виде, сводится к вычислению коэффициентов b_i . В общих случаях следует определить сетку Δ -сплайна.

Локальные формулы сохраняют свойства сглаженности приближения. Значения же параметров не зависят от индекса i и учета точек, значительно удаленных от текущей точки. Он бывают симметричными. Однако применимы только для двух внутренних точек области.

При обнаружении ошибок в экспериментальных результатах, построение интерполяционного сплайна теряет смысл. В таких случаях в целях уменьшения ошибок возникает необходимость в применении сглаживающих сплайнов.

К сглаживающему сплайну относится сплайн, который является «более гладким», чем интерполирующий сплайн, и проходит вблизи точки экспериментальных значений.

Минимизируем функционал:

$$J(f) = \int_a^b |S''(x)|^2 dx + \sum_{i=0}^N 1/R_i (f - S_i)^2, \quad (3)$$

где $R_i > 0$ – заданная величина. Чем меньше коэффициент R_i , тем более ближе проходит сплайн-функция относительно заданного значения f_i .

Для минимизации функционала (3) следует решить матричное линейное уравнение с пятью диагоналями. На основе построенного сплайна излишние множители заново вычисляются и строится новый сплайн на основе нового R_i . Процесс итерации должен продолжаться до соответствия значения сплайна заданному «коридору». Недостатком данного метода является исключение сжатия результатов эксперимента.

При использовании метода наименьших квадратов для приближения узел функций размещается больше, чем узел сплайнов.

Вместе с тем, следует минимизировать следующий функционал:

$$I(f) = \sum_{i=1}^N (f_i - S_i)^2,$$

где S_i – сплайн-функция, f_i - заданная функциональная зависимость.

Таким образом, анализ методов вычисления коэффициентов приближения на основе сплайнов показал, что проблема построения сплайн-функций на основе экспериментальных результатов сводится к проблеме вычисления коэффициентов b . Для систем, работающих в режиме реального времени, предлагаются формулы «точечного» вычисления коэффициентов. Выражение функций в виде базисных сплайнов является удобным для осуществления в аппаратах, структура вычисления которых предполагает применение таблично-алгоритмического метода.

Таким образом, основным преимуществом структуры является высокособыстродействие для таблично-алгоритмических методов. Поскольку сумма вычислений В-сплайнов равна сумме в одномерной области $m + 1$.

В результате проведенных исследований «Повышение эффективности цифровой обработки сигналов на основе сплайн-функций» получены следующие результаты:

1. В результате исследования сплайн-методов создан метод приближения большего числа используемых на практике элементарных функций с помощью базисных сплайнов. Данный метод позволяет выразить функциональные зависимости математического аппарата базисных сплайнов в виде суммы значений произведений постоянных коэффициентов и базисных функций.

2. В результате сочетания возможностей теории базисных сплайнов и таблично-алгоритмических методов созданы параллельные архитектуры специализированных процессоров, обладающих высокой эффективностью. Это позволяет в значительной мере распараллеливать вычисления.

3. Процесс перехода к многоядерной архитектуре появился в результате физического исчерпания возможностей и повышения производительности за счет снижения тактовой частоты и некоторых технологических норм одноядерных процессоров. Применение многоядерных процессоров позволило распараллелить выполнение операций, в результате чего появляется возможность сократить время цифровой обработки сигналов и повысить общую производительность.

Список литературы

- [1] Singh, D., Singh, M., & Hakimjon, Z. (2019). B-Spline approximation for polynomial splines. In SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2239-6_2
- [2] Singh, D., Singh, M., & Hakimjon, Z. (2019). Parabolic Splines based One-Dimensional Polynomial. In SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2239-6_1
- [3] Khamdamov, U., & Zaynidinov, H. (2018). Parallel Algorithms for Bitmap Image Processing Based on Daubechies Wavelets. 2018 10th International Conference on Communication Software and Networks, ICCSN 2018. <https://doi.org/10.1109/ICCSN.2018.8488270>
- [4] Singh, D., Singh, M., & Hakimjon, Z. (2019). Spline evaluation for railways. In SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2239-6_8
- [5] Zaynidinov, H. (2009). Digital Signal Processing With Application of Basic Splines. Journal of Convergence Information Technology. <https://doi.org/10.4156/jcit.vol4.issue1.zaynidinov>
- [6] Singh, D., Singh, M., & Hakimjon, Z. (2019). Requirements of MATLAB/Simulink for signals. In SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2239-6_6
- [7] Jiyanbekov, K., Usmonov, J., & Azimov, S. (2019). The probability model of railway transport system activity. Transport Means - Proceedings of the International Conference.
- [8] D. Singh, H. Zaynidinov, H.J. Lee, Piecewise-quadratic Hermite basis functions and their application to problem in digital signal processing. Int. J. Commun. Syst. 23, 751–762 (2010). (www.interscience.wiley.com). <https://doi.org/10.1002/dac.1093>
- [9] O. Hidayov, D. Singh, B. G.B. Gwak, S-Y. Young, A Simulink-model of specialized processor on the piecewise-polynomial bases. International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT (2011) Zaynidinov, H.
- [10] Mirzayev A, Khalilov S, P. (2019). The use of the Spectral Properties of the Basis Splines in Problems of Signal Processing. Xindiston.

INCREASING THE EFFICIENCY OF DIGITAL SIGNAL PROCESSING BASED ON SPLINE FUNCTIONS

A.E. Mirzaev

*PhD, Tashkent University of
Information Technology named after
Muhammad Al-Khwarizmi, Associate
Professor of the Department of
Information Technology*

S.P. Halilov

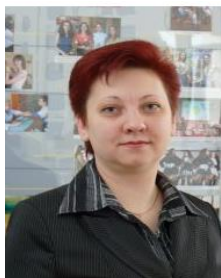
*PhD, Tashkent University of
Information Technology named after
Muhammad Al-Khwarizmi, Associate
Professor of the Department of
Information Technology*

Abstract. The development of the modern world's information and communication technologies and their implementation in various industries are important, are essential to the creation of parallel algorithms for solving problems of the recovery and digital signal processing, on the basis of the treatment processes a multi-core architecture and the search for optimal solutions. The current stages of development of the structure of machines, complexes and systems installed at facilities that are part of the structure of devices specialized for conducting scientific research or located on rolling stock are characterized by on-line analysis of complex processes and fields and increased demands on the speed of processing large amounts of data in real time . Particular attention is paid to the development of methods for solving problems of image and signal processing by using modern methods, algorithms and structural tools, architecture of computing and software. In that work the result of the study of methods of approximation of functions and functional dependencies obtained in the course of experiments for the selected class of signals improved method of spline functions on the basis of analytical analysis, parallel algorithms for digital signal processing have been developed, efficient algorithms have been developed for digital processing of vibrio signals in multi-core processors based on cubic and bi cubic basis splines.

Keywords: multi-core architecture, splines, differential, polynomial spline, cubic and bicubic spline.

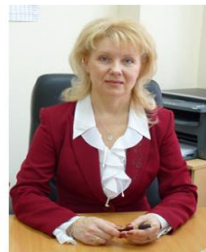
УДК 338.138 + 004.89

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПЛЕЙ-ЛИСТОВ ФОНОВОЙ МУЗЫКИ ФИРМЕННЫХ МАГАЗИНОВ



И.Н. Калиновская

Кандидат технических наук, доцент
кафедры экономической теории и
маркетинга



Г.А. Яшева

Доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой экономической
теории и маркетинга

УО «Витебский государственный технологический университет», Республика Беларусь
E-mail: i-kalinovskaya@yandex.by, gala-ya@list.ru

И.Н. Калиновская

Кандидат технических наук, доцент кафедры экономической теории и маркетинга УО «Витебский государственный технологический университет». Научные интересы: новые технологии маркетинговых исследований в интернет-пространстве, применение искусственного интеллекта в когнитивном маркетинге, использование инструментов искусственного интеллекта в кадровой политике предприятия.

Г.А. Яшева

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической теории и маркетинга УО «Витебский государственный технологический университет». Научные интересы: разработка методологии кластерных связей и сетевого сотрудничества, создание бизнес-сетей, исследование предпринимательской активности, исследование влияния предпринимательства на экономический рост.

Аннотация. В статье предложено направление применения искусственного интеллекта в таком течении когнитивного маркетинга, как функциональная музыка, с целью решения задач сбора, обработки данных потенциальных потребителей, полученных по их электронным следам в интернет-пространстве, и составления плей-листов фоновой музыки фирменных магазинов. Предлагаемая технология позволяет использовать уникальные возможности искусственного интеллекта для разработки списка музыкальных композиций с учетом местоположения торговой точки и статистики ее посещения потребителями различных возрастных категорий. При этом разработка системы рекомендаций музыкального контента включала: сбор и подготовку исторических данных; построение и обучение модели нейронной сети; составление плей-листа музыкального фона для фирменных магазинов. Разработанная технология использования искусственного интеллекта также применима в маркетинговых исследованиях предпочтений потенциальных потребителей, проводимых в социальных сетях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, когнитивный маркетинг, функциональная музыка, социальные сети, маркетинговые исследования.

Введение. В современном мире характеристики потенциальных и реальных потребителей под воздействием быстроменяющейся внешней среды подвержены частым изменениям и корректировкам, при этом для отслеживания этих изменений производителю товара или услуги необходимо постоянно проводить дорогостоящие маркетинговые исследования.

Белорусскими предприятиями и организациями на сегодняшний день сбор информации о потребителях осуществляется по классической схеме, основанной на опросах и анкетировании, но такие исследования несут большие денежные и временные затраты, а главное – крайне неэффективны, так как люди под влиянием различных эффектов (эффект

тестирования, ролевого подбора, тенденций и т. д.) искажают информацию о себе. Из-за этого точность маркетинговых исследований не превышает 40% [1].

Маркетинговые исследования зарубежных компаний, связанные со сбором, обработкой информации, составлением портрета потребителей и клиентской базы, показывают, что более эффективна методика анализа данных “цифровых следов” потенциальных и реальных потребителей в социальных сетях – постов, репостов, лайков, комментариев и т.д.

Использование искусственного интеллекта в маркетинговых исследованиях предполагает, что собираемые данные становятся базой для обучения нейронных сетей, которые разрабатывают рекомендации, позволяющие формировать потребительский опыт и корректировать его в заданном направлении. Таким образом, производитель способен повысить ценность товара и бренда в глазах потребителей, укрепить взаимосвязи с клиентами, что позволит ускорить темпы развития организации в целом.

Целью проводимых исследований являлось: разработка методики применения искусственного интеллекта при проведении маркетинговых исследований в интернет-пространстве, и создание нейронной сети, способной генерировать список музыкальных композиций, демонстрируемых в качестве фоновой музыки в фирменных магазинах.

Исходя из поставленной цели, были сформулированы *следующие задачи*:

- разработать способ сбора и обработки информации о потребителях при маркетинговых исследованиях в интернет-пространстве;
- разработать оптимальный перечень признаков потребителей (список переменных), на основании которых будет производиться обучение нейронной сети;
- выбрать и обучить нейронную сеть;
- получить варианты плей-листов фоновой музыки, разработанных нейронной сетью.

При проведении исследований использовались методы: общенаучный и экономический, статистические модели и методы (метод группировки, сравнительного и факторного анализа, средних величин, методы классификаций и графических изображений).

Проблемам интеграции маркетинга и искусственного интеллекта посвящены работы следующих авторов: Косински М., Старостина В.С., Абашидзе М.Д., Бутковской Г.В., Морелли Б., Пепперса Д., Роджерса Д.Л. и т.д. [2]

Специалистами в области маркетинга проведено большое количество исследований, посвященных изучению влияния музыки на продажи товаров. Одна из первых академических работ в этой области была выполнена П. К. Смитом и Р. Курноу в 1966 г. Данное исследование заключалось в изучении того, как музыка и громкость ее звучания влияют на продолжительность посещения магазина и количество совершенных покупок.

Не менее интересны исследования Р. Миллимана (1982 г., 1986 г.), Р. Ялча и Э. Спангенберга (1988 г.), Дж. Келлариса и Р. Кента (1991 г.), С. Мантел и М. Альцека (1996 г.), Л. Дюбе и Ж.-Ш. Шеба (1997 г.), М. Уи (1997 г.), Д. Харгривза и Дж. Маккендрика (1999 г.), С. Оукса (1999 г., 2003 г.), М. Камерона (2003 г.), Н. Бейли и Ч. Арени (2006 г.), посвященные изучению влияния характеристики музыки на поведение покупателей; на восприятие времени, проведенном в магазине; на потребительские ассоциации, влияющие на выбор товаров и покупательские решения [3].

Научная теория М. Беверленда, Э. Лима, М. Моррисона и М. Терзовски (2006 г.) об адаптации магазина под конкретную группу потребителей через музыкальный фон взята за аксиому при исследованиях, проводимых в данных исследованиях [4].

Международным исследовательским центром Gallup International подбора музыкального сопровождения по времени суток установлено, что различные возрастные категории потребителей предпочитают посещать места продаж в определенные часы.

1. Разработка метода сбора и обработки информации о потенциальных потребителях в интернет-пространстве

В качестве методики отбора респондентов в текущем исследовании была применена отсеянная выборка. В маркетинговых исследованиях использовался метод наблюдения. В качестве объекта исследования выступала официальная группа белорусского предприятия в социальной сети «ВКонтакте». При этом предметом исследования являлась активность в обсуждениях и написании отзывов на страницах социальных сетей, а также музыкальные предпочтения активных пользователей исследуемой группы.

На рисунке 1 представлен алгоритм отбора респондентов и сегментирования потребителей, предназначенный для получения музыкальных предпочтений потенциальных потребителей.

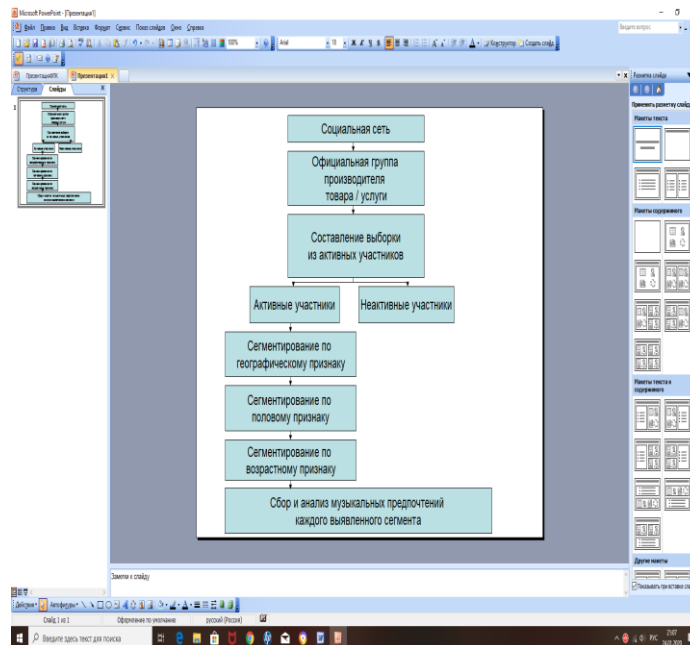


Рисунок 1. – Алгоритм получения музыкальных предпочтений активных участников группы

Таким образом, были получены данные о географии проживания потребителей-участников группы, процентном соотношении мужчин и женщин среди пользователей группы, установлен средний возраст потенциальных потребителей-участников группы, изучены их музыкальные предпочтения [4].

2. Разработка плей-листа фоновой музыки для фирменных магазинов

Разработка системы рекомендаций музыкального контента включала следующие этапы:

- сбор и подготовка исторических данных;
- построение и обучение модели нейронной сети;
- составление плей-листа музыкального фона для фирменных магазинов с учетом местоположения торговой точки и статистики ее посещения определенными возрастными группами.

При сборе и подготовке исторических данных использовался публичный источник «Million Song Dataset» – ресурс со свободно доступным набором звуковых функций и метаданных для современных популярных музыкальных композиций. В него входят все популярные песни за период с 1955 года и по сегодняшний день.

С целью повышения качества и актуальности рекомендаций были получены дополнительные сведения о музыкальных предпочтениях пользователей из социальной сети. Для этого использовалась система, состоящая из нескольких программных модулей,

реализованных на языке Python, и позволяющих производить эффективную многопоточную обработку данных пользовательских профилей социальных сетей. С ее помощью был реализован сбор данных о музыкальных предпочтениях порядка миллиона пользователей социальной сети, произведена группировка полученных данных по музыкальным стилям и направлениям, построен индекс популярности музыкальных произведений [5].

При работе с ресурсом «Million Song Dataset» было выделено 17 тысяч музыкальных направлений и жанров. Однако, для упрощения работы с музыкальными предпочтениями, при обработке музыкальных композиций со страниц участников исследуемой группы социальной сети была сформирована следующая классификация жанров:

- rock,
- pop,
- Rap и Hip-Hop,
- Easy Listening,
- House и Dance,
- Instrumental,
- Metal,
- Alternative,
- Dubstep,
- Jazz и Blues,
- Drum & Bass,
- Trance,
- Chanson,
- Ethnic,
- Acoustic и Vocal,
- Reggae,
- Classical,
- Indie,
- Speech,
- Electro и Disco.

Далее строился индекс популярности музыкальных жанров участников группы по регионам. Пример построения индекса популярности для белорусских участников группы производителя приведен на рисунке 2.

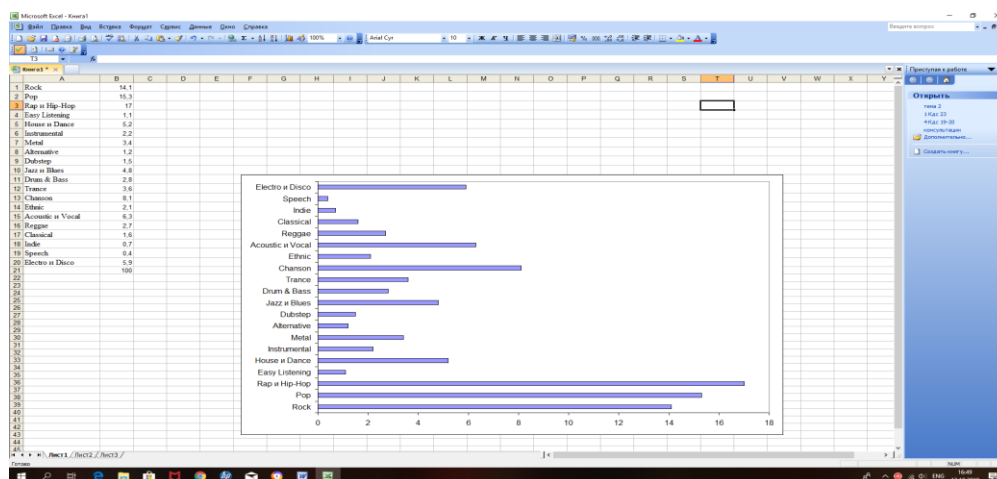


Рисунок 2. – Распределение музыкальных предпочтений участников группы из Республики Беларусь, %

В результате анализа полученных результатов был сформирован список из наиболее часто встречающихся музыкальных жанров: Rock, Pop, Rap и Hip-Hop, Instrumental, Metal, Alternative, Chanson, Acoustic и Vocal, Electro и Disco, Jazz и Blues.

На основании собранной и обработанной информации о пользовательских предпочтениях производилось построение и обучение модели нейронной сети.

Нейросети представляют собой математическую структуру, имитирующую некоторые аспекты работы человеческого мозга и демонстрирующие такие его возможности, как способность к неформальному обучению, способность к обобщению и кластеризации неклассифицированной информации, способность самостоятельно строить прогнозы на основе уже предъявленных временных рядов [4]. В проводимых исследованиях были задействованы такие возможности нейронных сетей: способность самостоятельно выделять наиболее значимые признаки в потоках информации, неформальное обучение, обобщение и кластеризация неклассифицированной информации. В частности, автором использовалась такая особенность нейросети, как самообучение – процесс, при котором сеть самостоятельно формирует свои выходы, адаптируясь к поступающим на ее входы сигналам.

При разработке нейросистемы для данного исследования использовался специальный вид рекомендательных систем совместной фильтрации на базе программного продукта «Word2Vec» [4, 5]. Это специальный класс нейронных сетей, которые изначально предназначались для решения задач обработки естественного языка.

Кратко рассмотрим принцип работы разработанной нейронной сети: сеть принимает большой объем текста, анализирует его и для каждого слова в словаре генерирует вектор чисел, которые представляют собой это слово. Эти векторы чисел и есть объект поиска, т. к. ими кодируется информация о значении слова по отношению к контексту, в котором оно появляется.

Обучение нейронной сети заключалось в изучении значений весовых матриц, дающих вывод, близкий к предоставленным обучающим данным. С учетом входного слова, осуществлялся первый проход прямого распространения по сети, для получения вероятности того, что выходное слово будет соответствовать обучающим данным. Поскольку исследователь знает ожидаемые выходные слова, то он может измерить ошибку в прогнозе и распространить эту ошибку по сети, используя обратное распространение, и скорректировать весовые коэффициенты посредством стохастического градиентного спуска.

После многократного повторения описанных действий для всего множества входных данных, исследователь получает результат, представленный значениями весовых матриц, сходимых с матрицами, дающими наиболее точные прогнозы.

В итоге была построена модель нейронной сети, которая для заданного множества предпочтений определенного пользователя способна выдавать наиболее популярные и характерные для этого пользователя музыкальные композиции.

Для построения нейронной сети были взяты алгоритмы стандартного статистического анализа. В частности, анализ главных компонент, заключающийся в выделении основных признаков, через оптимальное линейное сжатие информации.

В проведенных исследованиях в качестве важнейших критериев выбора фоновой музыки выступали:

- соответствие предпочтениям целевой аудитории;
- тематическое соответствие;
- специфика ассортимента;
- темпоритм.

Фоновая музыка для фирменного магазина – такой же важный элемент ритейл-брендинга, как оформление торгового зала, мерчандайзинг или освещение. Музыкальное оформление вносит большой вклад в создание необходимой атмосферы, создает первое впечатление и мотивирует покупателей на покупки, увеличивая число продаж и товарооборот.

Качественный и приятный слуху музыкальный фон оказывает эмоциональное воздействие на покупателя.

При составлении плей-листов рекомендуется применять следующие фильтры:

1. По музыкальным стилям;
2. По темпам музыки;
3. По темам в музыке;
4. По ключевым словам;
5. По языкам;
6. По музыкальным инструментам;
7. По периоду создания музыки.

По результатам исследований нейронная сеть смогла разрабатывать списки композиций, предлагаемых для фоновой музыки фирменных магазинов, с учетом музыкальных предпочтений потенциальных потребителей, их географии проживания, возраста и времени посещения ими магазина.

Отрывок плей-листа, разработанного нейронной сетью:

Marvin Gaye - What's Going On
Ruck P - Rise Up
William DeVaughn - Be Thankful For What You Got
Morcheeba - Way Beyond
Matt Corby, Tash Sultana - Talk It Out
Maxwell - Ascension (Don't Ever Wonder)
New York Jazz Lounge - Ain't No Sunshine When You're Gone Remix
Supreme Beings of Leisure - Never The Same I Don't Care
Sam Smith, Normani - Dancing With A Stranger
Sia - Unstoppable
Marshmello, Bastille - Happier
HONNE, Izzy Bizu - Someone That Loves You
Cee-Lo Green - I Want You
Shawn Mendes, Zedd - Lost In Japan Remix
Taylor Swift feat. Brendon Urie - ME! (feat. Brendon Urie of Panic! At The Disco)
Ava Max - Sweet but Psycho
Feist - The Limit To Your Love
Alicia Keys - If I Ain't Got You
Robin Thicke - We A Family
Sam Smith - I'm Not The Only One
Rhye - Taste
Skye - Call Me

Заключение. При разработке музыкального фона конкретной торговой точки с учетом музыкальных пристрастий ее посетителей и времени суток посещения магазина необходимо: сегментировать посетителей по географическому и половозрастному признаку; собрать необходимый массив данных по музыкальным предпочтениям из социальных сетей; подобрать определенный вид нейросети и обучить ее; разработать перечень музыкальных композиций, которые оказывают ряд положительных эффектов на покупателей.

Для получения данных о музыкальных предпочтениях потребителей товара рекомендуется использовать информацию из групп производителя данного товара в социальных сетях. При этом для получения и обработки необходимой информации важно применять систему, позволяющую производить эффективную многопоточную обработку данных пользовательских профилей социальных сетей.

Для обработки массива информации относительно музыкальных предпочтений потребителей товара, обучения разработанной нейросети, способной подобрать согласно музыкальным вкусам человека музыкальные рекомендации, и для разработки плей-листа применим специальный класс нейронных сетей, предназначенных для решения задач обработки естественного языка, и разработанных на базе программного продукта «Word2Vec».

Список литературы

[1] Калиновская И. Н. Использование искусственного интеллекта в маркетинговых исследованиях поведения потребителей / И.Н. Калиновская, Н.В. Дунец, Масейко М.С. // Международный научный журнал «Молодой ученый» №33 (219), август 2018 г., Часть 1, С. 42-45.

[2] Калиновская И. Н. Применение искусственного интеллекта в когнитивном маркетинге / И.Н. Калиновская, О.М. Шерстнева, В.А. Демидчик, Макарына М.И. / монография «Инновационная экономика для современного мира», август 2018 г., Одесса: издательство Куприенко СВ - С. 53-59.

[3] Калиновская И. Н. Интеграция искусственного интеллекта в маркетинг / И.Н. Калиновская, О.М. Шерстнева // Международная научно-практическая конференция «Социально-экономическое развитие организаций и регионов Беларуси: эффективность и инновации»: сборник научных статей, 31 октября – 1 ноября 2018 / УО ВГТУ. – Витебск, 2018. – С. 79-82.

[4] Калиновская, И. Н. Технология использования нейронных сетей в когнитивном маркетинге на примере белорусского обувного предприятия / И. Н. Калиновская // Материалы и технологии. - 2019. - № 1 (3). - С. 90-96.

[5] Калиновская, И. Н. Применение нейронных сетей в когнитивном маркетинге / И. Н. Калиновская, Н. В. Дунец, В. А. Демидчик // 52 международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов УО «ВГТУ»: тезисы докладов, апрель 2019г. / УО ВГТУ. – Витебск, 2019. – С.99-100.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CREATING PLAYLISTS OF BACKGROUND MUSIC OF BRANDED STORES

I.N. Kalinovskaya

*Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor of the Department of Economic
Theory and Marketing*

G.A. Yasheva

*Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Economic Theory
and Marketing*

*Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: i-kalinovskaya@yandex.by, gala-ya@list.ru*

Abstract. The article suggests the direction of artificial intelligence application in such flow of cognitive marketing as functional music in order to solve the problems of collecting, processing the data of potential consumers obtained from their electronic traces in the Internet space, and compiling playlists of background music of branded stores. The proposed technology allows to use the unique possibilities of artificial intelligence to develop a list of musical compositions, taking into account the location of the point of sale and statistics of its attendance by consumers of different age categories. In this case, the development of a system of recommendations for music content included: the collection and preparation of historical data, construction and training of the model of neural network, making a playlist of background music for branded stores. The developed technology of using artificial intelligence is also applicable in marketing research of preferences of potential consumers, conducted in social networks.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, cognitive marketing, functional music, social networks, market research.

УДК [002.001.4] 614.21:617

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ КАРТ В ИССЛЕДОВАНИЯХ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



Ж.Т. Усмонов
Доцент, PhD, кафедры
«Информационные технологии».



З.М. Пулатова
Ассистент, кафедры
«Информационные технологии».

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми, Республика Узбекистан

E-mail: max_2011@inbox.ru, pulatova-ziyoda@mail.ru

Ж.Т. Усмонов

Окончил Ташкентский университет информационных технологий (2012). Защитил диссертацию по специальности 05.01.04 «Математическое и программное обеспечение компьютеров, комплексов и компьютерных сетей» в ТУИТ. Работает в Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми в должности доцента кафедры «Информационные технологии».

З.М. Пулатова

Окончила Ташкентский университет информационных технологий (2010). Работает в Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми в должности ассистента кафедры «Информационные технологии».

Аннотация. Для медицинской организации основным первичным внутренним электронным документом является электронная медицинская карта (ЭМК). В экстренных случаях, когда существует угроза жизни пациента, у врача скорой помощи бумажной карты не будет. Если пациент без сознания, невозможно получить сведения о группе/резусе крови, аллергических реакциях и другие жизненно важные данные. Сведения из электронной карты в таких случаях спасают жизнь. Применение ЭМК в системе здравоохранения обеспечит необходимый объем для проведения научных исследований наравне с улучшением качества оказания услуг больным.

Ключевые слова: система здравоохранения, электронная медицинская карта, качество здравоохранения, электронный документооборот.

Введение. В рамках реализации мер по реформированию системы здравоохранения в республике Узбекистан удалось достичь определенных результатов в формировании современной системы оказания медицинской помощи населению. Государством гарантируется охрана репродуктивного здоровья граждан, уделяется особое внимание питанию младенцев и детей раннего возраста, обеспечивается бесплатная медицинская помощь.

В республике предпринимаются меры по разработке проекта по внедрению "электронного здравоохранения", единой медицинской базы данных и созданию комплекса интегрированных информационных систем, обеспечивающих возможности для населения такие как:

- получения информации о медицинских организациях и оказываемых медицинских услугах;

- получения информации о квалификации врачей, стаже работы, времени приема, а также организации "электронной очереди", включая возможность дистанционного ее резервирования;

- оценки качества оказываемых услуг, в том числе деятельности медицинского персонала;

- доступа к системе через мобильные приложения [1].

В результате будет достигнуто:

- переход медицинских организаций и органов управления здравоохранением к инновационному социально-ориентированному типу развития;

- оптимизации рабочего процесса путем внедрения электронного документооборота (заполнение медицинских карт и историй болезней, выдача "электронных рецептов");

- учета и мониторинга медицинского персонала, лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медицинской техники, расходных материалов;

- осуществление и мониторинг финансовых операций по программам гарантированной государством бесплатной медицинской помощи, оценку будущих расходов медицинских организаций, а также анализ возможных рисков;

- ведение медицинской статистики, учета и отчетности, а также поддержка системы национальных счетов здравоохранения;

- интеграции с информационными системами других медицинских организаций и обмен информацией.

В государстве фокусируется на развитие телемедицины в учреждениях здравоохранения для обмена информацией между медицинскими организациями и проведения дистанционных медицинских и образовательных услуг. Все эти принимаемые меры свидетельствуют о значении развития электронного документооборота в ключевой сфере нашего общества - медицины.

Одним из самых ранних применений электронного здравоохранения была система электронных медицинских карт. Цель состояла в том, чтобы обеспечить доступ к медицинским картам пациентов из любого места, даже из других городов и стран. С распространением Интернета это направление быстро растет. Например, сегодня врачи имеют немедленный доступ к записям пациентов. Они могут размещать заказы непосредственно на испытательных объектах (как внутренних, так и внешних). Они могут заказывать лекарства напрямую в аптеках, связываться со специалистами, выписывать пациентов и просматривать результаты анализов из отдаленных мест.

Многие больницы, организации по уходу за здоровьем и федеральные агентства правительства США уже конвертировали или конвертируют все медицинские карты пациентов с бумажного в электронное хранилище (с использованием технологии визуализации) в соответствии с Законом о защите пациентов и доступном медицинском обслуживании (PPAC), также известный как «Obamacare».

Растущая доступность и принятие электронных медицинских карт (ЭМК) различных форм воодушевили в отношении возможных последующих улучшений в производительность, затраты и качество в секторе здравоохранения. Существующая литература измерения различных воздействий принятия электронных карт мало указывает на результаты. Однако объем этих анализов, касательно результатов в отношении здоровья, в основном был ограничен из-за доступа к данным. В частности, предыдущие исследования были сосредоточены на смертности среди малого количества особых пациентов в качестве основного результата здоровья, и широкомасштабные исследования, как правило, были сосредоточены только на узкое население.

Большое количество услуг для пациентов доступно сегодня благодаря достижениям в области применения ЭМК. Планирование встреч из дома, чтение результатов тестов из

любого места и в любое время являются общими. Пациентам предоставляется лучшая медицинская помощь благодаря наличию сетей Wi-Fi, которые обеспечивают быстрый доступ к информации поставщиков. Кроме того, есть примеры, практики использования роботов [2], огромное количество информации на сотнях веб-сайтов, таких как WebMD.com, применение достижений в медицине благодаря компьютеризированным системам [3], использования Интернета вещей (IoT) ориентированного на пациента [4].

Правительством Бразилии во время события Brazil Olympic 2016 было разработано интересное приложение для смартфонов. Это позволило спортсменам записывать свое здоровье. Можно привести пример программного решения iHealthHome. В ней применены меры безопасности в домах престарелых в старших общинах и пожилых людей. Например, система iHealthHome Touchscreen собирает данные и связывается с программным обеспечением компании. Согласно их веб-сайту, это комплексная система мониторинга и коммуникации для профессиональных попечителей и независимых сообществ. Семейные опекуны и врачи получают удаленный доступ к данным о состоянии здоровья пациента. Используя эту технологию, программа iHealthHome напоминает пожилым людям об их ежедневных встречах, делает использование интернетом полезным, предоставляет умственные занятия и многое другое. iHealthHome также напоминает пожилым людям принимать лекарства, контролировать свое кровяное давление и поддерживать связь с опекуном. Ещё один пример, Chatbots - консультирование в здравоохранении. Чат-боты используются в качестве интерфейса «пользователь-компьютер» в личных помощниках. Одна из компаний, которая продвигает чат-ботов в здравоохранении это Baidu из Китая. Melody от Baidu это интеллектуальный чат-робот, который может помочь пациентам определить, стоит ли им идти к врачу. Диалог в настоящее время основан на тексте, а режим - вопросы и ответы. Система интегрирована с врачом Baidu, что позволяет пациентам задавать вопросы врачам, записываться на прием и искать информацию, касающуюся здоровья и медицины. Melody самообучается, извлекая данные из оцифрованных материалов, включая научные статьи и онлайн-форумы. И последнее. мобильные игры могут быть использованы для медицинских исследований. Например данные игроков мобильных игр используются для поддержки исследований Альцгеймера [5].

Основные причины, по которым больницы применяют технологии ЭМК, вращаются вокруг качества и стоимости здравоохранения. Система ЭМК может снизить затраты для больниц за счет устранения избыточности. Принятие ЭМК может снизить затраты на сокращение использования лекарств, радиологии и лабораторного использования, сокращение числа канцелярских работников, сокращение времени медсестер, снижение врачебных ошибок и сокращение продолжительности пребывания в стационаре. Принятие ЭМК может улучшить качество медицинской помощи за счет уменьшения ошибок и улучшения профилактики заболеваний и хронических заболеваний, лечение болезней [6]. В дополнение к этим прямым преимуществам для усыновления, принятие ЭМК может генерировать внешние эффекты, что означает его ценность для одной больницы зависит от принятия решений других больниц [7]. В частности, значение ЭМК для данной больницы может увеличиться как функция количества других больниц с ЭМК, так как передача информации становится легче, с постепенным привлечением большего количества больниц.

Индикаторы безопасности пациентов (ИБП), разработанные AHRQ (Agency for Healthcare Research and Quality) исследовательской организацией, предназначены для измерения предотвратимых внутрибольничных осложнений и побочных эффектов. ИБП представляют собой особенно важный набор результатов с целью определения эффекта принятия ЭМК. Эти меры имеют то преимущество, что они более вариабельны, чем другие меры результата, такие как смертность, и позволяют изучить влияние ЭМК на значимые результаты для здоровья, которые менее серьезны, чем смертность. Смертность пациентов

обычно используется в качестве надежного показателя качества медицинской помощи, особенно для пожилых людей и большого населения.

Поддержка принятия клинических решений включает в себя множество инструментов, которые в сочетании с данными пациента, может предоставить исследователям основанные на правилах протоколы, рекомендации и проверка ошибок. Управление информацией и координация медицинской помощи связанные между собой механизмы, с помощью которых технологии ЭМК могут помочь в мониторинге больших объемов клинических данных о пациентах и в координации лечения между несколькими пунктами.

Каждый из этих механизмов приводит к различным прогнозам о том, какие типы пациентов могут выиграть больше всего от принятия ЭМК. В частности, показатели безопасности пациентов могут лучше отражать различия в результатах для здоровья за меньшие сложные случаи по сравнению со смертностью. Поэтому, изучая эти менее серьезные, но с медицинской точки зрения значимые результаты, можно лучше определить последствия поддержки принятия решений на качество обслуживания.

Сравнение влияния ЭМК на показатели безопасности пациентов и смертность в стационаре может помочь пролить свет на основной механизм, поскольку первый может быть относительно более подвижной поддержкой принятия решений, а последний - относительно координацией медицинской помощи.

Такие данные позволяют изучить влияет ли принятие ЭМК на индекс безопасности пациентов для населения в целом. Кроме того, путем изучения нескольких результатов в отношении здоровья, различные типы ЭМК и учет различных уровней осложнений у пациентов, будет возможность больше узнать о потенциальных механизмах, посредством которых ЭМК влияют на результаты в отношении здоровья. В частности, ЭМК могут влиять на результаты в отношении здоровья посредством поддержки принятия решений или координации ухода, и эти механизмы, если они работают, имеют различные последствия, основанные на результатах в отношении здоровья, ЭМК, и осложнений пациента. Таким образом создаётся возможность проведения проверки последствий с показателями наблюдений для разграничения каналов, по которым ЭМК оказывают влияние. Такие наблюдения дают большой объем данных для проведения интеллектуальных анализов, диагностики и прогноза разного рода болезней.

Ожидаемые результаты от реализации поставленных целей по коренному совершенствованию системы здравоохранения следующие:

- обеспечение всеобщего охвата услугами здравоохранения, повышение доступности квалифицированной, специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи, развитие системы охраны материнства и детства;

- гарантированной государством бесплатной медицинской помощи;

- развитие системы общественного здравоохранения и межведомственного взаимодействия по вопросам охраны здоровья граждан;

- развитие системы оказания реабилитационной и медико-социальной помощи населению;

- увеличение ожидаемой продолжительности жизни до 75 лет;

- снижение на 15 процентов показателя материнской смертности;

- снижение на 30 процентов смертности новорожденных и детей в возрасте до пяти лет;

- сокращение преждевременной смертности на 15 процентов среди населения от сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, сахарного диабета и хронических респираторных заболеваний;

- снижение уровня заболеваемости населения туберкулезом, ВИЧ, гепатитом и другими инфекционными заболеваниями.

Заключение. К 2020 году у граждан Республики Узбекистан появятся электронные медицинские карты международного образца. Немаловажно, что эта система будет создаваться в рамках соглашения «О сотрудничестве государств-участников СНГ в создании совместимых национальных телемедицинских систем и дальнейшем их развитии, и использовании» и на основе международных стандартов. Это означает, что ее основные разделы смогут прочитать в любой клинике мира, поскольку они создаются на базе международных стандартов и классификаторов ведения «электронных медицинских записей».

Список литературы

- [1] Указ Президента Республики Узбекистан от 07.12.2018 г. N УП-5590. О комплексных мерах по коренному совершенствованию системы здравоохранения Республики Узбекистан.
- [2] Anandan, T. M. "Robots and Healthcare Saving Lives Together." Robotics Online, November 23, 2015.
- [3] Combs, C.D., J. A. Sokolowski, and C. M. Banks. The Digital Patient: Advancing Healthcare, Research, and Education. (Wiley Series in Modelling and Simulation) Hoboken, NJ: Wiley, 2016.
- [4] Bresnick, J. "4 Patient-Centric Uses for the Healthcare Internet of Things." Health IT Analytics, December 29, 2015.
- [5] Chester, T. "This Mobile Game Is Using Data from Players to Boost Alzheimer's Research." Maskable, May 4, 2016.
- [6] Хиллестад Р., Бигелу Дж., Бауэр А., Джирози Ф., Мейли Р., Сквилль Р. и Тейлор Р. 2005 г. Электронные системы медицинской документации Transform Health Care? Потенциальная польза для здоровья, сбережения, и расходы. Вопросы здравоохранения 24: 1103-1117.
- [7] Ван, У. 2012. Сотрудничество и конкуренция: многоуровневое внедрение электронных медицинских записей в больницах США. Рабочий документ, Бостонский университет.

USE OF ELECTRONIC MEDICAL RECORDS IN HEALTH RESEARCH

J.T. Usmonov

*Associate Professor, PhD in Technical Science,
Department of Information Technologies.*

Z. M. Pulatova

*Professor assistant, Department of
Information Technologies. Research
interests - biomedicine, expert data
analysis*

*Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi,
Republic of Uzbekistan
E-mail: max_2011@inbox.ru, pulatova-ziyoda@mail.ru*

Abstract. The primary internal electronic document for a medical organization is an electronic medical record (EMR). In emergency cases, when there is a threat to the patient's life, the ambulance doctor will not have a paper card. If the patient is unconscious, it is impossible to obtain information about the blood group/rhesus, allergic reactions and other vital data. Information from the electronic card in such cases saves life. The use of EMR in the healthcare system will provide the necessary volume for conducting research along with improving the quality of patient care.

Keywords: healthcare system, electronic medical record, quality of healthcare, electronic document management.

УДК 519.234

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗА КРЕДИТНЫХ РИСКОВ БАНКОВ И ФИНАНСОВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ



О.Л. Яблонский

*Статистический аналитик СООО «ХайКво Солюшенс»,
доцент кафедры функционального анализа
и аналитической экономики БГУ*

*СООО «ХайКво Солюшенс», Республика Беларусь
E-mail: aleh.yablonski@hiqo-solutions.com.*

О.Л. Яблонский

Кандидат физико-математических наук. Доцент. Доцент кафедры нелинейного анализа и аналитической экономики БГУ. Статистический аналитик «ХайКво Солюшенс».

Аннотация. В работе описывается применение AVT-моделей для прогноза кредитных рисков для кредитного портфеля некоторых банков США. Такой подход учитывает как внешние, так и внутренние шоковые воздействия и обладает достаточно высокой интерпретируемостью.

Ключевые слова: винтажный анализ, AVT-модель, кредитные риски, стресс-тестирование.

Введение. Базельский комитет по банковскому надзору рекомендует банкам и кредитным организациям проводить анализ рисков и оценивать устойчивость к возможным шоковым воздействиям, в частности для оценки достаточности собственного капитала [1]. Стресс-тестирование как раз и может быть определено как подобный анализ. В различных странах банковские регулирующие органы предписывает обязательное использование стресс-тестирования. Для этого разрабатываются различные модели. В этой работе рассмотрено применение одной модели к анализу и стресс-тестированию кредитных рисков финансовых организаций США.

Настоящая работа посвящена AVT-модели и возможности ее улучшения при помощи некоторых методов машинного обучения. Следует отметить, что список моделей и подходов, который рекомендуется Советом по стандартам финансового учета США (FASB) [2] включает в себя различные частные случаи рассматриваемой модели.

Пусть t^t и v обозначают текущую дату наблюдения и дату открытия кредитного счета соответственно. Через $a = t - v$ будем обозначать возраст кредитного счета. Вероятность невозврата (дефолта) в момент времени t^t (Probability of Default, PD) оценивается следующим образом:

$$PD(a, t) = \frac{N_{def}(a, t)}{N_{act}(a, t-1)},$$

где N_{act} , N_{def} – число активных и дефолтных кредитных счетов.

Суть AVT-модели состоит в разложении PD на три типа изменяющихся со временем

компонент: эффекты вызревания (Lifecycle $F(a)$), эффекты внешней среды (Environment $H(t)$) и эффекты винтажа (Vintage $G(v)$) по формуле

$$\text{logit}(PD(a, t)) = F_{PD}(a) + H_{PD}(t) + G_{PD}(v),$$

где $\text{logit}(p) = \log \log \left(\frac{p}{1-p} \right)$ $\text{logit}(p) = \log \left(\frac{p}{1-p} \right)$. Графически разложение можно представить, как на рисунке 1.

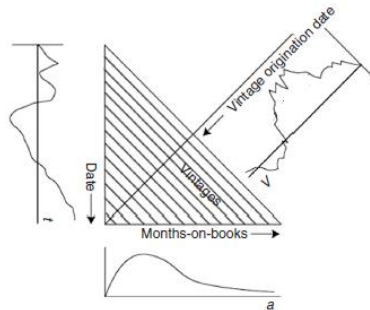


Рисунок 1. –Разложение на составляющие эффекты

Естественные процессы, характерные для индивидуальных аккаунтов описываются эффектами вызревания. Например, для кредитных счетов с достаточным сроком погашения наибольшая вероятность просрочки приходится на возраст около 2 лет. Кроме того, после возраста, соответствующего сроку погашения, вероятность снова немного возрастает в связи с закрытием большинства счета. Также, разные изначальные группы риска (Subprime, Prime, Superprime) построенные по FICO скорингу имеют существенно различное влияние на эффекты вызревания (см. Рисунок 2). Таким образом сегментирование по разным группам достаточно сильно влияет на форму кривой Lifecycle $F(a)$.

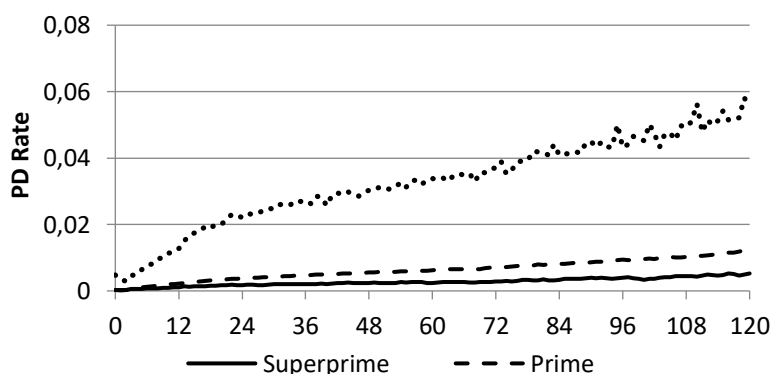


Рисунок 2. – Функции $F(a)$ для различных групп риска

Эффекты внешней среды описывают влияние внешних факторов, которым подвержены все кредитополучатели в определенное календарное время. Чаще всего это описывается при помощи макроэкономических переменных, но может быть следствием влияния экологических, социальных, политических и других факторов. Например, на рисунке 3 прослеживается кризис 2009-2010 США. На рисунке 4 выделены отдельные штаты, на

которых можно увидеть влияние урагана Катрина, которых произошел в августе 2005.

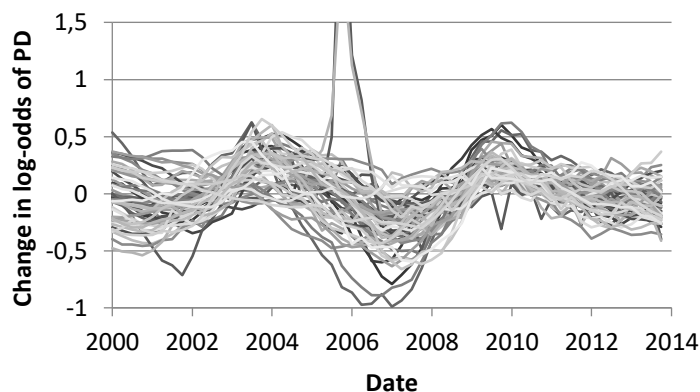


Рисунок 3. – Функции $H(t)$ для различных штатов

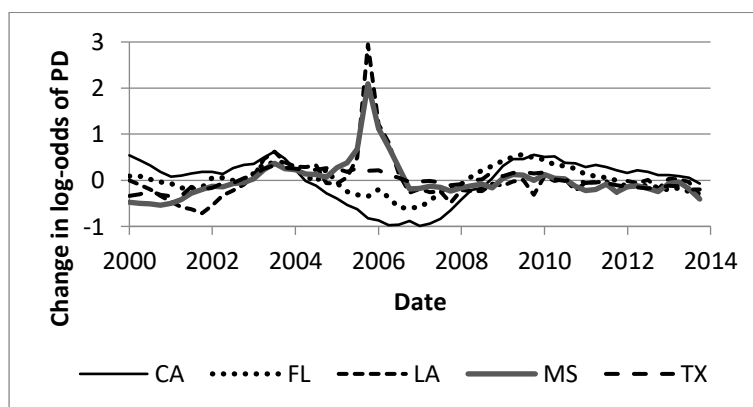


Рисунок 4. – Влияние урагана Катрина

Еще одна группа факторов, влияющих на структуру $H(t)$, определяется внутренней политикой финансовой организации или общими изменениями в банковском регулировании, например, когда в определенный период меняются определения дефолтного счета. В этом случае AVT-разложение позволяет точнее оценить внешнее влияние, чем использование конкретных экономических переменных.

Эффекты винтажа являются отражением уникальных свойств группы кредитов. Пример Vintage функции приведен на рисунке 5.

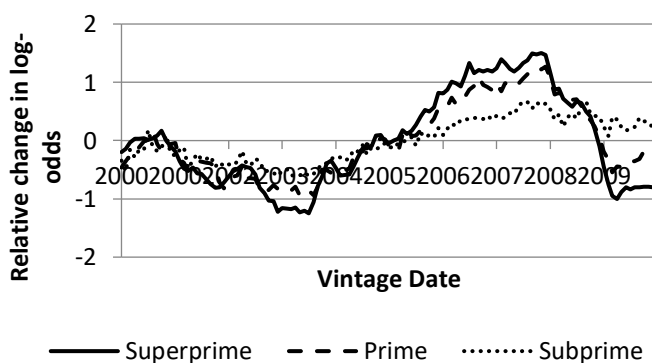


Рисунок 5. – Функции $G(v)$ по группам риска

На этом рисунке прослеживается, что после кризиса 2009-2010 года в США кредитополучателями стали более надежные клиенты.

Дальнейшее уточнение модели, происходит в замене винтажной функции различными скоринговыми факторами. Это позволяет строить эффективные индивидуальные прогнозы для кредитных счетов. При этом формула для PD принимает следующий вид

$$\log \log \left(\frac{p_i(a, v, t)}{1 - p_i(a, v, t)} \right) = \text{offset}(F(a) + H(t)) + c_0 + \sum_{j=1}^{n_s} c_j x_{ij}$$

Здесь через x_{ij} обозначены значения скоринговых факторов. Типичными примерами которых являются FICO скоринг, коэффициент «кредит/залог» (LTV), отношение долга к доходам (DTI) и др.

Оценка влияния скоринговых факторов может осуществляться при помощи различных методов машинного обучения. Достаточно широко в данной ситуации применяются логистическая регрессия, деревья решений, а также случайный лес и бустинг.

Список литературы

- [1] International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. – Basel Committee on Banking Supervision, 2004.
- [2] FASB Issues New Guidance on Accounting for Credit Losses". FASB press release. Financial Accounting Standards Board. 16 June 2016. Retrieved 14 March 2018.
- [3] Breeden, J.L. Living with CECL: Mortgage modeling alternatives / J.L. Breeden. – Middletown, 2018. – 203.

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR CREDIT RISK STRESS-TESTING

A.L. Yablonski

*Statistical analyst HiQo Solutions, Ltd,
Associate professor of the Department of
Functional Analysis and Analytical
Economics of the Belarusian State
University, PhD*

Department of Functional Analysis and Analytical Economic of the Belarusian State University, Republic of Belarus

HiQo Solutions, Ltd, Republic of Belarus

E-mail: aleh.yablonski@hiqo-solutions.com.

Abstract. The paper describes the use of AVT models for credit on the example of the loan portfolios of some US banks. Both external and internal shock effects can be investigated with such approach. Also the results can be interpreted quite easily.

Keywords: vintage analysis, AVT-model, credit risks, stress testing.

УДК 004.9:330

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ЭКОНОМИКЕ УЗБЕКИСТАНА



Б.Х. Маъмуров

*докторант научно-исследовательский центр
“Научные основы и проблемы развития
экономики Узбекистана» при Ташкентском
государственном экономическом
университете*

Научно-исследовательский центр “Научные основы и проблемы развития экономики Узбекистана» при Ташкентском государственном экономическом университете. Республика Узбекистан

E-mail: b_maturov@mail.ru

Б.Х. Маъмуров

Окончил Ташкентский университет информационных технологий. Проводит научные исследования развитие цифровой экономики в регионах. SPIN-код: 4134-2152

Аннотация. В данной статье описываются процессы цифровой трансформации. Очень важно определить направления развития, а также набор технологий, которые помогут в этом развитии. При этом предприятия должны провести инвентаризацию своих ресурсов, выделив те, которые требуют модернизации. На этом этапе может даже потребоваться пересмотр приоритетов в проектах с учетом новых бизнес-потребностей, а также выявление недостатков и пробелов, которые могут стать препятствием на пути цифровой трансформации. Этот процесс может вызвать множество трудностей, поскольку при традиционных моделях бизнеса должны знать только определенные системы, которые планировалось использовать ещё многие годы. Для успеха цифровой трансформации должны быть готовы к любым изменениям рабочих процессов, если эти изменения необходимы для повышения эффективности и продуктивности.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровая экономика, рыночная экономика, информация, стратегия цифровизации, информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), экономика Узбекистана.

Введение. Развитые страны мира характеризуются доминированием в экономике сферы услуг и появлением на их базе информационных технологий. Появление Интернета и снижение стоимости доступа в глобальную сеть стали настоящей информационной (цифровой) революцией, которая изменила жизнь человечества в целом, и экономику в частности. С переходом крупных мировых экономик к пятому технологическому укладу и началом формирования компонентов шестого, критически возрастает роль информации как фактора производства [1]. В связи с этим, конкурентоспособность региональной экономики сегодня во многом определяется уровнем ее информатизации [2]. Драйверами роста экономики Узбекистана, определяющими ее отраслевую структуру, являются высокотехнологичные отрасли, такие как разработка программного обеспечения, научно-исследовательская деятельность, а также в целом все наукоемкие производства, формирующие базис нового технологического уклада региональной экономики [3].

Если рассматривать экономику как высотную башню, состоящую из таких этажей, как аграрный, индустриальный докапиталистический, индустриальный капиталистический и

этаж экономики услуг, то цифровая экономика в ней является надстройкой. Цифровая экономика – это новый этаж в башне классической экономики. Она уверенно опирается на все предыдущие этажи. В свою очередь подчеркнем, что технологии цифровой экономики стремительно и неизбежно проникнут во все сферы и области традиционного хозяйствования. Результатом такого захвата будет повышение производительности труда; это поспособствует снижению издержек, что в конечном итоге скажется на изменениях на нижних этажах здания.

Материалы и методы. Эксперты подтверждают, что цифровая экономика положит конец доминированию офисных клерков и прочих работников сферы нематериального труда и ознаменует появление новой социальной прослойки. Ключевым фактором цифровой трансформации в деятельности субъектов рынка является развитие цифровой культуры [4]. С развитием информационных технологий в мире появился термин цифровизация. Этот термин впервые употребил канадский ученый Дон Тапскотт в книге «Электронно-цифровое общество: Плюсы и минусы эпохи сетевого интеллекта» в 1995 году [5]. В наши дни цифровизация охватила почти все сферы человечества. Она постепенно охватывает и экономику. Многие развитые страны на сегодняшний день оказывают большое влияние для развития цифровой экономики тем самым принимая новые законодательные акты и государственные программы, постепенно внедряя цифровизацию во все сферы экономики и создавая инфраструктуру для развития цифровой экономики. По определению Всемирного банка, в самом общем смысле, цифровая экономика представляет собой систему экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий.

Цифровая трансформация – это процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующий внесения коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг [6]. Для максимально эффективного использования новых технологий и их оперативного внедрения во все сферы деятельности человека предприятия должны отказаться от прежних устоев и полностью преобразовать процессы и модели работы.

Цифровая трансформация сейчас является популярной темой обсуждений среди технических специалистов, но на самом деле о ней говорят уже несколько десятилетий. Однако этот термин не всегда означал одно и то же. Долгое время под ним подразумевался перевод в цифровой формат или хранение в цифровом формате традиционных форм данных. Это тоже одно из направлений цифровой трансформации, однако в современном мире данное понятие гораздо шире, чем перевод в цифровой формат.

Когда предприятия осознали все возможности использования цифрованных данных, они стали разрабатывать процессы для этих целей. С этого момента цифровые технологии стали бурно развиваться, и способность быстро внедрять их напрямую определяет конкурентоспособность предприятий.

Согласно книге Э.Малецки и Б.Морисэт (2008) цифровая экономика – это повсеместное использование ИТ (аппаратного обеспечения, программного обеспечения, приложений и телекоммуникаций) во всех аспектах экономики, включая внутренние операции организаций (коммерческих, государственных и некоммерческих), таких как сделки между организациями; и сделки между физическими лицами, действующими в качестве потребителя, граждане или же организации [7]. Таким образом, проанализировав предварительные определения и основываясь на них, можно заключить, что цифровые технологии в некотором роде являются основой для цифровой экономики, которая охватывает все виды экономической деятельности с цифровой поддержкой и экономическую активность, вызванная миллиардами повседневных сетевых соединений и онлайн-подключений между людьми, предприятиями, устройствами, данными и процессами, которые возникают в результате использования Интернета, мобильных технологий и Интернета вещей (IoT).



Рисунок 1. – Обобщение определений цифровой экономики
* подготовлена на основе информации автором

Рисунок 1 иллюстрирует цифровое экономическое пространство, где составляющей является вся цифровая деятельность. Более узкое понимание цифровой экономики ограничивает её состав цифровыми услугами, гигантской экономикой, а цифровая экономика в более широком спектре (оцифрованная экономика) охватывает электронную коммерцию, экономику больших данных и др. Здесь под оцифровкой понимаются новые интеллектуальные цифровых сети, кардинально меняющие способы управления, оптимизация, совместное использование и развертывание торговли. Интеграция всех этих компонентов - цифровой сектор с цифровыми технологиями и цифровую деятельность с бизнес-моделью формирует цифровое экономическое пространство.

Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) привело к расширению той части экономики, которую стало модно называть цифровой [8]. Цифровая экономика – это система экономических отношений, основанных на использовании ИКТ, или, скорее, деятельность, связанная с электронной коммерцией, то есть осуществлением коммерческих операций в онлайн-режиме, когда товары и услуги предоставляются с помощью электронных устройств в сети Интернет и оплачиваются посредством электронных платежей. По мере развития данных технологий объемы цифровой экономики будут расти в связи с расширением спектра товаров и услуг, которые предлагаются в электронном виде.

В соответствии с Законом Республики Узбекистан «Об электронной коммерции» электронной коммерцией является купля-продажа товаров (работ, услуг), осуществляемая в соответствии с договором, заключаемым с использованием информационных систем [9]. Покупателем товаров (работ, услуг) в электронной коммерции может быть юридическое или физическое лицо, а продавцом только юридическое лицо или индивидуальный предприниматель.

9 января 2018 года на совещании, посвященном результативности мер, принимаемых для развития ИКТ, и обеспечению информационной безопасности глава государства поручил

снизить цены на доступ в интернет и резко увеличить скорость подключения минимум в 4 раза, доведя ее к 2020 году до уровня стран СНГ. В настоящее время скорость интернет-подключения в странах СНГ в 10 раз выше, чем в Узбекистане. В 2017 году общая скорость интернет-соединения для провайдеров составила 65,7 Гбит/с (в 2016 году – 26,3 Гбит/с) [10].

Несмотря на то, что количество пользователей интернета в нашей стране достигло 20 миллионов человек, большая часть из них использует его только для переписки через Telegram. В прошлом году количество пользователей мобильной связи в стране увеличилось на 7 % и достигло 22,8 млн. человек. Были приведены данные о том, что в индексе информационно коммуникационного развития среди 176 стран Узбекистан занимает 95-е место и доля информационных технологий в ВВП страны составляет всего 2,2 %. Для сравнения: в Южной Корее – 9 %, Японии – 5,5 %, Китае и Индии – 4,7 %, а если учитывать, что ВВП указанных стран превышает триллион долларов, то в денежном выражении разница будет исчисляться в десятки раз.

Кроме этого, Президент Узбекистана поручил разработать Стратегию дальнейшего развития системы «Электронное правительство» на 2018-2021 годы с учетом международного опыта и тенденций развития современных ИКТ, которая будет включать, в частности, следующие направления [11]:

- совершенствование системы «Электронное правительство» в областях путем полноценного внедрения информационной системы «Худуд»;

- дальнейшее совершенствование информационной системы Единого электронного списка избирателей и его внедрение по всей республике;

- внедрение в Центрах госуслуг порядка оказания дополнительно 50 видов госуслуг юридическим и физическим лицам по принципу «единое окно»;

- эффективная реализация проектов «Умный город» и «Безопасный город» по внедрению в городах и регионах интеллектуальных систем наблюдения и мониторинга в общественных местах, обработки «больших данных» и внедрения «интернета вещей»;

- совершенствование системы «Электронное правительство» в области здравоохранения, предусматривающей создание электронных медицинских карт, переход деятельности медучреждений в электронный формат, онлайн-консультирование пациентов.

19 февраля 2018 года вышел Указ Президента Узбекистана «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций» [8], в котором Министерству по развитию информационных технологий и коммуникаций, в числе других задач и направлений деятельности, поручено обеспечить стимулирование роста цифровой экономики, в том числе за счет внедрения комплексных автоматизированных систем управления на производстве и создания благоприятных условий для развития электронной коммерции.

В республике уже созданы комплексные информационные системы по предоставлению интерактивных услуг в сфере госзакупок – «Харид», налогообложения – «Солик», лицензирования и разрешительных процедур – «Лицензия», по таможенному оформлению грузов – «Божхона», для обеспечения сбора, обработки, систематизации и хранения информации о планировании, ходе исполнения госбюджета – «Бюджет». В стадии разработки и внедрения находятся системы «Нафака» – пенсионного обеспечения, «Галим» – образования, «Коммунал» – коммунального хозяйства, «Адлия» – по сбору, обработке, систематизации и хранению информации о деятельности судов, их решениях, исполнении решений судов, а также информации о деятельности нотариата, «Давлат бошкарuvi» – по обеспечению сводной статистической информацией госорганов [11].

В настоящее время начата разработка госпрограммы по развитию информационных технологий и коммуникаций на долгосрочную перспективу. С учетом глобальных тенденций в цифровой экономике в республике будут осваиваться новые направления, такие как Big Data

(«большие данные»), «облачные» вычисления, робототехника и искусственный интеллект. В рамках создания необходимой инфраструктуры для развития ИКТ на территории республики в 2017 году проложено 2300 км оптико-волоконных линий связи, более 700 предприятий зарегистрированы в качестве производителей программных продуктов.

Вхождение цифровой экономики в нашу повседневную жизнь можно будет ощутить также в ходе реализации разрабатываемых в настоящее время проектов по внедрению современных приборов учета расхода потребляемых населением коммунальных услуг, например, электроэнергии, газа, которые будут работать по принципу предоплаты и автоматического отключения их подачи при отсутствии средств. Потребители будут иметь возможность осуществлять оплату в онлайн-режиме, что переведет в электронную форму взаимоотношения потребителя и поставщика указанных услуг, которые в масштабах республики занимают определенный сегмент экономики, трансформируя ее, тем самым, в цифровой формат.

Внедрение ИКТ и программных продуктов в технологические процессы, связанные с предоставлением товаров и услуг, может приводить к полному или частичному охвату процесса обмена товарами и услугами в онлайн-режиме. Например, покупка электронных книг, игр, получение консультаций, дистанционное обучение может происходить в онлайн-режиме, в то время как выбор и оплата товаров в интернет-магазинах происходит в онлайн-режиме, а доставка – в реальном.

Развитие сферы ИКТ и их внедрение в экономические взаимоотношения между поставщиками и потребителями товаров и услуг и, соответственно, рост доли цифровой экономики существенно зависят от наличия в стране должного уровня инфраструктуры и внедрения передовых технологий, связанных с интернетом. При этом одними из важных показателей степени технологической развитости страны являются скорость интернета и его доступность, в том числе по цене, для потребителей. Как известно, скорость интернета показывает, сколько единиц информации в секунду мы можем получить на используемое нами устройство, и чем она выше, тем быстрее идет обмен информацией и, следовательно, быстрее завершаются операции для выполнения тех или иных действий. Учитывая, что в бизнесе «время – деньги», то чем выше скорость интернета, тем больше экономии времени на выполнение различных операций, особенно в бизнесе, полностью или частично работающим в онлайн-режиме.

Результаты. Цифровая экономика – это не отдельная отрасль, которая может развиваться сама по себе, это, скорее, возможность создавать качественно новые инновационные модели бизнеса, торговли, логистики, производства, изменять формат образования, здравоохранения, госуправления, коммуникации между людьми и задавать новые тренды развития государства, экономики и всего общества. При этом базой для цифровой экономики, которая в значительной степени является виртуальной, является индустриальное развитие страны.

Цифровизация экономики может приводить к увеличению производительности и конкурентоспособности не меньше, чем создание технологических инноваций как таковых. Это значит, что у развивающихся стран, в том числе у Узбекистана, имеется возможность для нелинейного рывка в росте производительности труда, если они будут ориентироваться на широкую информатизацию общества и эффективное внедрение в бизнес – процессы уже существующих в мире ИКТ, а не только на создание собственных прорывных технологий на отдельных направлениях.

Цифровые инструменты, как правило, различаются интерфейсом, функциям и приемами их использования. Нельзя предполагать, что сотрудники самостоятельно смогут использовать необходимые навыки из своего предыдущего опыта работы с аналогичными платформами. Обучение и постоянная поддержка является важной и неотъемлемой частью цифровой миграции и внедрения. Которые привыкли тратить массу времени на

непосредственное общение с клиентами, теперь буду тратить его на компьютеры и использовать другие способы коммуникаций, которые коренным образом меняют культуру рабочего места: совместная работа, самообслуживание, прозрачность и т.д. При этом естественное человеческое неприятие перемен является проблемой.

«Нам необходимо разработать Национальную концепцию цифровой экономики, которая предусматривает обновление всех секторов экономики на цифровой основе. В связи с этим нам необходимо реализовать программу «Цифровой Узбекистан – 2030». Цифровая экономика увеличит ВВП как минимум на 30 процентов, и значительно сократит коррупцию. Анализы авторитетных международных организаций также подтверждают это. Поэтому необходимо проводить цифровую трансформацию в экономике, развивать национальные информационные технологии и привлекать инвестиции» [12] сказал Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев.

Заключение. Проблема цифровой трансформации в культурном отношении заключается в переосмыслении своей роли. Тот, кто когда-то занимался просто вводом данных, теперь может стать более ценным в качестве аналитика.

Успешная цифровая трансформация требует обратить повышенное внимание на безопасность. Некоторые из крупнейших мировых компаний стали жертвами кибератак. IP (ай-пи), личная информация и финансы постоянно находятся под угрозой. В контенте цифрового мира корпоративных сетей прошлого больше не существует. Безопасность должна быть встроена непосредственно во все приложения.

Список литературы

- [1.] Савина Т.Н. Цифровая экономика как новая парадигма развития: вызовы, возможности и перспективы // Финансы и кредит, 2018. № 3 (771).
- [2.] Паньшин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации, 2016. Т. 3. № 157.
- [3.] Курпаяниди К.И., Ашуров М.С. Ўзбекистонда тадбиркорлик мухитининг замонавий ҳолати ва уни самарали ривожлантириш муаммоларини баҳолаш // GlobeEdit Academic Publishing, European Union, 2019.
- [4.] Ходиев Б.Ю. Узбекистан: построение «цифровой экономики» // Российский внешнеэкономический вестник, 2017. № 12. С. 5-12.
- [5.] Тапскотт Дон. Электронно-цифровое общество: Плюсы и минусы эпохи сетевого интеллекта - Киев: ITN Пресс, 1999.
- [6.] The Digital Transformation Playbook: Rethink Your Business for the Digital Age. David L. Rogers. Columbia Business School Publishing. Hardcover – April 26, 2016
- [7.] E. Malecki and B. Moriset, 2008, The digital economy: Business organization, production processes, and regional developments
- [8.] Сексенбаев К., Султанова Б. К., Кисина М. К. Информационные технологии в развитии современного информационного общества // Молодой ученый. 2015. №24. С. 191-194. – URL <https://moluch.ru/archive/104/24209/>
- [9.] <http://www.stat.uz>
- [10.] <http://www.review.uz/uz/post/trendi/cifrova-a-transformacia-ekonomiki-predstoituzbekistanu>

DIGITAL TRANSFORMATION IN THE ECONOMY OF UZBEKISTAN

B.H. Mamurov

Doctorant, Research Center “Scientific Foundations and Problems of Development of the Economy of Uzbekistan” at Tashkent State University of Economics

*Research Center “Scientific Foundations and Problems of Development of the Economy of Uzbekistan” at Tashkent State University of Economics. The Republic of Uzbekistan
E-mail: b_mamurov@mail.ru*

B.H. Mamurov

He graduated from Tashkent University of Information Technology. Doctoral student, Research Center “Scientific Foundations and Problems of Development of the Economy of Uzbekistan” at Tashkent State University of Economics. Conducts research on the development of the digital economy in the regions. SPIN-code: 4134-2152

Abstract. This article describes the processes of digital transformation. It is very important to determine the direction of development, as well as a set of technologies that will help in this development. At the same time, enterprises must take an inventory of their resources, highlighting those that require modernization. At this stage, it may even be necessary to review the priorities in projects taking into account new business needs, as well as identify shortcomings and gaps that may become an obstacle to digital transformation. This process can cause many difficulties, because with traditional business models, only certain systems that were planned to be used for many years should be known. For success, digital transformation must be prepared for any changes in workflows, if these changes are necessary to increase efficiency and productivity.

Keywords: digital transformation, digital economy, market economy, information, digitalization strategy, information and communication technologies (ICT), economy of Uzbekistan.

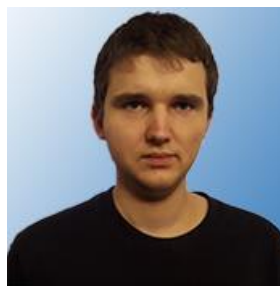
УДК 004.896 + 004.428

ТЕХНОЛОГИИ NARROW AI В СЛОЕ ЗОНДИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ



Т.А. Радишевская¹

Старший преподаватель кафедры
финансового менеджмента и
информатизации здравоохранения
БелМАПО



Д.В. Радишевский²

Инженер-программист УП «НТПЦ
Белкоммунмаш»

¹ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», Республика Беларусь, E-mail: rta1504@mail.ru

²УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Республика Беларусь

Т.А. Радишевская

Окончила БГУИР с присвоением квалификации «инженер-системотехник». Аспирант УО «Белорусская государственная академия связи». Область научных интересов: нейронные сети, генетические алгоритмы.

Д.В. Радишевский

Окончил БГУИР с присвоением квалификации «инженер-системотехник». Магистрант кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР.

Аннотация. В работе описывается двухуровневая архитектура слоя зондирования Промышленного Интернета Вещей, базирующаяся на технологиях Narrow AI. Нижний уровень слоя зондирования реализует функции детектора аномалий в признаках состояний оборудования, в то время как более высокий уровень реализует нейро-нечеткий классификатор предаварийных состояний оборудования на техногенных объектах. Композиция уровней создает узкий периферийный интеллект, позволяющий снизить нагрузку на сеть.

Ключевые слова: слой зондирования, Промышленный Интернет Вещей, узкий искусственный интеллект, детектор аномалий, нейро-нечеткий классификатор

Введение. Большинство поставщиков современных IoT-платформ [1] предлагают их как чисто программные комплексы, поддерживающие интеллектуальный анализ информации с использованием различных инструментов Big Data - агрегирование и фильтрация потоков данных (например, Storm, Samza), пакетная аналитика с уже накопленным набором данных (например, Hadoop, Spark), интерактивная аналитика данных как многократный анализ как потоковых, так и пакетных данных (Spark, MLLIB и т. д), и другие методы аналитики, основанные на различных способах статистического и машинного обучения. При этом упускается из виду тот факт, что IoT-платформа наряду с аналитикой в первую очередь предназначена для подключения Интернета Вещей (датчиков, контроллеров и других устройств) к облаку и удаленного доступа к ним.

Обеспечить аналитику в реальном времени можно только путем «бесшовной» интеграции в единый комплекс различных аппаратных средств, использующих чаще всего различные протоколы связи. Такая интеграция должна производиться как можно ближе к источникам данных, на периферии Интернета Вещей или, другими словами, в слое

зондирования Интернета Вещей. К слою зондирования необходимо отнести как минимум три из восьми обязательных компонентов полноценной IoT-платформы, определяемых специалистами IoT Analytics GmbH [2].

Это компоненты, максимально приближенные к датчикам и исполнительным устройствам Интернета Вещей:

- компонент «Связь и нормализация» («*Connectivity & normalization*») должен обеспечивать приведение различных протоколов и различных форматов данных к одному программному интерфейсу при гарантированной потоковой передаче данных и обеспечении взаимодействия всех оконечных устройств;

- компонент «Управление устройствами» («*Device management*») должен обеспечивать стабильную работу оконечных устройств, «бесшовное» их конфигурирование и обновление программных приложений на устройствах и пограничных шлюзах;

- компонент «Обработка и управление действиями» («*Processing & action management*») должен обеспечить мониторинг текущего/прогнозирование будущего состояния оконечных устройств на основании потоковых данных и выработку команд для изменения состояния устройств.

Требования к интеллектуализации этих компонентов значительно повышаются при применении Интернета Вещей в Промышленном Интернете Вещей (Industrial Internet of Things - IIoT), модель которого проработана в рамках немецкой концепции Индустрии 4.0 (Industry 4.0). Эффективность решений и приложений IIoT обеспечивается повышением эффективности операционных технологий промышленного предприятия за счет применения интеллектуальных датчиков (Sensors), исполнительных устройств (Actuators) и обработке данных на месте их создания, то есть на границе IIoT.

Сервис-ориентированная архитектура Промышленного Интернета Вещей. Начало 21 века было ознаменовано приходом 4-й промышленной революции. Произошедшая трансформация Индустрии 3.0 в Индустрию 4.0 показана на рисунке 1.

Если 3-ю промышленную революцию обычно связывают с внедрением ЭВМ в промышленное производство, то 4-ю промышленную революцию следует связать с фазовым переходом (скачком) в развитии сетей передачи данных, или, если быть более точным, в появлении всепроникающих мультисервисных сетей. Определение «всепроникающая сенсорная сеть» (ubiquitous Networks) [3] не описывает определенную технологию поколения FGN (Future Generation Network), а подчеркивает силу фактора постоянно появляющихся новых технологий и регламентирующих их документов.

В левой части рисунка 1 показана типовая пирамида автоматизации Индустрии 3.0 с датчиками и исполнительными устройствами на нижнем уровне, ПЛК и панелями оператора на втором уровне, выше располагаются коммутаторы/шлюзы, рабочие станции с программным обеспечением диспетчеризации и управления технологическим процессом (SCADA) и автоматизированного управления производством (MES). На самом верху применяется системы планирования ресурсов предприятия (ERP), реализованные на базе серверов и дата-центров. Все элементы пирамиды автоматизации, как аппаратные, так и программные, однозначно относятся к одному и только одному из ее уровней и не могут быть отнесены к какому-либо другому.

В концепции Индустрии 4.0 пирамида автоматизации исчезает, вернее она переворачивается, а традиционное для Индустрии 3-го поколения деление на уровни (Level) производства преобразуется в понимание важности слоев (Layer) производства, характерное для киберфизических систем. Датчики и исполнительные устройства остаются, однако они становятся частью киберфизических систем, получают возможность автономного функционирования, многоточечного межмашинного взаимодействия, и, возможно, интеллектуального управления с элементами искусственного интеллекта.

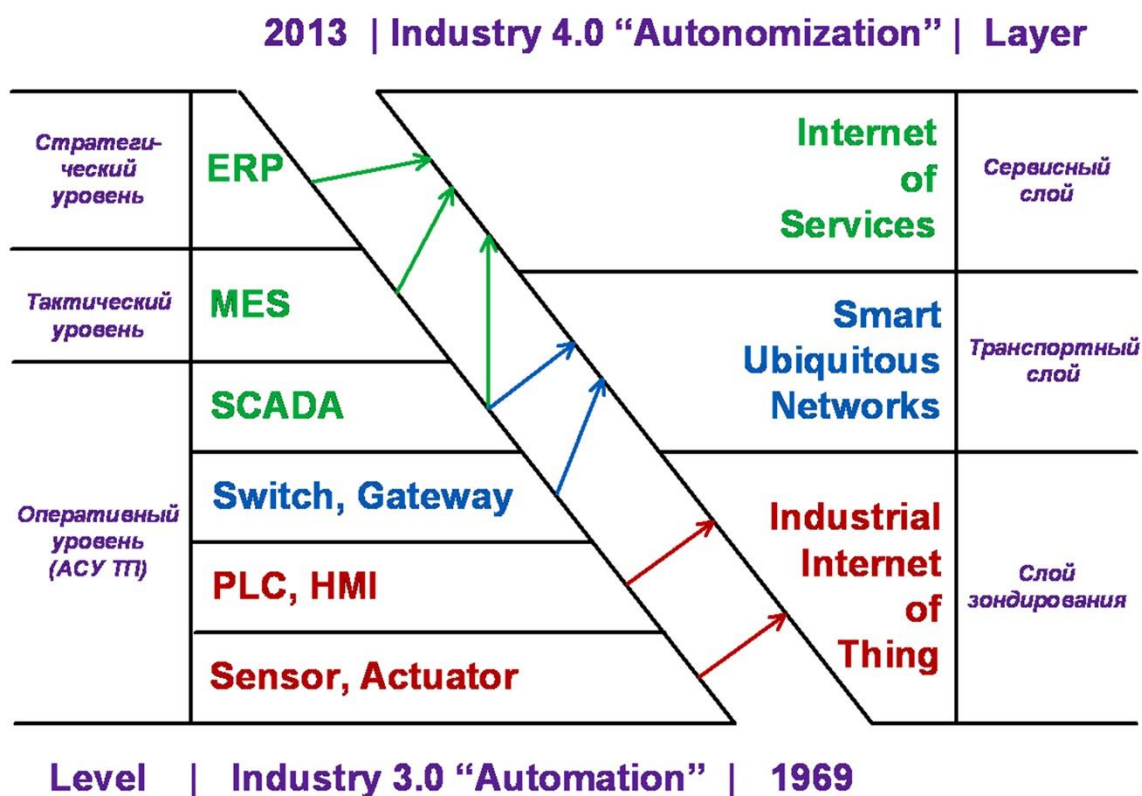


Рисунок 1. – Трансформация Индустрии 3.0 в Индустрию 4.0

Архитектура Индустрии 4.0. становится сервис-ориентированной (SOA) и становится ключевой технологией интеграции гетерогенных систем или устройств. Различные авторы выделяют различное количество слоев Индустрии 4.0 и дают им различные наименования [4], однако чаще всего используется определение слоя как объекта, не имеющий четкой границы в силу того, что киберфизическая система может одновременно принадлежать к нескольким слоям.

В сервисном слое создаются сервисы и осуществляется управление ими. В сервисный слой должны обязательно входить компоненты IoT-платформы [2] «База данных» («Database»), «Аналитика» («Analytics»), «Визуализация» («Visualization»). Сервисный слой опирается на технологию связующего (middleware) программного обеспечения, которое обеспечивает функциональные возможности для интеграции сервисов и приложений в сфере IoT. Сервисный слой может также предоставить интерфейсы прикладного программирования (API), наборы средств разработки (SDK), шлюзы и/или протоколы для поддержки необходимых сервисов и приложений пользователей в компоненте «Дополнительные инструменты» («Additional tools»). Функции взаимодействия между пользователями и со сторонними приложениями в сервисном слое выделяются как отдельный компонент «Внешние интерфейсы» («External interfaces») или могут быть выделены в отдельный, интерфейсный слой.

Транспортный слой обеспечивает базовую сетевую поддержку и передачу данных по беспроводной или проводной сети с шифрованием или без него.

Слой зондирования. Слой зондирования должен быть интегрирован с существующими аппаратными средствами (RFID, датчиками, исполнительными механизмами и т.д.), для того чтобы распознавать/контролировать физический мир и собирать соответствующие данные. В случае промышленного Интернета вещей и концепции Индустрии 4.0 это безусловно подразумевает обработку больших объемов данных (Big Data) [5-8]. Big Data – это

совокупность методов, средств и подходов к обработке больших объемов неструктурированных данных, поступающих с большой скоростью. В англоязычной литературе эти характеристики почти всегда обозначают как «три V»: Volume – объем данных, Velocity – скорость прироста данных, Variety – разнообразие типов данных, как структурированных, так и неструктурированных. Если хотя бы одно из трех V принимает значение большее, чем общепринятая экспертная оценка, то данные следует признать большими. Дополнительно нужно указать, что крайне важна также достоверность (наличие удостоверяющей служебной информации) и ценность (степень влияния на принятие решения) данных.

Одной из наблюдаемых тенденций последних лет стало понимание того, что технологии Big Data не обязательно требуют «подъема» всех данных в самый верхний слой, а допускают «свертку» этих данных для получения интегральных критериев состояния производства. Например, если на объекте за один период опроса генерируется 1000 тегов (в терминологии SCADA-систем), то по экспертным оценкам для оценки состояния/поведения технического объекта достаточно передать «наверх» 50-75 тегов, то есть менее 10%. Если трафик идет по открытым каналам связи, то это сказывается и на биллинге.

Термин узкий искусственный интеллект (узкий ИИ или Narrow AI) [9] используется для описания систем искусственного интеллекта, предназначенных для решения единственной задачи при наличии различного рода ограничений. В этом состоит его основное отличие от сильного ИИ (Strong AI), который способен решать несколько круг задач, возможно относящихся даже к различным видам деятельности. В качестве примера Narrow AI часто приводят Siri от Apple, алгоритм которой переносит функции машинного обучения (Machine Learning, ML) на мобильную платформу iPhone.

Такая концепция искусственного интеллекта может являться основой нейронных сетей, подражающих чувствам или сознанию. Narrow AI – это программа или система, которая способна выполнять конкретную задачу или набор задач без участия человека, например, это может быть промышленная видеокамера с нейросетевой системой распознавания аварий или система управления автономным транспортным средством. Однако его применение в сфере управления сложными исполнительными механизмами недопустимо. В слое зондирования промышленного Интернета Вещей Narrow AI может быть эффективно использован при анализе данных телеметрии от датчиков и исполнительных устройств в реальном времени.

Использование методов ML для обнаружения предаварийных состояний в работе оборудования (предсказания его отказов) на промышленных предприятиях в большинстве случаев сводится к задаче поиска аномалий в работе оборудования, например, при анализе аномалий в работе электрических двигателей, оснащенных частотными преобразователями [10]. Таким образом можно заменить диспетчера, который обязательно присутствует в традиционной SCADA-системе, и который кроме визуального контроля объекта по его мнемосхеме должен оценивать показатели телеметрии оборудования на предмет их оценки на соответствие показателям системы, функционирующей в штатном режиме.

Однако в IoT, когда число таких показателей лавинообразно увеличивается на один, два, а то и три порядка, диспетчерский контроль даст сбой и будет просто не оптимальным, так как эти показатели могут принимать различные значения и иметь различные траектории (тренды) в течении длительного времени. Расширение штатного состава диспетчеров приведет к увеличению сложности эргатической системы в целом и, соответственно, снижению ее надежности.

Пороговый контроль значений показателей телеметрии (например, верхняя и нижняя граница значения) так-же не является адекватным решением и приводит к отправке ложных уведомлений об отказах и авариях. Перспективным представляется использование методов машинного обучения, основанных на алгоритмах, обученных на данных, собранных в процессе штатной работы контролируемого объекта. Для этого в трендах телеметрии

необходимо выявлять отклонения (аномалии) и на основании этих данных сконструировать алгоритм, позволяющий присвоить каждому показателю признак IsAnomaly, где значение 0 означает «норма», а 1 – «отклонение». Фактически оборудование IoT должно подать диспетчеру сигнал «Что-то пошло не так!», причем для простых систем диспетчером может выступать управляющая программа более высокого уровня, а для сложных и ответственных систем диспетчер может одновременно выступать лицом, принимающим решение (ЛПР). Чаще всего аномалиями считают пики/провалы и восходящие/нисходящие тренды с несколькими порогами скорости изменения.

В [10] рассмотрены три варианта реализации архитектуры решения для обнаружения аномалий в работе оборудования:

- с использованием только облачного сервиса для анализа данных на примере Azure Stream Analytics. Почти в 100% случаев такой вариант для IoT невозможен из соображений безопасности;

- гибридный сценарий, при котором облачные сервисы выполняются в инфраструктуре заказчика, то есть ближе к источникам данных, на стороне устройств. Для его реализации необходимо наличие IoT-шлюза на базе свободно распространяемой платформы с открытым исходным кодом. Частотный преобразователь АBB ACS 580 опрашивался IoT-шлюзом HPE GL 20 IoT по протоколу Modbus TCP, на котором было установлено программное обеспечение Azure IoT Edge под управлением операционной системы CentOS 7.1. В реальных условиях один IoT-шлюз может опрашивать и анализировать телеметрию нескольких десятков частотных преобразователей в квазиреальном времени. Однако при таком сценарии для критичных приложений сложно выдержать режим «жесткого» реального времени;

- полностью собственная реализация сервисов в слое зондирования, например, если мы хотим учитывать не только аномалии в изменении каждого параметра в отдельности, но и зависимость нескольких параметров друг от друга. Обучение собственных моделей требует значительных вычислительных ресурсов и проводится на основе большого объема исторической телеметрии. Таким образом, для обучения моделей можно применять облако - как ресурс с неограниченными вычислительными возможностями, которые можно использовать, а потом отказаться от них.

Narrow AI в слое зондирования IoT. Из эталонных (референсных) шаблонов архитектуры IoT [11, 12] для разработки архитектуры слоя зондирования промышленного Интернета Вещей наиболее подходящей представляется модификация архитектуры, которая определяет устройство Edge Gateway/Hub как единую точку сопряжения между LAN и WAN. Белая книга IEC [13] в рамках концепции периферийных вычислений (Edge Computing) также описывает вариант подобной архитектуры на границе экосистемы IoT с элементами Edge Intelligence, расширяющими понятие Edge Computing за счет применения ML и расширения коммуникационных возможностей Edge Gateway.

Авторами предложена архитектура слоя зондирования для распределенных телекоммуникационных систем уровня Индустрии 4.0 (РТКС 4.0), определяемая как профиль IoT, базирующейся на устройствах Edge Hub, Edge Gateway, Sensing Gateway, использующий в качестве протокола уровня полевой шины MODBUS RTU и протокол MQTT для передачи данных в облачные сервисы (например, Node-RED). РТКС 4.0 предусматривает перенос обработки данных с высокой скоростью их прироста в слой зондирования IoT путем двухуровневой обработки показателей телеметрии в реальном времени. На низовом (первичном) уровне производится детектирование аномалий ресурсами устройств Sensing Gateway с использованием средств Narrow AI, а на вторичном уровне производится классификация состояний оборудования (возможно, предаварийных) устройствами Edge Hub с использованием классификаторов, основанных на математическом аппарате нечетких множеств.

Архитектура слоя зондирования для РТКС 4.0 приведена на рисунке 2.

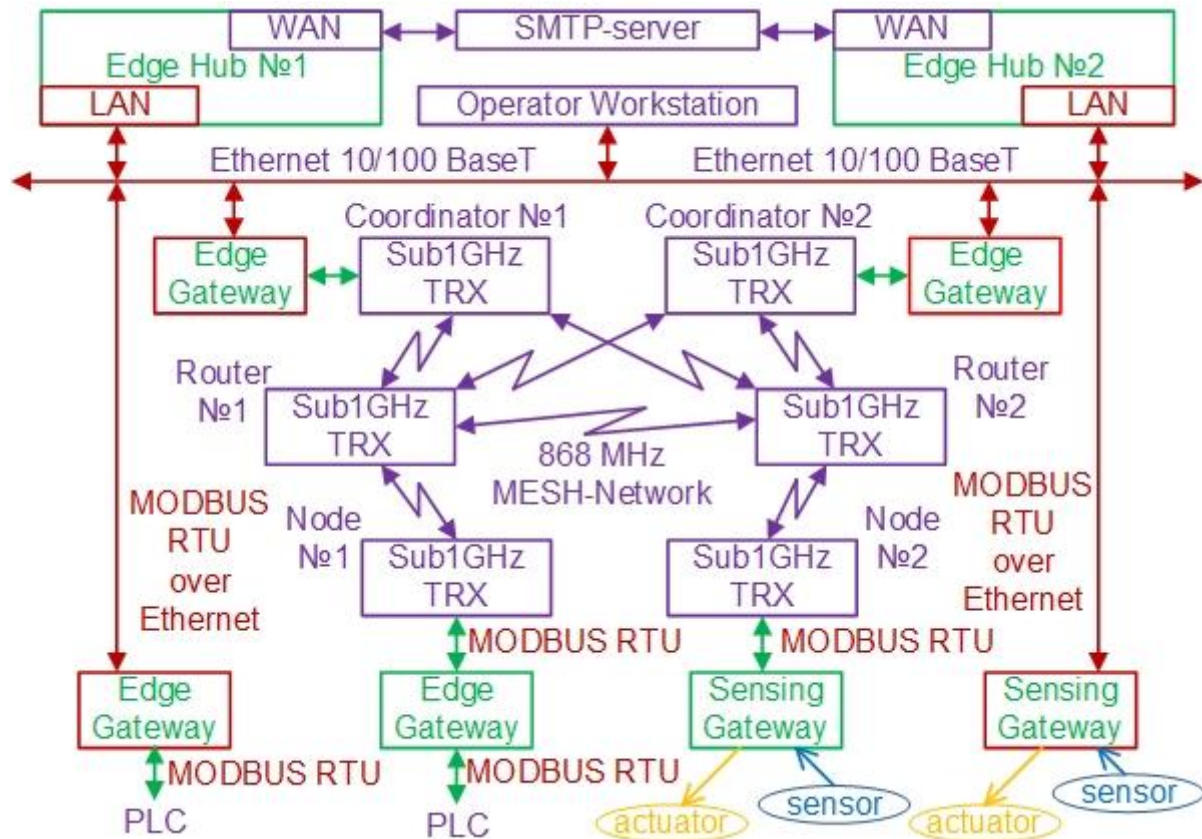


Рисунок 2. – Архитектура слоя зондирования для РТКС 4.0.

Задачей организованного таким образом периферийного интеллекта (Edge Intelligence) является повышение производительности и надежности инфраструктуры IoT, а также снижение затрат на ее содержание. Последнее связано с тем, что данные обрабатываются устройствами с использованием технологии Narrow AI без участия человека, их не требуется перемещать для обработки в облако и обратно, что в итоге уменьшает нагрузку на сеть, увеличивает ее пропускную возможность и сокращает время ожидания запросов (латентность сети) [14]. В облаке собираются и обрабатываются только достоверные и ценные данные, предварительно прошедшие классификацию (фильтрацию и отбор) на низовых уровнях датчиков/сенсоров и обслуживающих их устройств. В предложенной архитектуре Edge Gateway является чисто коммуникационным шлюзом и выполняет функции концентратора данных MODBUS и/или маршрутизатора интерфейсов MODBUS.

Нижний уровень детектирования аномалий реализован на устройствах Sensing Gateway, в качестве вычислительного ядра которых выбран микроконтроллер семейства STM32F7 [15], основанный на процессорном ядре ARM Cortex-M7 с производительностью 2,14 DMIPS/МГц, работающем на частотах до 216 МГц (пиковая производительность до 462 DMIPS) и увеличенным объемом ОЗУ до 320 кбайт.

Программное обеспечение для Sensing Gateway разработано с использованием бесплатного программного обеспечения для STM32F7 от STMicroelectronics, в том числе:

STM32CubeF7 – библиотеки, описывающие аппаратный уровень Hardware Abstraction Layer, содержащие примеры, шаблоны, а также компоненты более высокого уровня абстракции (например, реализацию операционной системы реального времени FreeRTOS, TCP/IP стека LwIP);

STM32CubeMX – конфигуратор встроенной периферии микроконтроллера и генератор кода инициализации контроллера;

STM32Cube.AI – пакет расширения для STM32CubeMX, позволяющий встраивать и использовать нейронные сети на микроконтроллерах STM32. Установленное расширение позволяет автоматически преобразовывать нейронные сети, предварительно обученные в популярных нейросетевых библиотеках Keras, Lasagne, Caffe, ConvNetJS или Tensorflow Lite, в оптимизированную библиотеку для STM32 с последующей интеграцией сгенерированной библиотеки в проект пользователя. В составе STM32Cube.AI предлагается несколько способов проверки точности работы модели нейронной сети как на ПК, так и на самом микроконтроллере, а также имеются средства измерения производительности работы модели на STM32 без написания дополнительного кода.

Программное обеспечение для Sensing Gateway оформлено в виде программного комплекса «Библиотека управляющих программ «Sensing Edge»», который включает в себя:

- код инициализации периферии микроконтроллеров семейства STM32F7;
- программный драйвер протокола MODBUS RTU для обмена с управляющими устройствами Edge Hub по интерфейсу RS-485. На рисунке 1 показана организация ячеистой сети (MESH-Network) для организации доступа к территориально распределенным объектам по радиоканалу в диапазоне 868 МГц. Для организации радиосети используются радиотерминалы Sub1GHz TRX модели «Zeta 8» или аналогичные;
- программный драйвер протокола MODBUS RTU over Ethernet для обмена с управляющими устройствами Edge Hub по интерфейсу ЛВС предприятия. На каждом из Edge Gateway с интерфейсом Ethernet выделяются порты TCP/IP с различными номерами для независимой обработки запросов от двух экземпляра устройств Edge Hub, работающих в режиме «ведущий- ведомый».

Устройства Edge Hub резервируют друг друга (однако они логически равно-приоритетны) и не допускают одновременного использования координаторов (Coordinator №1 и Coordinator №2) ячеистой сети. Таким способом создается единая точка агрегации и управления для объекта IIoT в целом. Технически Edge Hub представляет собой двухпортовое устройство, обеспечивающее изолированное прямое взаимодействие с сетями WAN и LAN, причем протокол взаимодействия с cloud service является стандартным (MQTT), а в сети LAN поддерживаются протоколы PLC различных производителей, проприетарный протокол визуализации для отображения мнемосхем на рабочих станциях диспетчеров (operator workstation – до 3-х штук), а также протокол MODBUS RTU over Ethernet для связи с Edge Gateway и Sensing Gateway.

Edge Hub производит классификацию состояний оборудования (возможно, предаварийных) на основе обработки признаков состояния с помощью математического аппарата нечетких множеств и математической модели искусственной нейронной сети. Нейронная сеть прямого распространения реализована в виде программного комплекса «Библиотека управляющих программ «Edge Hub»» в бесплатной среде разработки EasyBuilder Pro [16].

В качестве аппаратной платформы Edge Hub выбран сервер cMT-SVR-100 тайваньской компании Weintek Labs, поддерживающий инновационную архитектуру «облачного» человеко-машинного интерфейса Cloud HMI.

Список литературы

- [1] Портал ассоциации интернета вещей. IoT платформа. [Электронный ресурс]. -Санкт-Петербург, 2020. - Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/iot-platforma> .-Дата доступа 07.02.2020.
- [2] IoT Analytics GmbH. 5 things to know about the IoT Platform ecosystem. [Electronic resource]. - Hamburg, Germany, 2020. - Access mode : <https://iot-analytics.com/5-things-know-about-iot-platform/> .- Access date 07.02.2020.
- [3] Гольдштейн Б. С., Кучерявый А. Е. Сети связи пост-NGN. –Спб.: БХВ-Петербург, 2013. – 160 с.: ил.

[4] Журнал Control Engineering Россия профессиональное научно-техническое издание. «Интернет вещей» в промышленности: обзор ключевых технологий и трендов. [Электронный ресурс]. -Санкт-Петербург, 2020. -Режим доступа : <https://controlengrussia.com/internet-veshhej/klyuchevy-h-tehnologij/> .- Дата доступа 07.02.2020.

[5] Жирков А., Попов М. Исследование средств для работы с BigData в промышленности // Современные технологии автоматизации. -2017. - № 2.

[6] Лопухов И. Коммуникационные технологии умного предприятия в рамках концепции Индустрия 4.0 и Интернета вещей // Современные технологии автоматизации. -2015. - № 2.

[7] Солдатов С. Технология BigData – расширение возможностей АСУ ТП // Современные технологии автоматизации. -2017. - № 2.

[8] Швецов Д. Условия и факторы неоиндустриального развития и их влияние на мировую экономику // Современные технологии автоматизации. -2017. - № 3.

[9] Narrow AI. [Electronic resource]. -San Francisco Bay Area, 2019 Mode of access: <https://deeprai.org/machine-learning-glossary-and-terms/narrow-ai> - Date of access: 13.02.2020.

[10] Профессиональное научно-техническое издание Control Engineering Россия [Электронный ресурс]. -Москва, 2020. -Режим доступа <https://controlengrussia.com/internet-veshhej/ml-iot/>. -Дата доступа 13.02.2020.

[11] Москаленко Т.А., Киричек Р.В., Бородин А.С. Архитектуры промышленного Интернета Вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 4. С. 49-56.

[12] The Industrial Internet of Things. Volume G1: Reference Architecture. [Electronic resource]. Mode of access: www.iicinsortium.org/IIC_PUB_G1_V1.80_2017-01-31.pdf. - Date of access: 12.09.2019.

[13] IEC White Paper. Edge intelligence. [Electronic resource]. Mode of access: www.iec.ch/whitepaper/pdf/IEC_WP_Edge_Intelligence.pdf. - Date of access: 12.09.2019.

[14] Портал искусственный интеллект/ ит новости. Периферийные и туманные вычисления: смена парадигмы ИТ. [Электронный ресурс]. -Режим доступа: http://ai-news.ru/2018/10/periferijnye_i_tumannye_vychisleniya_smena_paradigmy_it.html. -Дата доступа 07.02.2020.

[15] Портал компании КОМПЭЛ. STM32F7: новый флагман – новые горизонты. [Электронный ресурс]. -Москва, 2020. -Режим доступа <https://www.compel.ru/lib/75316> . -Дата доступа 19.02.2020.

[16] Радишевская Т. А., Радишевский Д. В. Научно-техническая конференция "Мониторинг техногенных и природных объектов" 28-29 ноября, Минск. Нейро-нечеткий классификатор предаварийных состояний оборудования на техногенных объектах. - Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2019. -с. 33-41.

NARROW AI TECHNOLOGIES IN THE SENSING LAYER OF THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

T.A. RADISHEVSKAJA

Senior teacher of the department of economics and health informatics of the belarusian medical academy of postgraduate education

D.V. Radishevskiy

Software engineer of the Scientific and Technical Production Center "Belkommunmash"

Abstract. The paper describes the two-level architecture of the sensing layer of the Industrial Internet of Things, based on Narrow AI technologies. The lower level of the sensing layer implements the functions of an anomaly detector in the signs of equipment conditions, while the higher level implements the neuro-fuzzy classifier of the emergency conditions of equipment at technogenic objects. The composition of the levels creates a narrow peripheral intelligence, which reduces the load on the network.

Keywords: sensing layer, Industrial Internet of Things, Narrow AI, anomaly detector, neuro-fuzzy classifier

УДК 004.822:514

АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОТИВОРЕЧИВОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В ВЕРБАЛЬНОЙ ФОРМЕ



С.Н. Нефедов

*Старший научный сотрудник,
Кандидат технических наук, доцент*

Государственное предприятие «Центр радиотехники НАН Беларуси»

С.Н. Нефедов

В 1977 г. окончил Минское высшее инженерное зенитное ракетное училище ПВО. В 2007 г. уволился из армии с должности начальника научно-исследовательской части Военной академии. После увольнения работал на руководящих и научных должностях. В 2017 г. стал лауреатом Республиканского конкурса посвященного «Году науки» в номинации «Лучшая научная работа в области гуманитарных наук» за работу «Обеспечение качества и повышение достоверности судебной экспертизы». Область научных интересов: интеллектуальный анализ данных (в том числе нечисловой природы) с учетом неопределенности и противоречивости информации.

Аннотация. Рассматриваются методы, используемые при подготовке аналитических продуктов в различных сферах деятельности. Анализируемая информация может быть различного вида: числовые данные, графические или видео объекты, однако значительная часть информации является вербальной, при этом информация из различных источников может быть противоречивой и иметь различную степень достоверности. Методы анализа зависят от вида решаемой задачи, которые можно разделить на три основных вида: мониторинг динамики событий, выявление неочевидных закономерностей и анализ сложных ситуаций. Предлагается использовать методы криминалистики и юридического доказывания для анализа противоречивой информации. Анализируются различные подходы, которые могут использоваться для количественной характеристики достоверности вербальной информации.

Ключевые слова: аналитический продукт, открытые источники, противоречивая информация, вербальная форма, неопределённость, методы анализа, визуализация, криминалистика, теорема Байеса, вероятность, отношение правдоподобия.

Введение

Аналитическая работа проводится в самых различных отраслях деятельности – политика, экономика, военная сфера и многие другие. Итоговые продукты (аналитический доклад или записка, разведывательное донесение и т.п.) могут существенно различаться, в зависимости от сферы применения, однако используемые при этом способы и приемы анализа во многом аналогичны. При подготовке итогового продукта проводится анализ большого объема разнородной информации, которая может быть представлена в различной форме: количественные данные, вербальные сообщения и текстовые документы, графические изображения и фотографии, видео и др. Обычный анализ такой информации, а также ее восприятие потребителем, затруднены, поэтому широко используются различные методы визуализации. Кроме того, при проведении анализа необходимо использовать количественные показатели, которые должны характеризовать достоверность, либо вероятность того или иного события, либо суждения. Для количественных данных эта задача

решается просто – обычно методами теории вероятностей и математической статистики. Для вербальной информации непосредственное применение таких методов невозможно, поэтому используют другие подходы, наиболее часто – теорию нечетких множеств.

В настоящее время уже разработаны и широко используются достаточно совершенные автоматические системы обработки и анализа вербальной информации (поисковые машины, компьютерные переводчики и др.), однако итоговый аналитический продукт не может быть подготовлен без участия человека – опытного эксперта-аналитика. Основная причина – сложность алгоритмизации процесса формирования вывода при анализе противоречивой информации, характеризующейся различной степенью неопределенности. Вместе с тем эксперты-аналитики используют в своей работе некоторые программные продукты для решения частных задач.

Открытые источники информации

Сегодня значительную часть информации черпают из открытых источников. В военной и политической сфере такой вид деятельности называют разведкой по открытым источникам – *open source intelligence (OSINT)* [1]. Зарубежные аналитики разведки утверждают, что из газет, журналов, докладов зарубежных «мозговых центров», материалов научных конференций и сети Интернет можно получить практически все сведения, необходимые для представления полной картины о событиях в самых различных областях, начиная с политики и экономики, заканчивая секретными научными разработками и военным производством [2]. В экономике и бизнесе такая деятельность получила название «конкурентная разведка» (*competitive intelligence*) [3].

В разведсообществе США (*US Intelligence Community – US IC*) разработано достаточно много руководств по ведению OSINT и анализу информации, многие из которых находятся в открытом доступе на сайтах директора национальной разведки – www.dni.gov и других членов *US IC*.

В настоящее время Интернет является главным источником информации для OSINT, в середине 1990-х годов он «взорвался» на мировой арене и навсегда изменил то, как люди могут получать информацию и проводить исследования. Однако первоначально Интернет как источник важной информации был недооценен, в исследовании, проведенном в 1994 году в рамках *US IC*, отмечалось, что Интернет содержит лишь около 450 полезных и содержательных сайтов, а 99% Интернета не представляют ценности для разведки (развлечения, частные мнения, реклама и др.) [4]. Эта оценка разведывательного потенциала Интернета больше не отражает реальные возможности доступного контента, и его использование на практике. В различных руководствах по OSINT приводятся рекомендации по поиску информации в Интернет.

Информация из Интернет может быть получена бесплатно, с использованием общедоступных поисковых систем, либо платно – на соответствующих сайтах, которые специализируются на предоставлении таких услуг (обычно они называются коммерческими онлайн-источниками премиум-класса). В настоящее время в США и Европе такие услуги предоставляют много различных компаний (например, AT&T Government Solutions, Google Enterprise, Factiva, LexisNexis, Oracle и др.). В том числе выпускаются специальные справочники, в которых приводятся сведения о средствах анализа и Интернет-источниках различной информации, причем количество этих источников постоянно растет. Например, в справочнике 2018 года компании i-Intelligence [5] приведено более 5000 Интернет-ресурсов (в предыдущей версии справочника было около 2000 источников).

Возможности частных компании также постоянно растут, благодаря использованию современных информационных технологий и методов интеллектуального анализа становится доступной значительная часть информации, которая традиционно является закрытой, это подтверждает прогнозы в выступлениях представителей ЦРУ: «через 15 лет больше не будет секретов», или «Wikipedia неизбежно станет WikiLeaks» [2].

Поисковые системы, такие как Google, индексируют более триллиона страниц «Всемирной паутины», однако с их помощью можно получить доступ к сравнительно небольшой части информации – около 25 % (по некоторым оценкам меньше). Остальная информация находится в «Deep Web» («Глубинная паутина»). Такую информацию следует искать непосредственно на сайтах, для этого обычно используют специальные приемы и средства поиска. В [5], в том числе, приведены ссылки на инструменты для работы в Deep Web.

Deep Web включает в себя сеть Tor¹; в ней размещается информация о скрытых сообществах, которые хотят избежать огласки и интереса к себе со стороны властей. Сеть Tor – эта область невидимой сети, которую иногда называют "Dark Net" («Темная сеть»), используемая для нелегальной торговли, скрытого общения и хранения информации, доступ к которой нужно ограничить. Для получения доступа к сети Tor необходимо использовать специальное программное обеспечение. Использование средств Tor не является запретным, но так как эти средства обеспечивают анонимность пользователя, то могут быть доступны запрещенные Интернет-ресурсы (экстремистские сайты и др.). Поэтому, во многих странах законодательно вводятся определенные запреты и ограничения² для операторов интернет-услуг, которые в том числе могут ограничивать доступ к средствам Tor. Однако реализовать на практике эти запреты не всегда удается, т.к. в сети постоянно появляются рекомендации для пользователей – как обойти вводимые ограничения.

Появление в 2005 году Facebook, а затем других социальных медиа-сетей сделало публичным и доступным для анализа значительную часть населения Земли и их общение между собой. Эта информация может эффективно использоваться для анализа (ее часто используют правоохранительные органы и другие организации), однако для ее использования необходимы специальные методы, которые в настоящее время интенсивно разрабатываются [6].

Источники информации в OSINT разделяются на основные и дополнительные [7].

Основным источником является документ или физический объект, содержащий информацию, которая была написана или создана в результате исследований и анализа. Данные источники являются непосредственными свидетелями того или иного события и содержат первичную информацию. Основные из них следующие:

оригиналы документов, дневники, научные журналы, выступления, рукописи, письма, интервью, видео новости и фотографии, официальные отчеты и др.;

реликвии и артефакты: керамика, мебель, одежда и исторические здания;

персональные рассказы и воспоминания, человек-первоисточник (обычно эксперт по какому-либо вопросу).

Дополнительные источники интерпретируют, анализируют, цитируют и ссылаются на основной источник (первоисточник). Дополнительные источники могут содержать цитаты и графические или видео объекты из основных источников. Дополнительные источники включают: учебники; статьи из журналов и энциклопедий; комментарии и др.

Основные и дополнительные источники часто трудно различить, так как это различие имеет субъективный характер. Причем основные источники не всегда являются более достоверными и надежными, чем дополнительные источники. Например, статья авторитетного ученого в солидном научном журнале может заслуживать гораздо большее доверие, чем сведения из первоисточников, которые он анализирует.

Непосредственными источниками информации для OSINT являются:

¹ Первоначально сеть Tor была разработана по заданию разведки ВМС США, в настоящее время сеть поддерживается и развивается открытым сообществом.

² В Республике Беларусь такие ограничения введены Постановлением ОАЦ и Минсвязи от 19.02.2018 № 6/8.

– *академические источники* – учебная и научная литература, диссертации, лекции, презентации, научные статьи и исследования в печатном и электронном виде по различным отраслям науки, техники и технологии;

– *государственные учреждения и неправительственные организации* – сообщения и базы данных, размещенные в открытых источниках, и печатные доклады по различным вопросам (экономика, безопасность, промышленность, сельское хозяйство и др.);

– *коммерческие и государственные информационные службы* – печатные и электронные средства массовой информации;

– *библиотеки и научно-исследовательские центры* – печатные и электронные документы, цифровые базы данных по различным темам и др.;

– *отдельные личности (эксперты) и группы* – источником информации является человек-эксперт, обладающий определенным опытом и знаниями. Человек-эксперт часто является самым эффективным и недорогим источником информации;

– *серая литература* – это информация, являющаяся юридически и этически доступной, но которая не публикуется, не распространяется через коммерческих книготорговцев и подписные агентства. Серая литература включает рабочие документы, технические отчеты и документы технических стандартов, наборы данных, рекламные материалы и др. Серая литература может быть получена только по специальным каналам или через прямые контакты. Значительная часть серой литературы находится в Deep Web.

Виды аналитических продуктов

Наиболее важным является заключительный этап – подготовка итогового продукта. В АТР 2-22.9 [7] перечислены следующие категории итоговых продуктов:

индикаторы и предупреждения – это сообщение о действиях зарубежных стран или компаний, которые могут представлять угрозу или имеют большое значение;

текущая информация для непосредственной поддержки проходящих в настоящее время действий и мероприятий (информация о регионе проведения мероприятия, существующих угрозах и др.);

общая военно-политическая и экономическая информация, которая включает сведения об экономическом и военном потенциале зарубежных стран, возможности промышленности и вооруженных сил, их характеристике (структуре промышленности и вооруженных сил, вооружении, военной доктрине, системе подготовки и др.). Эта категория, как правило, связана с долгосрочным планированием на национальном уровне;

данные о цели (объекте планируемого мероприятия), которая определяет все важные компоненты объекта и указывает на его уязвимые и наиболее важные и критические элементы;

научно-техническая разведка является результатом сбора, оценки, анализа и интерпретации иностранной научно-технической информации. Научно-техническая разведка охватывает зарубежные разработки в области фундаментальных и прикладных научных исследований, инженерных методов и научно-технических характеристик, возможностей иностранного военного оружия, систем вооружения и техники, научных исследований и разработок, а также технологии производства;

аналитический оценочный отчет, в котором описывается текущая обстановка (ситуационный анализ) и даются прогнозы о возможностях объекта анализа и возможных последствиях проведения мероприятия.

Похожие задачи решаются в интересах национальных правительств и международных организаций. Обычно готовят следующие четыре вида OSINT-продуктов:

1. Предупреждения о возникающих угрозах и опасностях;
2. Ежедневный обзор основных новостей;
3. Обновления ситуации: регулярные обновления о продолжающихся кризисах;

4. Отчеты об исследованиях по конкретным вопросам.

Итоговой аналитический продукт может содержать один или несколько выводов (сценариев или версий). Если оценки фокусируются на одной версии, то это называется «прогнозированием с одним исходом» – такой прогноз всегда основан на наиболее вероятной версии. Но если прогноз не подтверждается, то продукт подвергается резкой критике.

Однако на практике может быть реализован сценарий, который на момент анализа считался маловероятным. Поэтому, если аналитик не имеет достаточной информации для формирования однозначного прогноза, а лицо, принимающее решение (ЛПР) должно знать о всех потенциальных и непредвиденных обстоятельствах, то итоговый продукт должен содержать все возможные варианты с указанием количественных показателей вероятностей их реализации. Общая значимость любого прогноза определяется его вероятностью и масштабом последствий при его реализации [8].

Ярким примером такого продукта является NIE³ 11-18-90 «Углубление кризиса в СССР: Прогноз на следующий год» [9], который был подготовлен для руководства США в конце 1990 г. Возможные сценарии и вероятности их реализации приведены в таблице 1. Как показало время, в 1991 году события развивались по наиболее вероятному из предполагаемых сценариев, однако рассматривались и другие варианты.

Таблица 1. – NIE 11-18-90: Углубление кризиса в СССР: Scenarios for the next year [9].

Сценарий	Факторы, которые характеризуют сценарий	Вероятность
Быстрое ухудшение Анархия	<ul style="list-style-type: none"> – Неспособность согласовать и эффективно реализовать далеко идущий рыночный план; или широкое сопротивление населения такому курсу – Отказ центра и республик от перехода к новым, взаимоприемлемым политическим и экономическим отношениям – Неспособность политических институтов адаптироваться к меняющимся политическим реалиям и неэффективность новых избранных национальных лидеров в управлении государством – Продолжающееся понимание уменьшения жизнеспособности центральной власти 	Наиболее реально
Анархия	<ul style="list-style-type: none"> – Резкий спад экономики – Массовые социальные протесты или забастовки – Убийство Горбачева или Ельцина – Полный разрыв отношений между центром и республиками - особенно Российская Республика 	1 к 5 или менее
Военное вмешательство (от переворота до военного положения)	<ul style="list-style-type: none"> – Распад ключевых элементов национальной экономики, таких как транспортная система – Насилие в отношении центральной власти – Ситуация, приближающаяся к краху центральной власти – Анархия 	1 к 5 или менее в целом; Гораздо ниже для переворота
«Свет в конце туннеля»	Значительный прогресс в основных направлениях	1 к 5 или менее

³ NIE – National Intelligence Evaluation – документ, который готовится высшему руководству США по наиболее важным военно-политическим вопросам, по истечении времени с некоторых документов снимается режим ограничения и они публикуются в открытом доступе.

Кроме того, итоговый продукт, который представляется заказчику – ЛПР, должен быть наглядным и достаточно информативным, реализующий принцип: «сначала крупный план, затем масштабирование и фильтрация, детали – по требованию».

Для лучшей наглядности итоговый продукт целесообразно сопровождать графическим документом, который визуально отражает его основное содержание. Здесь представляется перспективным использовать концепцию «дальнего чтения» (*distant reading*) Франко Моретти [10], которая позволяет компактно представить содержание достаточно объемного вербального источника. На рисунке 1, в качестве примера, приведен сюжет драмы В. Шекспира «Король Лир».

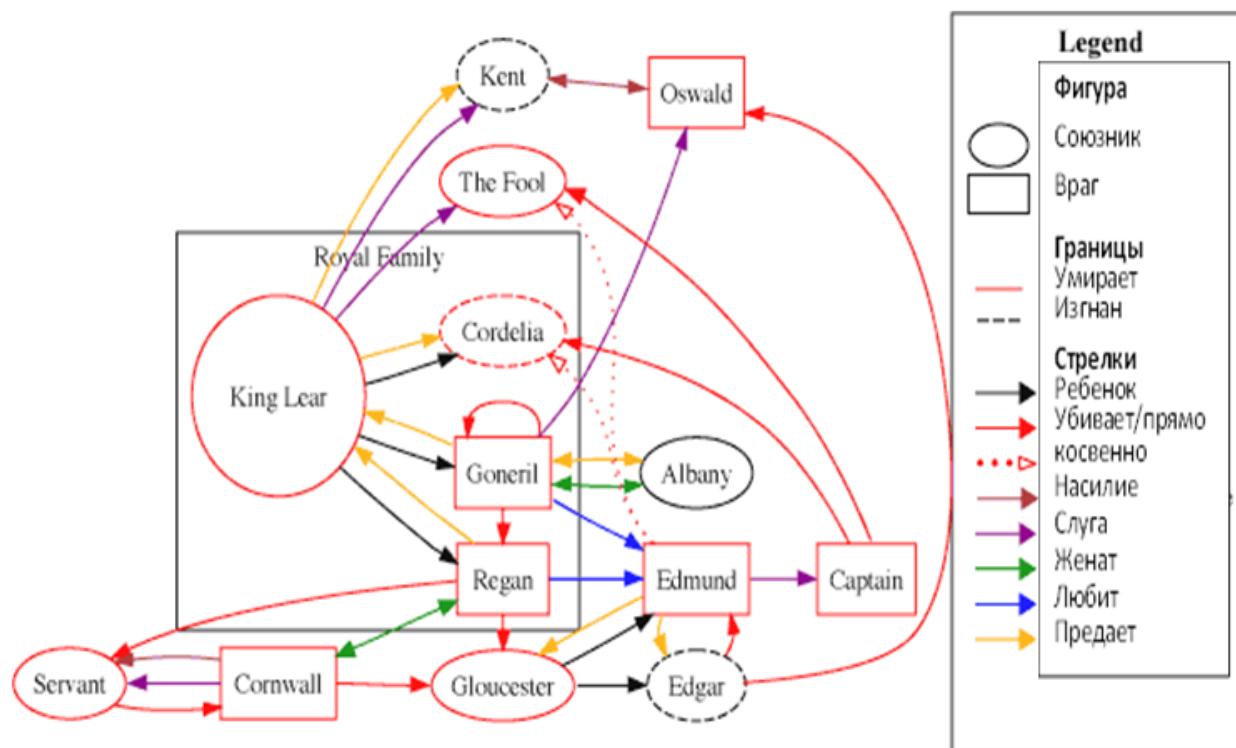


Рисунок 1. – Графическое представление сюжета Короля Лир (В. Шекспир)

Использование условных графических знаков и различных цветов позволяет компактно отразить наиболее важную информацию и связи между объектами.

Решаемые задачи и методы анализа

Самым сложным этапом OSINT является анализ полученной информации, это обусловлено двумя обстоятельствами. Во-первых, для информации из открытых источников очень вероятно наличие обмана, предвзятости и дезинформации. Во-вторых, в открытых источниках (прежде всего в сети Интернет) выявляется чрезвычайно большое количество разнородной информации, которая может быть представлена в различной форме, поэтому необходимо использовать современные методы и средства интеллектуального анализа данных.

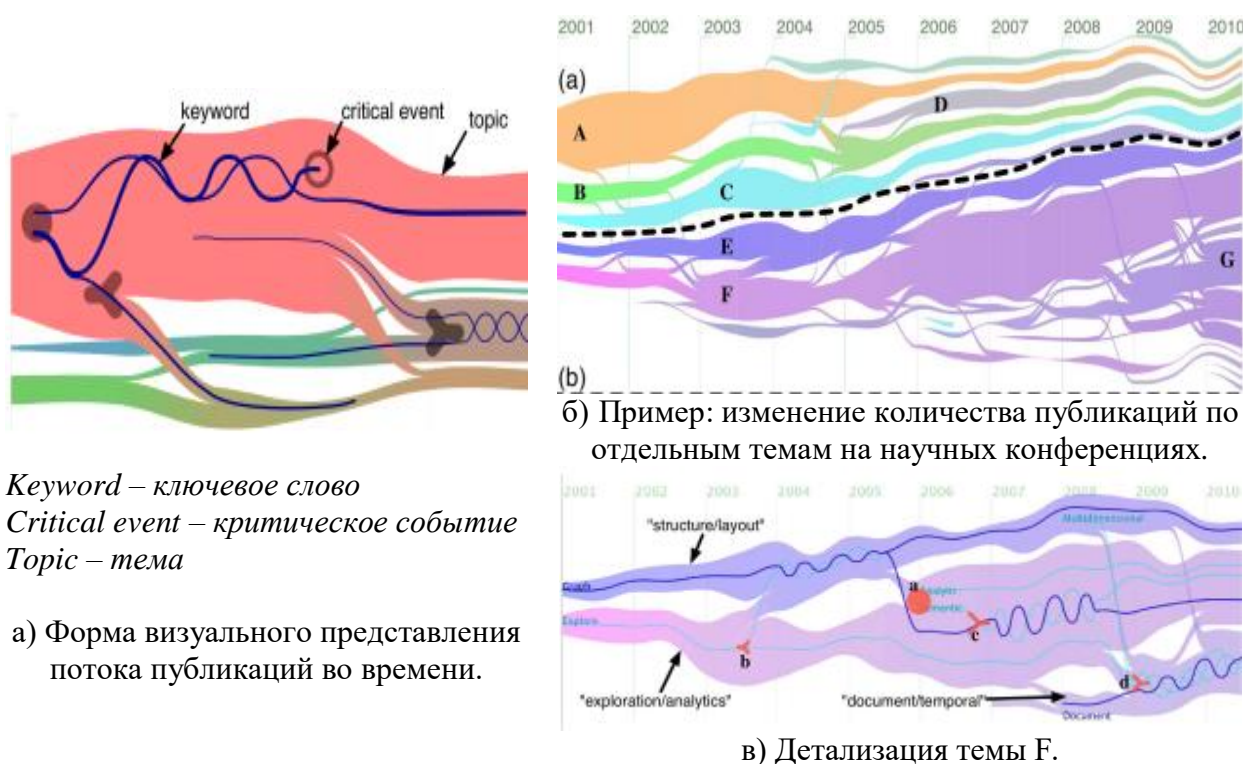
Методы анализа зависят от вида решаемой задачи, при этом руководства по проведению анализа в различных сферах деятельности рекомендуют использовать практически одни и те же методы [11, 12].

Решаемые задачи можно разделить на три основных вида:

1. Анализ динамики событий (мониторинг новостей и тем научных публикаций, выявление тенденций и др.). Такая задача достаточно просто решается для количественных

показателей (методы статистики). Для вербальной информации используют специальные методы обработки данных нечисловой природы (по ключевым словам – keyword) и визуального представления динамики событий. Обзор основных систем визуализации приведен в [13], многие из рассмотренных в статье систем находятся в стадии разработки, пока еще не выработан общий подход (стандарт) к наглядному представлению данных, во всех системах наглядность достигается при использовании цветных изображений. Использование цветовой гаммы и различных оттенков дает гораздо больше возможностей, чем градации серого, что делает графический объект компактным и более информативным, по сравнению с традиционным черно-белым рисунком.

Пример одной из систем представлен на рисунке 2. Различные темы отображаются в виде потока отдельными цветами (при слиянии тем цвета смешиваются), ширина потока пропорциональна количеству публикаций, кроме того используются специальные знаки для отображения появления, исчезновения, слияния и разделения тем (потоков) и др.



Keyword – ключевое слово

Critical event – критическое событие

Topic – тема

а) Форма визуального представления потока публикаций во времени.

в) Детализация темы F.

Рисунок 2. – Визуализация событий в системе TextFlow (приводится по [13])

Если количество публикаций по какой-либо теме увеличивается, то можно предположить, что данное направление исследований перспективно. Однако данное предположение требует дополнительной проверки и подтверждений.

Если количество публикаций резко сокращается, либо они прекращаются совсем, то может быть две причины. Первая – данное направление исследований ошибочно или неперспективно. Вторая – получены очень важные результаты и дальнейшие работы строго засекретили. Именно так, в начале 1940-х годов, один из аналитиков советской разведки обратил внимание на прекращение научных публикаций по цепной реакции и смежным вопросам. В итоге стало известно о реализации Манхэттенского проекта, а атомная бомба была создана в СССР в неожиданные для США сроки.

2. Выявление неочевидных (скрытых) закономерностей и связей. Такие задачи невозможно решать без использования современных методов интеллектуального анализа данных (кластеризация и классификация, поиск ассоциативных правил, ранжирование и др.) [14]. В англоязычной литературе вместо термина «интеллектуальный анализ данных» обычно используется термин Data Mining – «Добыча данных» (дословный перевод), который часто понимают как «добычу полезных ископаемых», а поиск закономерностей в огромном наборе фактических данных действительно сродни этому процессу. А также близкий термин Knowledge Discovery in Databases – «Обнаружение знаний в больших базах данных». Либо оба термина используют совместно и используют аббревиатуру – DM&KD. Такой вариант, в последнее время, часто используют в публикациях, в том числе на русском языке. [15, 16].

Здесь также большое значение имеет визуальное представление информации, графические образы могут активизировать ассоциативную логику подсознательных процессов мышления человеческого мозга, что позволяет с помощью когнитивной графики быстро находить оригинальные и зачастую неожиданные решения [17].

В качестве примера приведем приложение из сферы криминалистики [16]. На рисунке 3 объекты (физические лица) разделены на классы в зависимости от уровня доходов (горизонтальная ось) и расходов (вертикальная ось). На левом рисунке объекты разделены на два класса только по одному признаку – уровню доходов. Лица с высокими доходами обозначены прямоугольниками, а с низкими – кружками. На правом рисунке объекты разделены на три класса с учетом обоих параметров. Между двумя штриховыми линиями – физические лица, у которых уровень расходов примерно соответствует уровню доходов. Выше верхней штриховой линии – лица с «подозрительными расходами» (расходы выше доходов), они могут заинтересовать правоохранительные органы. Ниже нижней штриховой линии – физические лица, потенциально имеющие накопления (расходы существенно ниже доходов), они могут быть объектами преступных посягательств. Причем граница между классами может быть нечеткой (в данном примере три объекта находятся на границе разделения классов).

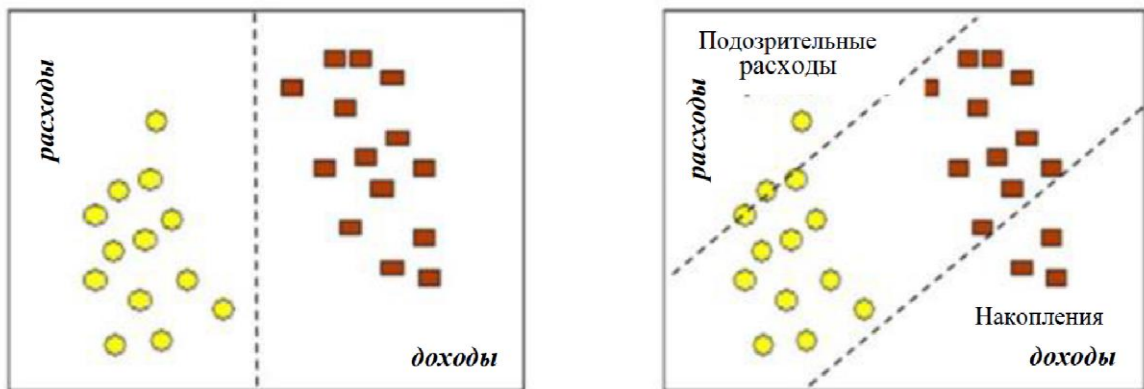


Рисунок 3. – Классификация объектов в зависимости от уровня доходов и расходов

Приведенный пример весьма прост, он лишь иллюстрирует сущность задачи классификации. В реальных ситуациях количество параметров и анализируемых объектов настолько велико, что их невозможно решить без применения методов DM&KD и соответствующих программных средств.

3. Задачи третьего вида являются наиболее трудными – это анализ сложных ситуаций, которые характеризуются большим количеством субъектов и событий, влияющих факторов и многочисленными связями (часто недетерминированными), которые приведены в различных

источниках информации. В процессе анализа необходимо рассматривать большую совокупность фактов различной степени достоверности, с учетом сложных взаимосвязей, причем различные факты и аргументы могут противоречить друг другу, т.к. для информации из открытых источников очень вероятно наличие обмана, предвзятости и дезинформации. Дезинформация может содержаться и в данных полученных от традиционных источников (агентура, технические средства разведки и др.), т.к. противостоящая сторона обычно проводит специальные мероприятия. Ярким примером этого является ошибочная оценка руководством СССР в 1980-х годах реальности американской программы Стратегической оборонной инициативы.

Анализ с учетом противоречий и недостоверности информации

Обычно на начальном этапе анализа выявляют ложную и недостоверную информацию и в дальнейшем ее не учитывают. Так руководство армии США [5] предписывает присваивать буквенно-цифровые обозначения каждой информации. Буквы (от А до F) характеризуют надежность источника, а цифры (от 1 до 8) – достоверность информации. Подобные рекомендации приведены в руководстве ОБСЕ для правоохранительных органов [12], но используется другое количество градаций (системы 4x4 и 5x5). В таблице 2 в качестве примера приведена система 5x5 [12, с. 35].

Таблица 2. – Система оценки достоверности 5x5

Оценка источника	Оценка информации
A – Всегда надежный	1 – Безоговорочно достоверна
B – Преимущественно надежный	2 – Известна лично источнику, но не докладывающему лицу
C – Иногда надежный	3 – Не известна лично источнику, но подтверждена
D – Ненадежный	4 – Нельзя судить
E – Непроверенный источник	5 – Предположительно ложная

В различных системах используются различные вербальные формулировки для характеристики достоверности информации. Например, в [5] приведен следующий ряд:

- 1) подтверждено (*confirmed*);
- 2) вероятно верно (*probably true*);
- 3) возможно верно (*possibly true*);
- 4) вряд ли верно (*doubtfully true*);
- 5) неправдоподобно (*improbable*);
- 6) дезинформация (*misinformation*);
- 7) ложь (*deception*);
- 8) невозможно оценить (*cannot be judged*).

Данные коды имеют условный характер, по ним сложно получить количественный показатель достоверности информации.

Такая подход практически исключает возможность того, что важная, но малодостоверная информация будет учтена при проведении анализа. Но даже если информация поступает из сомнительного источника, она может быть очень значимой. Например, может произойти случайная утечка информация о тщательно скрываемом проекте. Поэтому важно следить за ней из-за возможного, потенциального влияния ее на развитие событий по анализируемой проблеме.

В качестве исторического примера можно привести «неожиданное» для военного руководства США нападение в 1941 г. японской авиации на базу Пёрл-Харбор. События развивались в следующей последовательности [18]:

посол США в Японии получил информацию о готовящейся атаке от посла Перу;

посол США передал информацию в Госдепартамент;
Госдепартамент передал информацию разведке ВМФ;
в разведке ВМФ информацию посчитали недостоверной, т.к. первичный источник информации – шеф-повар посольства Перу в Японии.

В последние годы в практику аналитической работы в разведывательных органах США и других стран внедряются методы анализа, заимствованные из юридической и других сфер деятельности. Так в американском руководстве по проведению анализа [11] приводятся новые (*emerging*) аналитические методы:

- Devil's advocacy* (Адвокат дьявола);
- Team A/Team B* (Команда А / Команда В);
- High impact/Low probability analysis* (Высокое влияние/Низкая вероятность);
- «*What If*» *analysis* (Анализ «Что если»);
- Red Team analysis* (Анализ «Красная команда»);
- Counterfactual reasoning* (Контр-фактические рассуждения).

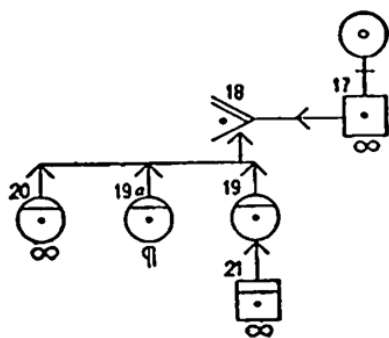
Данные методы реализуют анализ нескольких вариантов (гипотез) и учитывают возможные альтернативы и контраргументы.

Методы криминалистики и процессуального доказывания

Представляется перспективным при проведении анализа противоречивой информации использовать методы доказывания, используемые в криминалистике и судебной практике.

Особый интерес представляют графические методы доказывания Вигмора и Эйсмана [19] и их последующее развитие. Данные методы предполагают четкое упорядочение всех имеющихся фактов и аргументов, с учетом их взаимного влияния и логических связей, при этом сопоставляются подтверждающие и опровергающие доказательства, т.е. проводится сопоставление противоречивой информации.

В методе Дж. Вигмора процесс доказывания разбивается на несколько ступеней. На каждой ступени производят группирование логически связанных доказательств и определяют итоговый (промежуточный) вывод по ним; полученные промежуточные выводы в свою очередь также группируются для определения последующего вывода. Процесс начинается с исходных доказательств и заканчивается окончательным выводом по рассматриваемому делу. Дж. Вигмор предложил специальные символы для обозначения различных доказательств, отображения логических связей и их доказательной силы. Диаграмма Вигмора состоит из двух частей: перечня пронумерованных доказательств (*key-list*) и графической структуры, отражающей логическую связь различных доказательств. На рисунке 4 приведен пример простейшей диаграммы Вигмора [20]. Итоговый вывод в примере (круг вверху с малым кружком внутри) – показание свидетеля М вызывает недоверие.



а) График диаграмма Вигмора
(*Wigmore Chart*)

Key-list

(нумерация доказательств как в источнике)

- 17. Некоторое утверждение свидетеля М.
- 18. Мнение М предвзятое.
- 19. М по мнению стороны ответчика был уволен с работы.
- 19а. Уволенные работники склонны к враждебности.
- 20. Поведение М при допросе в суде показывало его предвзятость.
- 21. Другой свидетель в суде подтвердил п.19.

б) Перечень доказательств

Рисунок 4. – Пример диаграммы Вигмора [20]

Диаграмма Вигмора по реальному делу представляет собой достаточно сложную структуру, поэтому этот метод не получил широкого распространения при жизни автора. Некоторые сравнивали диаграммы Вигмора с иероглифами, другие с телевизионными антеннами. Широкий интерес к методу Дж. Вигмора появился в 80-х – 90-х годах XX столетия, связывают это с появлением компьютеров и удобного программного обеспечения. Метод был частично упрощен и развит, иногда этот метод называют Нео-Вигморианский анализ (Neo-Wigmorean Analysis) [21].

Дж. Вигмор использовал специальные знаки для обозначения подтверждающей или опровергающей силы доказательств, однако правил формирования итогового вывода из логически связанных доказательств не предложил.

В СССР метод, методологически близкий методу Дж. Вигмора, разработал А.А. Эйсман [22]. основу его метода также составляет графическое представление структуры логических связей в ходе доказывания (структурный анализ доказательств).

А.А. Эйсман проанализировал, как преобразуется информация, содержащаяся в доказательстве, т.е. его весомость (или доказательная сила), и соответственно разделил элементарные акты доказывания на несколько видов и классифицировал их.

Для графического представления логической структуры (схемы) доказывания введены специальные обозначения элементарных актов доказывания, представляющие собой простейшие геометрические фигуры, внутри которых приведено сокращенное обозначение вида элементарного акта доказывания. Для образного представления изменения доказательной силы, а также возможных вариантов выводов, введена модель элементарного акта доказывания, которая внешне похожа на разрез некоторого устройства, регулирующего информационный поток в виде полосы, ширина которой показывает весомость доказательства. Доказательство (факт) и тезис (вывод) на схемах моделей обозначаются буквами «Д» и «Т» соответственно, а буквой «У» (утечка) – варианты выводов отличные от тезиса. Сравнение методов А.А. Эйсмана и Дж. Вигмора приведено в статье [23].

Помимо элементарных актов доказывания, для построения логической структуры доказывания, введены вспомогательные комплексы (см. рис. 5), которые используют для изменения условий выводов для нескольких альтернатив, а также формирования итогового вывода, объединяющего несколько доказательств. В этом заключается существенное отличие метода Эйсмана от метода Вигмора.

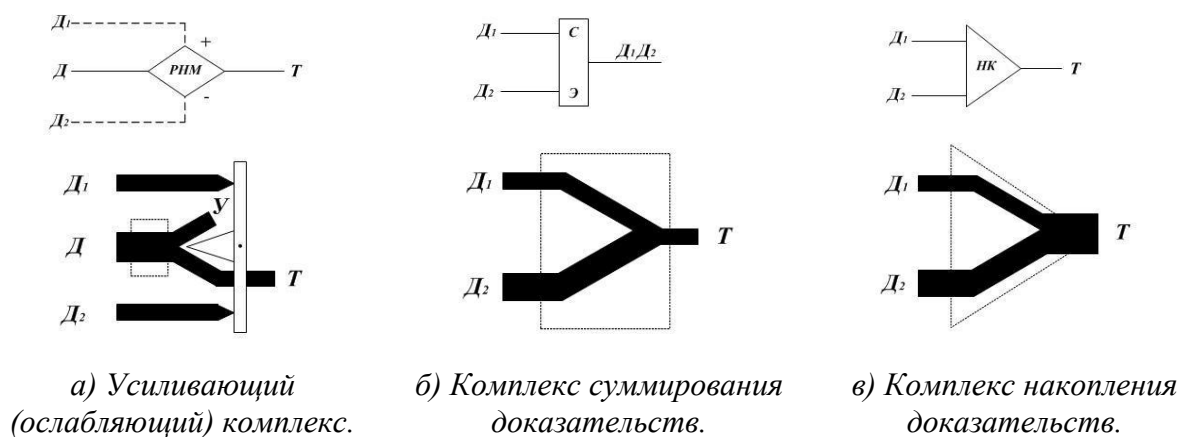


Рисунок 5. – Вспомогательные комплексы доказывания

Вспомогательный усиливающий (ослабляющий) комплекс (см. рис. 5а) используется как дополнение многозначных (с несколькими выводами) актов доказывания.

Дополнительные сведения (обозначенные D_1 и D_2) усиливают или ослабляют надежность того или иного вывода. В модели имеется подвижная заслонка, которая в зависимости от доказательной силы D_1 и D_2 изменяет соотношение между T и U , следовательно изменяется ширина соответствующих полос. Например, при анализе показания свидетеля усиливающим фактором (D_1) будут сведения, что он не заинтересован в исходе дела, а ослабляющий фактор (D_2) – свидетель имеет плохое зрение.

Вспомогательный комплекс суммирования доказательств (см. рис.5б) используется для объединения двух (и более) суждений, которые отдельно не могут служить в качестве доказательства. Результирующая сила такого доказательства определяется наименьшей силой из суммируемых суждений. В модели ширина выходной полосы (D_1D_2) определяется шириной наиболее узкой входной полосы (на рис. 5 – D_1).

Вспомогательный комплекс накопления (рассеяния) доказательств (см. рис. 5в) используется для объединения выводов по различным актам доказывания, которые имеют общий тезис, что ведет к повышению надежности общего вывода (накопительный комплекс), либо к его ослаблению (рассеивающий комплекс) при объединении негативных тезисов. В модели ширина выходной полосы определяется суммарной шириной всех входных полос. Пример накопления доказательств: D_1 – угрожал убийством; D_2 – у Н найдены вещи убитого; D_3 – Н был на месте преступления.

На рисунке 6 приведен пример графической схемы доказывания Эйсмана, для того же примера, что и на рисунке 4.

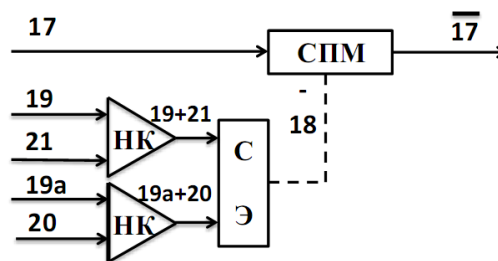


Рисунок 6. – Пример графической схемы Эйсмана.

А.А. Эйсман, так же как и Дж. Вигмор, в своем методе не использовал количественные показатели для характеристики весомости доказательства, ширина полосы лишь качественно отражает изменение весомости, либо доказательной силы результата объединения доказательств. Однако по этим моделям можно судить о мыслительном процессе автора метода, и соответственно выразить это математическими формулами. Прежде всего, необходимо определить параметры, которые будут характеризовать весомость доказательства.

А.А. Эйсман скептически относился к возможности использования статистических показателей. По его словам, «объем статистических исследований для получения количественных характеристик ценности доказательств необозримо велик. Не приходится рассчитывать на его практическое осуществление ни в настоящее время, ни в близком будущем» [22, с.87].

Такая позиция понятна, – в настоящее время при принятии судебных решений проводится свободная оценка доказательств, а окончательное решение судья принимает на основе своего внутреннего убеждения [24].

Однако задача использования количественных критериев при оценке доказательств и другой вербальной информации может быть решена на основе байесовской трактовки

вероятности, либо – теории нечетких множеств Заде [25] и других современных подходов, используемых в интеллектуальных экспертных системах [26].

Байесовский подход к оценке доказательств (фактов)

При использовании байесовского подхода для интерпретации судебных доказательств обязательно рассматриваются две версии возможного вывода (например, версии обвинения (*procurator*) H_p , с вероятностью – P_p и версии защиты (*defence*) H_d , с вероятностью – P_d). Решение принимается на основе сравнения вероятностей этих версий, обычно анализируют отношение вероятностей (*probability ratio*) – $PR = P_p / P_d$. Иногда это отношение называют отношением шансов. Так как рассматриваемые версии образуют полную группу событий, то $P_p + P_d = 1$, следовательно, $P_d = 1 - P_p$, поэтому отношение можно определить только по одной вероятности: $PR = P_p / (1 - P_p)$. Весомость доказательства, например вывод эксперта, определяется как условная вероятность анализируемого события E (объекта экспертизы) при справедливости каждой из версий, т.е. $P(E / H_p)$ и $P(E / H_d)$. Результат экспертизы представляется как отношение этих условных вероятностей, это отношение называют отношением правдоподобия (*likelihood ratio*) и обозначают $LR = P(E / H_p) / P(E / H_d)$. Итоговое (с учетом результатов экспертизы) отношение апостериорных (после – *after*) вероятностей версий (PR_{after}) равно произведению отношения априорных (до – *before*) вероятностей (PR_{before}) на LR : $PR_{after} = LR \cdot PR_{before}$ (теорема Байеса). В отличие от вероятности, которая может принимать численные значения от нуля до единицы, отношения вероятностей версий PR и LR могут принимать любые положительные значения. Если PR или LR равно единице, то вероятности одинаковые (события равновероятны). Значения LR , также как и PR , связаны с вероятностью P соотношением $LR = P / (1 - P)$, кроме того иногда используют логарифмическую шкалу для LR и PR , т.е. – $lg(LR)$. Некоторые значения для P , LR и $lg(LR)$ приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Соотношение шкал P, LR и lg(LR).

$P, \%$	0,00999	0,0999	9,1	33,3	50	66,67	90,9	99,01	99,9
LR	0,0001	0,001	0,1	0,5	1	2	10	100	1000
$lg(LR)$	-3	-2	-1	-0,3	0	0,3	1	2	3

Считается что отношение шансов более убедительно и наглядно, чем вероятность. Так значение $PR = 1000$ означает: в одном случае из 1001, что соответствует вероятности $P = 0,999$. Шкала $lg(LR)$ удобна тем, что используются меньшие численные значения, кроме того вместо умножения необходимо использовать сложение: $lg(PR_{after}) = lg(LR) + lg(PR_{before})$. Однако, такая шкала является нелинейной, что необходимо учитывать при интерпретации результатов.

При анализе большого количества фактов между различными источниками доказательств может существовать зависимость, поэтому несколько раз применять простое правило Байеса не всегда корректно. В этом случае строят логическую сеть, которая отражает взаимосвязь различных факторов, и для узлов этой сети последовательно применяют теорему Байеса, что позволяет рассчитать итоговую вероятность сложной комбинации событий. Такие сети называют байесовскими сетями доверия, которые применяются в различных отраслях, в том числе в судебной сфере [27]. Байесовская сеть для правовой сферы является логическим развитием графического метода анализа доказательств Джона Вигмора [21].

В методе Эйсмана используется три вспомогательных комплекса, для каждого из них необходимо использовать свой алгоритм формирования количественного показателя весомости (достоверности) вывода [28].

Для вспомогательного усиливающего (ослабляющего) комплекса необходимо использовать теорему Байеса (если рассматривать отношения шансов.), т.к. взаимная

зависимость дополнительных сведений с доказательством и тезисом характеризуется условными вероятностями.

Для вспомогательных комплексов суммирования и накопления (рассеяния) доказательств необходимо использовать другие формулы.

Обозначим через W_i параметр, который характеризует весомость i -го доказательства (это может быть вероятность, параметр нечеткого множества и др.), в модели Эйсмана – параметр пропорциональный ширине полосы.

Для вспомогательного комплекса суммирования доказательств результирующий значение $W_{рез}$ определяется наименьшим из W_i , т.е. $W_{рез} = \min (W_1, W_2, \dots, W_N)$.

Для вспомогательного комплекса накопления доказательств объединяемые доказательства следует рассматривать как независимые, поэтому результирующий значение $W_{рез}$ следует рассчитывать по следующей формуле:

$$W_{рез} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - W_i).$$

Для вспомогательного комплекса рассеяния и для отношения шансов подобные формулы имеют иной вид. Такой подход может быть использован при построении модели анализа фактов и формирования результирующего вывода.

Важной особенностью данного подхода является то, что используют байесовскую интерпретацию вероятности, которая определяется как степень уверенности в истинности суждения и является альтернативой частотной интерпретации вероятности. Для нахождения байесовской вероятности не требуется проведения большого количества повторяющихся испытаний, иногда ее называют логической или субъективной вероятностью.

Таким образом, байесовский подход позволяет использовать количественную меру степени достоверности вывода или факта и объективное правило его учета в совокупности с другими доказательствами и аргументами.

Вербальные формулировки и количественные показатели достоверности

Как отмечалось выше, согласно рекомендациям [5, 12], достоверность информации выражают в вербальной форме, многие формулировки в документах и выводы экспертов также обычно представляются вербально, кроме того, ЛПР и другие потребители аналитических продуктов так же в основном работают с вербальной информацией. Поэтому в процессе проведения анализа и подготовки итогового продукта необходимо, от численных значений количественного показателя неопределенности или достоверности (например, отношения правдоподобия) переходить к вербальным формулировкам или наоборот. Поэтому необходимо сформировать вербальную шкалу, в которой формулировки должны быть упорядочены в зависимости от степени доверия.

Впервые, такую шкалу предложил Стивен Тулмин, в разработанной им модели аргументации эту функцию выполняет **квалификатор** (*qualifier*). Основы разработанного им метода он изложил в книге «Использование аргументации» [29, с.87-194], которая впервые была опубликована в 1958 году.

Квалификатор определяет весомость утверждения и отражает степень доверия к выводу. Квалификаторы обычно ассоциируются с сомнениями по поводу обоснованности доказательств, наличием контраргументов и опровержений. В совокупности они передают, насколько уверенно подтверждается утверждение. Понятие правдоподобия (вероятности), которое использует Тулмин, представляет собой модальный оператор, посредством которого категорическое суждение превращается в осторожное. Например, утверждения «завтра будет дождь» и «вероятно, завтра будет дождь» отражают различную степень правдоподобия одного итого же утверждения.

Эквивалентность вербальных формулировок на разных языках установить трудно, вербальная шкала Тулмина приведена на рисунке 7, а варианты перевода английских терминов на русский язык представлены в таблице 4.



Рисунок 7. – Вербальная шкала степени правдоподобия Тулмина.

Таблица 4. – Вербальные формулировки степени правдоподобия

Вербальная форма	Эквивалент на русском языке
<i>absolute uncertainty</i>	абсолютная неопределенность
<i>unlikely</i>	маловероятно, неправдоподобно
<i>possibly</i>	возможно; может быть
<i>likely</i>	подходящий; пригодный, перспективный
<i>probably</i>	вероятно, наверное
<i>absolute certainty</i>	абсолютная определенность

С позиции теории шкал [30] такая шкала является разновидностью порядковой шкалы. Для такой шкалы допустимы лишь операции эквивалентности и упорядочивания (больше, меньше). Для того, чтобы были допустимы все математические операции, необходимо задать реперные точки и определить количественные интервалы между ними, однако сделать это можно только по соглашению.

Например, можно установить соответствие между таблицами 3 и 4. Для численных значений вероятностей и LR, необходимо стандартизировать вербальные формулировки, которая обеспечит однозначную связь с количественными значениями параметров [31].

Различные варианты вербальных формулировок предлагались многими авторами, во многом эти шкалы аналогичны друг другу, однако некоторые из них различаются выбором реперных точек, а также используемыми формулировками. Первым нормативным документом, который устанавливал стандартные вербальные формулировки был американский стандарт ASTM E 1658-04, который используется в экспертизе документов. Однако этот документ имеет ограниченное распространение.

Авторитетный британский специалист в области криминалистики и применении статистических методов И. Эвэт в докладе на пленарном заседании Первой Конференции Европейской Академии Судебной Экспертизы [32] отмечал, что необходимо разработать единый стандарт шкалы интерпретации LR для судебной сферы, по его мнению, ENFSI⁴ является идеальной организацией для реализации этой идеи и её продвижения в XXI веке. В качестве основы для обсуждения он предложил следующую шкалу (см. таблицу 5).

Таблица 5. – Вербальная шкала, предложенная И. Эвэтом (1997).

LR	Verbal equivalent	Вербальный эквивалент
1 to 10	Limited support	Ограниченное подтверждение
10 to 100	Moderate support	Умеренное подтверждение
100 to 1000	Strong support	Сильное подтверждение
Over 1000	Very strong support	Очень сильное подтверждение

⁴ ENFSI – Европейская сеть институтов судебной экспертизы.

В 2010 году в ENFSI был открыт проект Укрепление оценки результатов судебной экспертизы во всей Европе (STEOFRAE), в ходе выполнения, которого было разработано руководство ENFSI по количественному представлению выводов эксперта [33], в котором приведены общие рекомендации по формированию вывода и приведена шкала LR и соответствующие вербальные формулировки (см. табл. 6). В предлагаемой шкале принято большее количество реперных точек (причем добавлены значения для $LR > 1000$), а также рекомендуются более многословные формулировки, причем предлагается два варианта фраз.

Данное руководство предназначено для правовой сферы, его значение определяется тем, что в данной сфере принимаются решения, которые имеют юридическую силу, поэтому недопустимы неоднозначные трактовки.

Вместе с тем такой подход можно применять и в других областях, для количественного выражения достоверности фактов и выводов, в том числе представленных в вербальной форме. В результате можно будет использовать байесовский подход при формировании вывода в сложной ситуации.

Таблица 6. – Вербальная шкала ENFSI

LR	Verbal equivalent (two options of phrasing are suggested) Вербальный эквивалент (предложено два варианта формулировки)
1	<i>The forensic findings do not support one proposition over the other.</i> Выводы исследования не поддерживают ни одного предположения <i>The forensic findings provide no assistance in addressing the issue</i> Результаты исследований не позволяют решить проблему
2-10	<i>The forensic findings provide weak support for the first proposition relative to the alternative.</i> Выводы исследований слабо подтверждают первое предположение относительно альтернативы. <i>The forensic findings are slightly more probable given one proposition relative to the other.</i> Выводами исследований более вероятны для одного предположения относительно другого.
10-100	<i>...provide moderate support for the first proposition rather than the alternative</i> .. дают умеренную поддержку первого предположения, а не альтернативного <i>...are more probable given...proposition...than proposition...</i> .. более вероятно будет предположение..., чем предположение...
100-1000	<i>...provide moderately strong support for the first proposition rather than the alternative</i> ...умеренная поддержка первого предположения, а не альтернативы <i>...are appreciably more probable given... proposition...than proposition...</i> ..существенно более вероятно будет предположение..., чем предположение...
1000-10000	<i>...provide strong support for the first proposition rather than the alternative</i> ...решительная поддержка первого предположения, а не альтернативы <i>...are much more probable given... proposition...than proposition...</i> ..гораздо более вероятно... предположение..., чем предположение...
10,000 1,000,000	<i>...provide very strong support for the first proposition rather than the alternative</i> обеспечивают очень решительную поддержку для первого предположения, а не альтернативой <i>...are far more probable given... proposition...than proposition...</i> гораздо более вероятно предположение..., чем предположение
1,000,000 and above	<i>...provide extremely strong support for the first proposition rather than the alternative</i> .. получена чрезвычайно мощная поддержка первого предположения, а не альтернативы <i>...are exceedingly more probable given... proposition...than proposition...</i> ..чрезвычайно более вероятно предположение..., чем предположение...

При стандартизации вербальных формулировок необходимо определиться: формулировки должны быть развернутыми, либо краткими. Возможно, необходимы

стандартные формулировки двух видов, которые имеют ясную и однозначную интерпретацию, возможно необходимы различные варианты для различных сфер деятельности. Здесь, в первую очередь, необходимо учитывать мнение потребителей результатов анализа.

Заключение

На основе рассмотренных подходов следует разработать методические пособия и соответствующее программное обеспечение, которое может использоваться при проведении анализа противоречивой информации, представленной в вербальной форме и подготовки итоговых аналитических продуктов в различных сферах деятельности.

Список литературы

- [1] Williams, H.J. Defining second generation open source intelligence (OSINT) for defense enterprise/ H.J. Williams, I. Blum/ National Defense Research Institute Report. RAND Corporation, Santa Monica, California, – 2018. – 63 с.
- [2] Bean, H. No more secrets. Open source information and the reshaping of U.S. intelligence/ H. Bean. Foreword by Senator Gary Hart/ Praeger security international, – 2011. – 240 с.
- [3] Конкурентная разведка/учеб. пособие: [в 2 ч.] / под ред. Е. Л. Ющука, А. А. Мальцева; [авт. кол.: Е. Л. Юшук, Д. В. Петряшов, А. В. Кузин и др.] – Екатеринбург: [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 2015. – Ч. 1. – 210 с. 2016. – Ч. 2. – 224 с.
- [4] National Intelligence: A consumer's guide. 2009. [Электронный ресурс].– Режим доступа: https://www.dni.gov/files/documents/IC_Consumers_Guide_2009.pdf. – Дата доступа: 26.10.2018
- [5] Open Source Intelligence Tools and Resources Handbook/ i-Intelligence, 2018. – 327 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.i-intelligence.eu. – Дата доступа: 26.10.2019.
- [6] Omand, D. Introducing Social Media Intelligence (SOCMINT)/ D. Omand, J. Bartlett, C. Miller/ Intelligence and National Security. 2012. – Vol. 27, No. 6, – с. 801–823.
- [7] Army Techniques Publication: ATP 2-22.9. Open-Source Intelligence/ Headquarters, Department of the Army. Washington, DC, 10 July 2012. – 91 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fas.org/irp/doddir/army/atp2-22-9.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2020.
- [8] Friedman J.A. Assessing uncertainty in intelligence/ J.A. Friedman, R. Zeckhauser. RWP12-027, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.hks.harvard.edu. – Дата доступа: 03.10.2019
- [9] The Deepening Crisis in the USSR: Prospect for the next Year/ NIE 11-18-90/ Director of Central Intelligence. November 1990. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cia.gov/library/readingroom/docs/19901101.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2020.
- [10] Моретти, Ф. Дальнее чтение / пер. с англ. А. Вдовина, О. Собчука, А. Шели. Науч. ред. перевода И. Кушнарева. —М.: Изд-во Института Гайдара, 2016. —352 с.
- [11] Army Techniques Publication: ATP 2-33.4. Intelligence Analysis/ Headquarters, Department of the Army. Washington, DC, 18 August 2014. – 146 с. [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://fas.org/irp/doddir/army/atp2-33-4.pdf>. – Дата доступа: 26.10.2019.
- [12] Руководство ОБСЕ по полицейской деятельности на основе оперативных данных и информации/ ОБСЕ, Вена, 2017.
- [13] Айсина, Р.М. Обзор средств визуализации тематических моделей коллекций текстовых документов/ Р.М. Айсина// Машинное обучение и анализ данных. – 2015. – том 1(11). – с.1584 – 1618.
- [14] Силен, Д. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных / Д. Силен, А. Мейсман, А. Мохамед. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.
- [15] Data Mining. A knowledge discovery approach / K. Clos [et al.]. – Springer, 2007. – 606 p.
- [16] Нефедов С.Н. Применение методов интеллектуального анализа данных в криминалистике и судебной экспертизе / С.Н. Нефедов, В.А. Пархименко, М.М. Татур // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы.- Минск, Право и экономика, 2017 – 2 (42). – С.59-68.
- [17] Нефедов С.Н., «Когнитивная графика и визуальная аналитика в интеллектуальных системах поддержки принятия решений» MILEX.INNOVATIONS-2019. 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения», (Минск, 16-17 мая 2019 г.). Сборник научных статей. Часть 5. Минск, Лаборатория интеллекта, 2019. – с. 87-89.
- [18] Roberta Wohlstetter. Pearl Harbor: Warning and Decision. California, Stanford: Stanford University Press, 1962. – 426 p.
- [19] Нефедов, С.Н. Визуальные методы аргументации и доказывания/ С.Н. Нефедов // Проблемы укрепления законности и правопорядка: наука, практика, тенденции. НПЦ Генеральной прокуратуры Республики Беларусь. Сборник научных трудов. Вып 9, т.2 . – Минск: БГУ, 2016 – с. 195-204.

- [20] Hay B. L., Les Demoiselles d'Evanston: On the Aesthetics of the Wigmore Chart / B. L. Hay // *Law, Probability & Risk*, № 7, 2008, С. 211-224.
- [21] Anderson T. *Analysis of Evidence* / T. Anderson, D. Schum, W. Twining // Cambridge University Press, 2005. – 401 с.
- [22] Эйсман А.А. *Логика доказывания*/ А.А. Эйсман. – М: Юридическая литература, 1971. – 112 с.
- [23] Нефедов С.Н. *Графические методы в доказывании: сопоставление методов Вигмора и Эйсмана*/ С.Н. Нефедов, // *Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы*. - Минск, Право и экономика, 2015 – 2 (38). – С.47-57.
- [24] Белкин Р.С. *Криминалистическая энциклопедия*/ Р.С. Белкин – М.: Мегатрон XXI, 2000.– 333с.
- [25] Заде Л. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений*/ Перевод с англ. Н. И. Ринго, Под ред. Н. Н. Моисеева и С. А. Орловского, М.: Мир, 1976.
- [26] Нефедов, С.Н. *Модель доказывания Тулмина и количественные показатели достоверности вывода*/ С.Н. Нефедов// *Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы: сб. науч. тр. / НПЦ Гос. ком. судеб. экспертиз Респ. Беларусь. – Минск: Право и экономика, 2017. – Вып. 1/41. – С. 87–93.*
- [27] Taroni F. *Bayesian networks for probabilistic inference and decision analysis in forensic science*/ F.Taroni, A. Bidermann, S. Bozza, P. Garbolino, C. Aitken. 2-nd edition. Wiley, 2014
- [28] Нефедов, С.Н. *Байесовская сеть доверия и графический метод Эйсмана*/ С.Н. Нефедов // *12 Criminalistics and Forensic Expertology: science, studies, practice. – Vilnius, Warszawa, 2016. – С. 147–164.*
- [29] Toulmin S.E. *The Uses of Argument*/ S.E. Toulmin// Updated Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2003, 247с.
- [30] Брянский , Л.Н. *Шкалы, эталоны, практика*/ Л.Н.Брянский, А.С.Дойников, Б.Н. Крупин. – М.: ВНИИФТРИ.– 2004 г.– 222 с.
- [31] Нефедов, С.Н. *Байесовский подход к оценке доказательств и стандартизация вербальных формулировок выводов эксперта* / С.Н. Нефедов// *Проблемы укрепления законности и правопорядка: наука, практика, тенденции: сб. науч. тр. / НПЦ проблем укрепления законности и правопорядка Генеральной прокуратуры Респ. Беларусь.– Минск: РИПО, 2015. – Вып. 8. – С. 187–195.*
- [32] Iw Evett. *Towards a uniform framework for reporting opinions in forensic science casework*/ Plenary lecture presented at the First Meeting of the European Academy of Forensic Sciences, Lausanne, Switzerland, 1997.
- [33] ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science. Approved version 3.0.

ANALYSIS AND INTERPRETATION OF THE VERBAL FORM CONTRADICTIVE INFORMATION

S.N. Nefedov
Senior Researcher

*State Enterprise “Center for Radio Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Senior Researcher.*

Abstract. The methods used in the preparation of analytical products in various fields of activity are considered. The analyzed information can be of various types: numerical data, graphic or video objects, however, a significant part of the information is verbal, while information from various sources can be contradictory and have a different degree of reliability. Analysis methods depend on the type of problem being solved, which can be divided into three main types: monitoring the dynamics of events, identifying unobvious patterns and analyzing complex situations. It is proposed to use the methods of forensics and legal evidence for the analysis of conflicting information. Various approaches that can be used to quantify the accuracy of verbal information are analyzed.

Keywords: analytical product, open sources, contradictive information, verbal form, uncertainty, analysis methods, visualization, forensics, Bayes theorem, probability, likelihood ratio.

УДК [611.018.51+615.47]:612.086.2

СПОСОБЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОШИБОК ВЫПОЛНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ НА SMART-ТРЕНАЖЕРЕ



А.В. Кукареко

Магистрант кафедры информатики БГУИР.



С.Н. Нестеренков

Доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
E-mail: sasha.kukareko@gmail.com, nsn@bsuir.by

А.В. Кукареко

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в 2017. Магистрант БГУИР.

С.Н. Нестеренков

Окончил БГУИР в 2007 году по специальности "Программное обеспечение информационных технологий", окончил магистратуру БГУИР в 2008 по специальности "Системный анализ, управление и обработка информации", окончил аспирантуру БГУИР в 2013 по специальности "Системный анализ, управление и обработка информации", окончил магистратуру БГУИР в 2013 по специальности "Экономика и управление народным хозяйством", в 2017 защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности "Системный анализ, управление и обработка информации".

Аннотация. В докладе рассматривается возможность использования алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей для классификации качества выполнения упражнения по показаниям с датчика установленного на "умном" тренажере. Демонстрируется полученный результат и оценка решения задачи. Использовались следующие виды алгоритмов машинного обучения: метод опорных векторов, LSTM-сети и сверточные LSTM-сети.

Ключевые слова: Интернет вещей, временные ряды, нейронные сети, LSTM, сверточные LSTM, метод опорных векторов.

В настоящее время активно развиваются и повсеместно внедряются технологии «интернета вещей». Интернет Вещей (Internet of Things – IoT) – это концепция, в которой устройствам (объектам) реального мира, оснащенным различными датчиками и доступом в интернет, предоставлена возможность автономного обмена полезной информацией между собой, сервером и другими потребителями [1]. С активным внедрением технологий 5G, по прогнозам многих аналитиков, «вещей» (things) в сети появится в тысячи раз больше при гораздо большем трафике, скорости и мизерной задержке передачи данных. Одними из ключевых направлений развития и внедрения «интернета вещей» являются отрасли здравоохранения, реабилитации и фитнеса. Основными преимуществами использования интернета вещей и других smart-решений для сферы здравоохранения являются:

- повышенная мобильность сотрудников, продуктивность их работы;
- сбор данных о пациенте с последующим анализом;
- снижение риска ошибки и просчета из-за человеческого фактора;

- уменьшение затраты на лечение и восстановление;
- внедрение новых методов профилактики и диагностики заболеваний.

Своевременный анализ данных пациента может значительно сократить срок его реабилитации либо предупредить наступление заболевания. Активное внедрение «умных» датчиков в различные устройства, помогает и упрощает диагностику и анализ, однако возрастающее количество данных затрудняет анализ человеком в режиме реального времени. Для решения этой проблемы применяются различные алгоритмы, в том числе машинное обучение.

В статье рассматривается тренажер с 6-ти осевым датчиком положения (гироскоп и акселерометр). Датчик работает с частотой 20Hz и оснащен вычислительным модулем, который предоставляет еще 3 дополнительных параметра: pitch, roll, yaw. Пример выходных данных можно посмотреть в таблице 1.

Таблица 1. – Выходные данные 6-ти осевого датчика.

acc_x	acc_y	acc_z	gyro_x	gyro_y	gyro_z	roll	pitch	yaw
0.0418	-0.3922	-0.2517	-0.0609	2.0121	-0.1829	2.5111	-26.991	4.1909
0.0483	-0.3905	-0.2476	-0.1219	2.4390	-0.3048	2.5045	-26.877	4.1830
0.0456	-0.3877	-0.2473	-0.0609	2.8048	-0.3048	2.4871	-26.745	4.1745

Где:

- acc_x, acc_y, acc_z – параметры акселерометра;
- gyro_x, gyro_y, gyro_z – параметры гироскопа.
- pitch (тангаж) - угол вращения вокруг оси x относительно датчика в диапазоне от -180 до 180 градусов;
- roll (крен) - угол вращения вокруг оси y относительно датчика в диапазоне от -90 до 90 градусов;
- yaw (Рысканье) - угол вращения вокруг оси z относительно датчика в диапазоне от 0 до 360 градусов.

Параметры roll, pitch и yaw вычисляются датчиком в режиме реального времени, являются частью «связанной системы координат» и применяются во многих «смарт» устройствах, например в смартфонах (рисунок 1), предоставляя дополнительные возможности и данные для анализа.

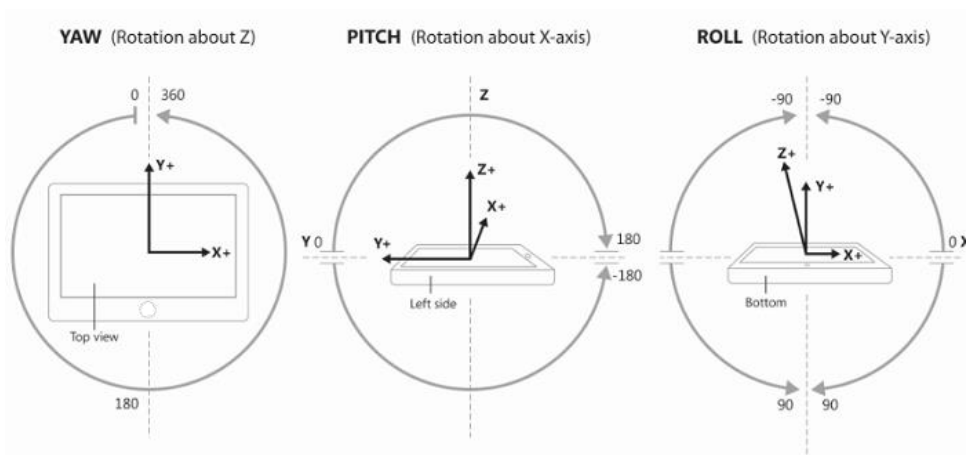


Рисунок 1. – Roll, pitch и yaw в «смарт» устройствах.

В статье рассматривается тренажер, в котором датчик установлен таким образом, чтобы вращение происходило относительно оси x. Соответственно параметр «pitch» является наиболее информативным.

Упражнения на тренажере представляют из себя последовательные маятникообразные движения. Задача пациента выполнять движения равномерно, соблюдая заданный системой или доктором интервал для повторения и диапазон (угол отклонения). На рисунке 2 представлен график «хорошо» выполненного упражнения.

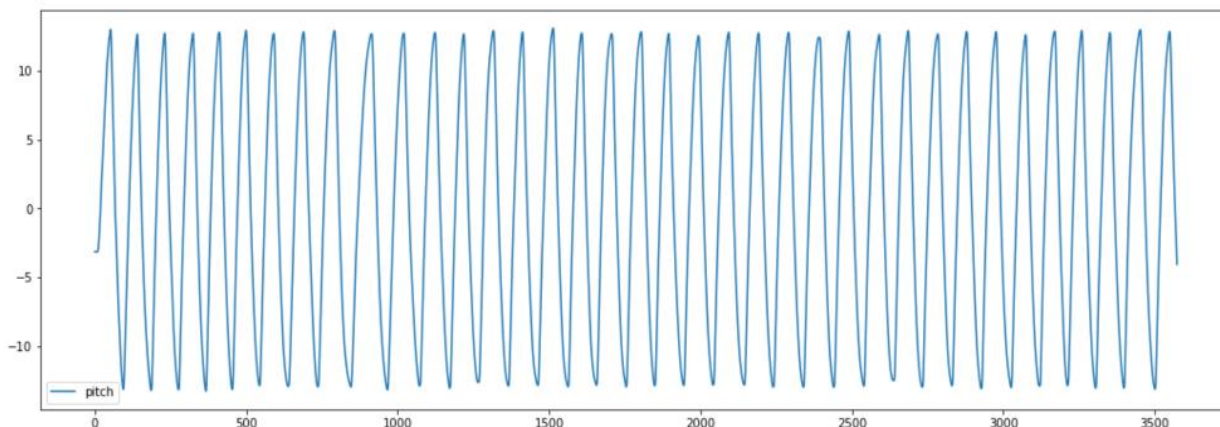


Рисунок 2. – График хорошо выполненного упражнения.

Отсутствие правильной техники и систематические ошибки во время выполнения упражнения могут не только негативно сказаться на скорости реабилитации, но также могут привести к серьезным травмам. Быстрое выявление таких ошибок и их исправление является неотъемлемой частью деятельности доктора, который проводит реабилитацию. Поэтому постоянное наблюдение доктора за пациентом и его техникой является важной стратегией реабилитации.

Ошибки во время выполнения упражнения могут быть как единичными, так и систематическими, могут появляться как в начале, середине так и в конце упражнения, примеры ошибок во время выполнения упражнения показаны на рисунке 3.

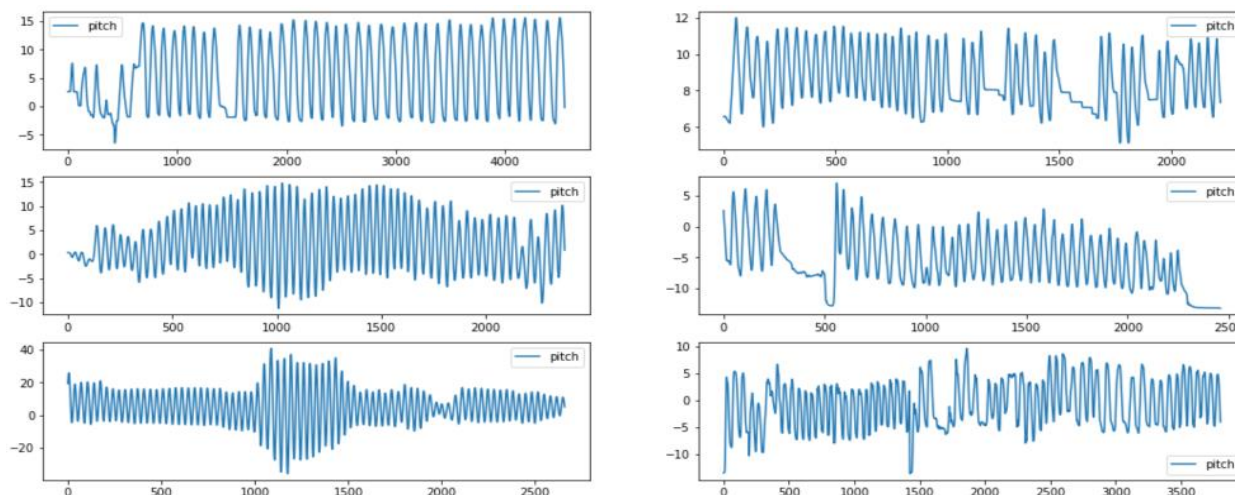


Рисунок 3. – Графики плохо выполненных упражнений.

Данные об упражнении представлены в виде временных рядов не фиксированной длины. Длина упражнения зависит от количества повторений и скорости их выполнения «пациентом». Выявление ошибок выполнения упражнения близкое к реальному времени поможет значительно улучшить технику выполнения упражнения «пациентом» и снизит риск ошибки из-за человеческого фактора.

Данную проблему можно свести к «классификации последовательностей» (sequence classification). Для решения такого рода задач часто применяются следующие алгоритмы [2].

Метод опорных векторов (SVM) - это набор алгоритмов обучения с учителем, использующихся, в основном, для задач классификации. Основная идея алгоритма состоит в том, чтобы построить гиперплоскость и разделить таким образом объекты выборки оптимальным способом. Алгоритм работает в предположении, что чем больше расстояние между разделяющей гиперплоскостью и объектами разделяемых классов, тем меньше будет средняя ошибка классификатора.

Преимуществами метода опорных векторов является:

- высокое быстродействие;
- единственно верное решение, за счет сведения решения к задаче выпуклого квадратичного программирования.

Недостатками метода опорных векторов являются:

- чувствительность к шумам;
- стандартизации исходных данных;
- отсутствие общего подхода к автоматическому выбору ядра в случае линейно неразделимости классов [3].

Так как данные упражнения являются набором последовательностей положения датчика, важным является не только анализ самих признаков, а так же анализ их последовательности. Для решения такого типа задач используют нейронные сети, способные "запоминать" контекст, а именно рекуррентные нейронные сети (RNN). В структуре рекуррентных нейронных сетей присутствуют механизмы, позволяющие запоминать информацию, и использовать её для решения последующих задач.

Долгая краткосрочная память (Long short-term memory; LSTM) – особая разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долгосрочным зависимостям и на многих задачах значительно превосходит стандартную версию (RNN). LSTM-сети хорошо приспособлены к обучению на задачах классификации, обработки и временных рядов в случаях с неопределённой продолжительностью и границами.

LSTM слой обычно состоит из N модулей. Подробная структура «базового» модуля LSTM показана на рис 4. В модуль LSTM размещены три «гейта», а именно входной (input gate), выходной (output gate) и очистки памяти (forget gate). Эти три элемента играют ключевую роль для определения того, какую информацию следует запомнить. Временная память в LSTM реализована благодаря поочередному переключению «гейтов», это так же решает проблему вымывания и взрыва градиента, что актуально для RNN сетей.

Основой LSTM является состояние ячейки (cell state) - горизонтальная линия, проходящая сквозь верхнюю часть диаграммы.

Состояние ячейки - это что-то типа ленты конвейера. Она движется прямо вдоль всей цепи модулей только лишь с небольшими линейными взаимодействиями. Информация может просто проходить по ней без изменений.

LSTM имеет способность удалять или добавлять информацию из ячейки состояния, однако эта способность тщательно регулируется структурами, называемыми «гейтами» (gates).

Гейт - это способ избирательно пропускать информацию. Он состоит из sigmoid-слоя и операции поточечного умножения (pointwise multiplication).

На вход sigmoid-слоя поступает значение между 0 и 1, определяя тем самым пропускную способность гейта. Ноль - “ничего не пропускать”, один - “пропускать все”.

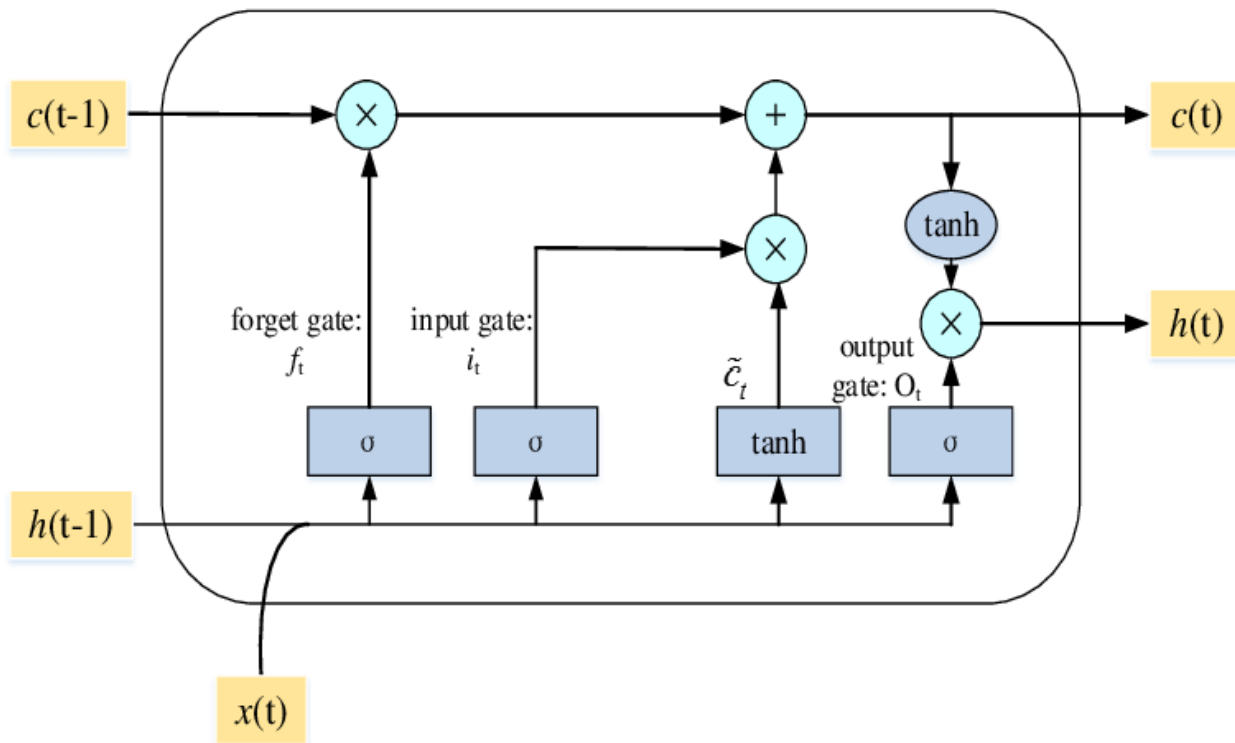


Рисунок 4. –Структура LSTM модуля.

Принцип работы модуля LSTM:

- На первом этапе модулю нужно решить, какую информацию нужно выбросить из состояния ячейки. Это решение принимается sigmoid-слоем, называемым «гейтом очистки памяти». Он получает на вход $h(t-1)$ и $x(t)$ и выдает на выходе число от 0 до 1 для каждого номера в состоянии ячейки $c(t-1)$. 1 означает «сохранить», а 0 — «избавиться»;
- На втором этапе нужно решить, какую информацию стоит сохранить в ячейку. Это действие проходит в два этапа. В первом этапе, входной sigmoid-слоем (input gate) решает, какие значения нужно обновить. Во втором этапе \tanh -слой создает новый вектор $c(t)$ кандидатов на новые значения, который может быть сохранен в ячейку;
- Следующим этапом является обновление состояния ячейки $c(t-1)$ до нового состояния $c(t)$: состояние ячейки на $f(t)$ "гейт очистки памяти" (forget gate), «очищая» то, что ранее было решено «очистить». Затем прибавляем $i(t) * c(t)$ – новые значения-кандидаты;
- В заключительном этапе нужно решить, какой результат мы собираемся подать на выход. Результат будет являться отфильтрованным состоянием ячейки. Сначала sigmoid-слоем решает, какие части состояния ячейки подать на выход. Затем состояние ячейки через пропускается через \tanh -слой, для преобразования сигнала в диапазон $[-1, 1]$, и затем умножаем его на выход sigmoid-слоя [4].

Так же в целях повышения качества классификации применяются комбинированные решения, например такие как гибридный сверточной нейронной сети (CNN) и LSTM-сети.

Сверточные нейронные сети (CNN - convolutional neural network) - специальная архитектура искусственных нейронных сетей. Название сеть получила из-за наличия операции «свертки». Данный тип сети получил широкое распространение после победы на конкурсе ImageNet. Изначально сеть использовалась для классификации изображений, затем

данный подход был применен и к другим типам задач [5]. Слои свёртки и субдискретизации состоят из нескольких «уровней» нейронов, называемых картами признаков (feature maps). Каждый нейрон такого слоя соединён с небольшим участком предыдущего слоя, называемым рецептивным полем. В случае изображения, карта признаков является двумерным массивом нейронов, или просто матрицей. Другие измерения могут быть использованы, если на вход принимается другой вид данных, например, аудио данные (одномерный массив) или объёмные данные (трёхмерный массив).

Операция свертки позволяет нейронной сети выполнять роль генератора новых или скрытых признаков из "сырых" данных, комбинируя сверточные слои можно на выходе получить более абстрактные признак. В то же время LSTM-сети включают в себя память для моделирования временных зависимостей в задачах временных рядов, и комбинация CNN и LSTM в одной архитектуре уже показала хорошие результаты в таких областях как распознавание речи, генерации описания по видео или изображению. Архитектура такого типа способна фиксировать временные зависимости от признаков, выделенных сверточными слоями.

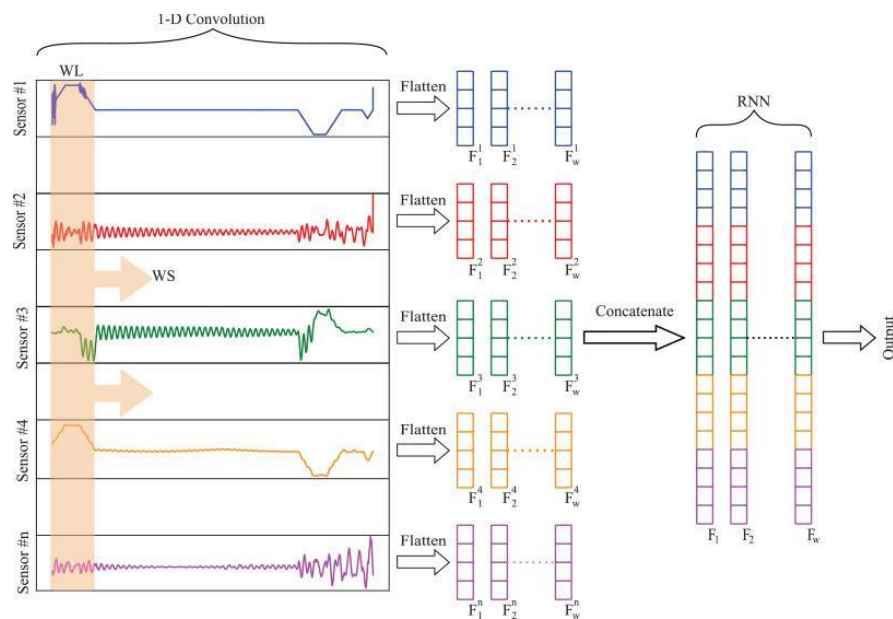


Рисунок 5. – Архитектура CNN LSTM сети.

Архитектура CNN LSTM-сети (рисунок 5) включает в себя одноуровневые слои сверточной нейронной сети (CNN), которые используются для выделения признаков, а затем новые признаки поступают в слои LSTM-сети, которые в свою очередь выявляют временные зависимости.

Для проведения экспериментов была проведена работа по подготовке данных:

– из базы данных упражнений было выделено 1523 файлов «хорошо» выполненных упражнений и 1569 файлов «плохо» выполненных упражнений;

– так как входной вектор модели должен быть фиксированным, а время выполнения упражнения является плавающей величиной, каждый файл был разбит на «окна» состоящие из 80 элементов с нахлестом в 50 %, что эквивалентно 4 секундам;

– датасет составил порядка 85997 «окон»;

– затем датасет был разделен на выборки train - 73360 записей и test - 12600 записей.

Обучающий набор содержит 36759 записи для "хорошо" выполненных упражнений и

"36600" записи для "плохо" выполненных упражнений (рисунок 6). Исходя из этого, можно сделать вывод, что классы сбалансированы, так как доля миноритарного класса составляет 99.5% от мажоритарного.

Так как классы являются сбалансированными, для определения точности модели можно использовать метрику «ассигасу» - «доля правильных ответов».

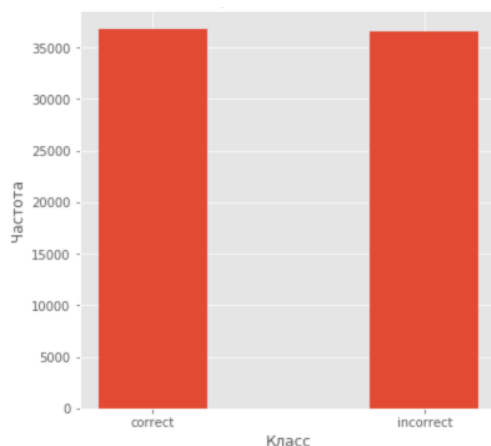


Рисунок 6. – Гистограмма распределения классов.

Первая модель построена на базе метода опорных векторов, с использованием библиотеки “scikit-learn”.

Модель обучалась со следующими параметрами:

- размер вектора признаков – 720;
- ядро – rbf;
- регуляризация C – 1.

Обучение модели заняло 24 минуты 21 секунду, результаты обучения можно увидеть в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты обучения модели на базе метода опорных векторов.

Набор данных	Точность «ассигасу»
Train: 73360	0.915
Test: 12600	0.896

Следующая модель построена на базе LSTM-сети, с использованием библиотеки keras. На рисунке 7 изображена архитектура модели, она состоит из следующих слоев:

1. Input (входной слой): размерность – 80x9;
2. LSTM-слой: выходная размерность: 120, функция активации: гиперболический тангенс;
3. Dropout-слой: коэффициент сброса – 0.5;
4. Dense-слой: размерность: 100, функция активации: relu, и l2 регуляризацией: 0.01;
5. Dense-слой: размерность: 2, функция активации: softmax;
6. В качестве оптимизатора был использован Adam;
7. В качестве функции потерь была использована функция перекрестной энтропии;
8. Количество эпох: 10;
9. batch_size: 64.

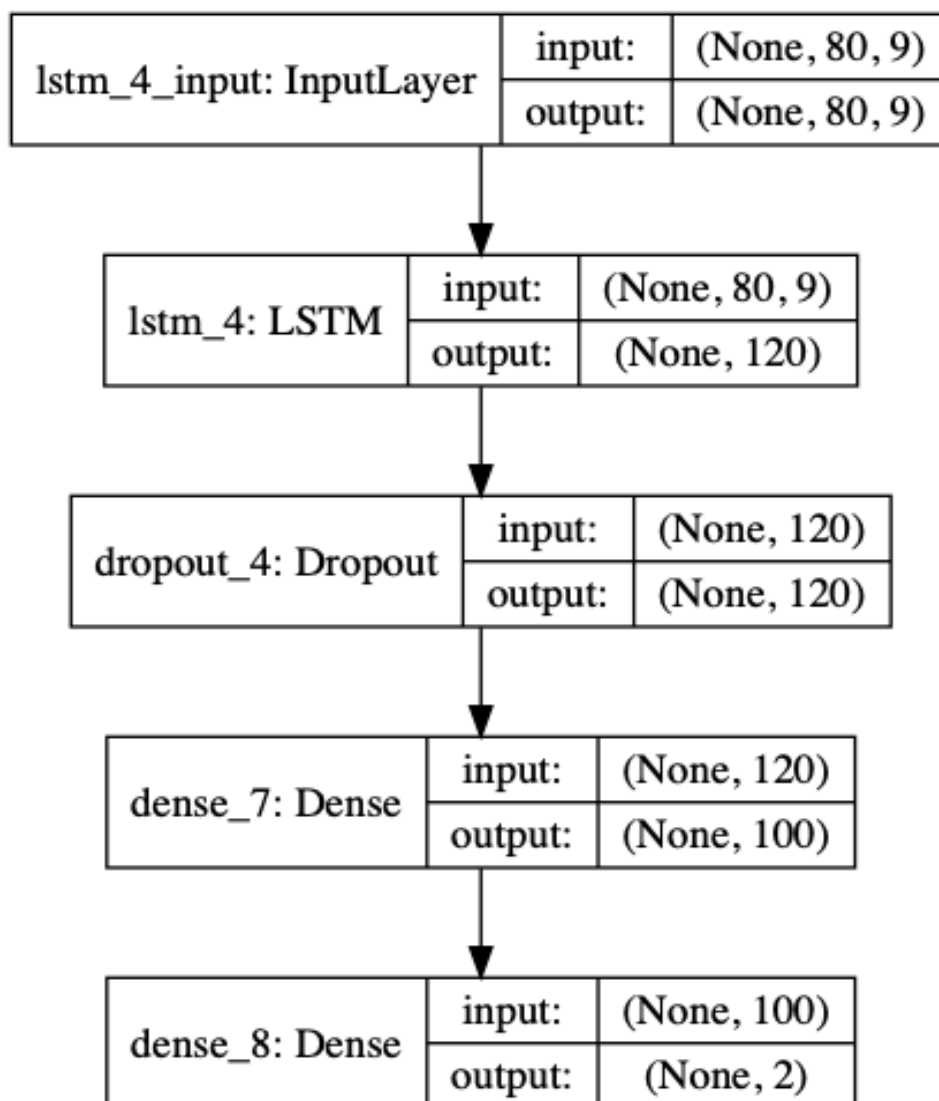


Рисунок 7. – Архитектура модели на базе LSTM-сети.

Обучение модели заняло 14 минут 46 секунд, результаты обучения можно увидеть в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты обучения модели на базе LSTM-сети.

Набор данных	Точность «accuracy»
Train: 62355	0.9735
Valid: 11004	0.9608
Test: 12600	0.9475

Ниже на рисунке 8 представлены кривые обучения модели на базе LSTM на тренировочной и валидационной выборках.

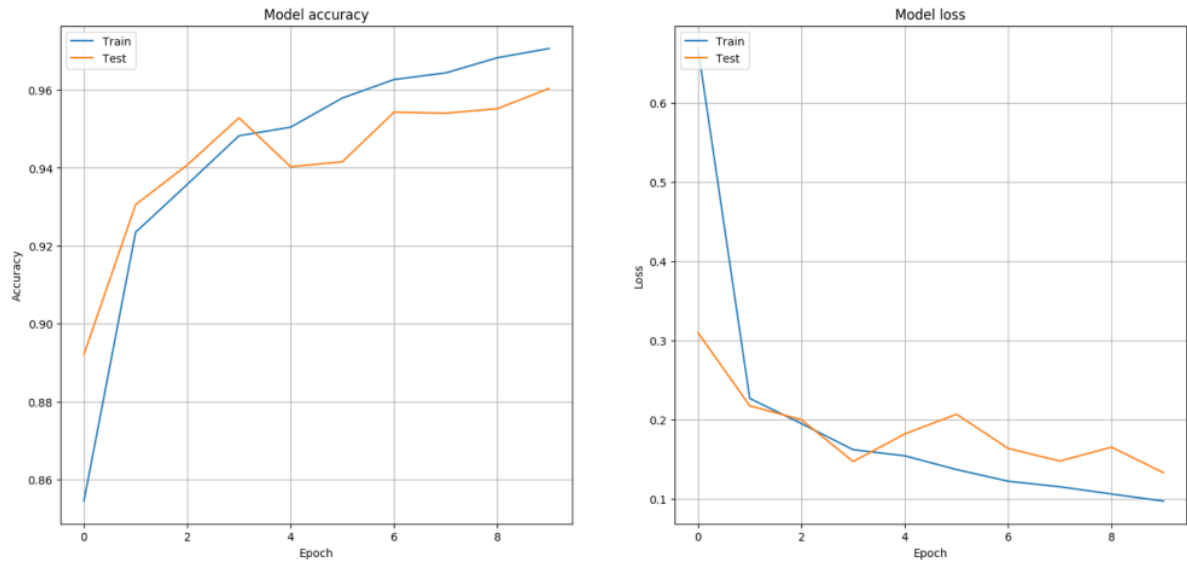


Рисунок 8. – Кривые обучения модели на базе LSTM-сети.

Финальная модель это гибрид CNN и LSTM-сети, построена с использованием библиотеки keras.

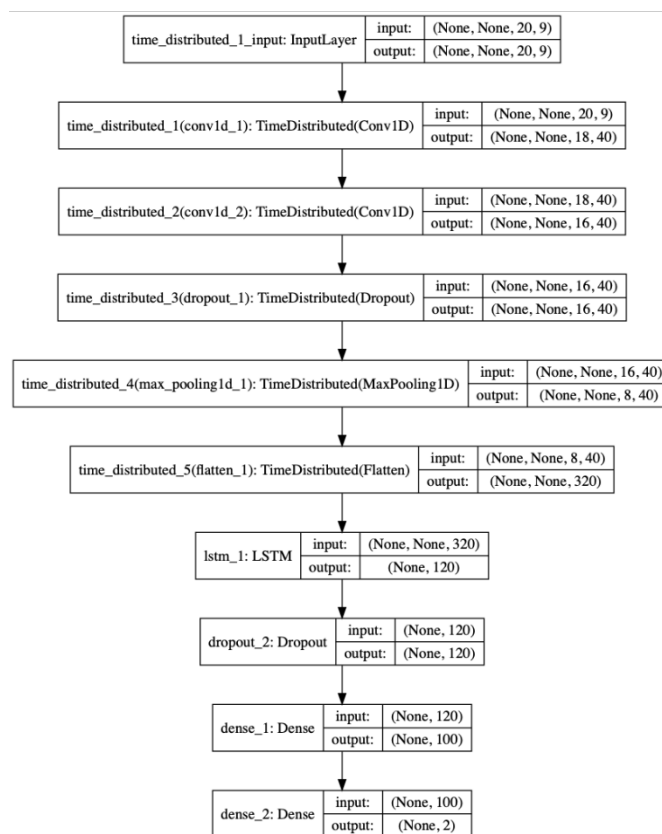


Рисунок 9. – Архитектура модели на базе CNN-LSTM-сети.

На рисунке 9 изображена архитектура модели, она состоит из следующих слоев:
1. TimeDistributed входной-слой: размерность – 20x9;

2. TimeDistributed сверточный-слой: размерность: 1, количество фильтров: 40, функция активации: ReLU, размер ядра: 3;
3. TimeDistributed сверточный-слой: размерность: 1, количество фильтров: 40, функция активации: ReLU, размер ядра: 3;
4. TimeDistributed Dropout-слой: коэффициент сброса – 0.5;
5. TimeDistributed MaxPooling-слой: размерность: 1, размер пула: 2;
6. TimeDistributed Flatten-слой;
7. LSTM-слой: выходная размерность: 120, функция активации: гиперболический тангенс;
8. Dropout-слой: коэффициент сброса – 0.5;
9. Dense-слой: размерность: 100, функция активации: relu, и l2 регуляризацией: 0.05;
10. Dense-слой: размерность: 2, функция активации: softmax;
11. В качестве оптимизатора был использован Adam;
12. В качестве функции потерь была использована функция перекрестной энтропии;
13. Количество эпох: 10;
14. batch_size: 64.

Обучение модели заняло 3 минуты 39 секунд, результаты обучения можно увидеть в таблице 4.

Таблица 4. – Результаты обучения модели на базе CNN-LSTM-сети.

Набор данных	Точность «accuracy»
Train: 62355	0.9715
Valid: 11004	0.9651
Test: 12600	0.955

На рисунке 10 представлены кривые обучения модели CNN-LSTM на тренировочной и валидационной выборках.

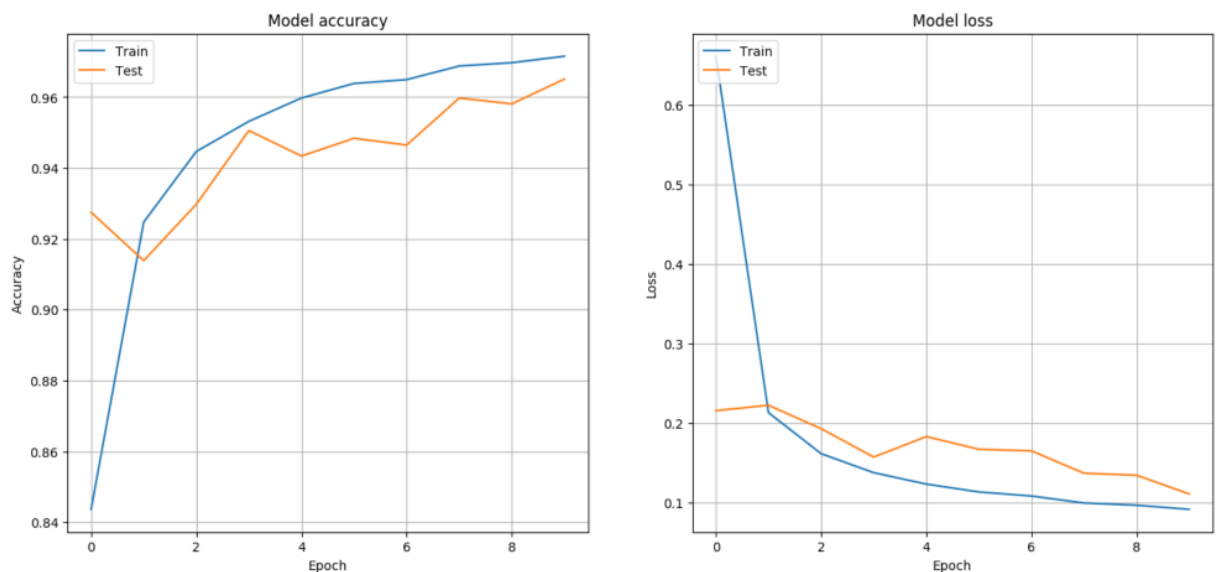


Рисунок 10. – Кривые обучения модели на базе CNN-LSTM-сети.

Таблица 5. – Сравнение результатов моделей.

Модель	Точность «ассигасу»	Время обучения
SVM	0.896	24:21
LSTM	0.9475	14:46
CNN-LSTM	0.955	3:39

В таблице 5 показана сравнительная характеристика моделей: точность и время за которое они обучились. Хуже всего показала себя модель построенная на базе метода опорных векторов, у неё самая низкая точность и самое большое время обучения. В то же время модели на базе LSTM показали значительно лучший результат за меньшее время обучения, что свидетельствует об эффективности этих моделей для решения поставленной задачи.

Гибридная модель CNN-LSTM показала самый лучший результат и самое маленькое время обучения.

Высокая точность обученной модели говорит о том, что её можно применять в «смарт» системах реабилитации для выявления ошибок выполнения упражнения, тем самым повысив эффективность реабилитации, снизив нагрузку на докторов и повысив удовлетворённость «пациентов».

Список литературы

[1.] Нестеренков, С. Н. Применения цифровых двойников и бессерверной архитектуры для управления IoT устройствами / С. Н. Нестеренков, А. В. Кукареко // Информационные технологии и системы 2019 (ИТС 2019) : материалы междунар. науч. конф., Минск, 30 окт. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. - Минск, 2019. - С. 70-71.

[2.] MEX: Multi-modal Exercises Dataset for Human Activity Recognition / A. Wijekoon, N. Wiratunga, K. Cooper [Electronic resource]. – Mode of access: <https://arxiv.org/pdf/1908.08992.pdf>. – Date of access: 24.12.2019.

[3.] Использование метода опорных векторов в задачах классификации / Баев Н.О. // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. – Т.2 №2(4) с. 17-21.

[4.] Как понять LSTM сети - Перевод статьи Кристофера Олаха "Understanding LSTM Networks" [Electronic resource]. – Mode of access: <https://alexsohn.github.io/ml/2015/11/17/LSTM.html> - Date of access: 05.01.2020.

[5.] Нестеренков, С. Н. Использование сверточных нейронных сетей для классификации и анализа тональности текстов / С. Н. Нестеренков, П. А. Федоров, В. А. Денисов // Информационные технологии и системы 2019 (ИТС 2019) : материалы междунар. науч. конф., Минск, 30 окт. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. - Минск, 2019. - С. 248-249.

USING MACHINE LEARNING TO IDENTIFY SERIOUS MISTAKES WHEN TRAINING ON THE SMART TRAINING MACHINE

A.V.Kukareko

*Master's Department
Informatics BSUIR*

S.N. Nesterenkov

*PhD Associate professor of department of the
software of information technologies*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
E-mail: sasha.kukareko@gmail.com, nsn@bsuir.by*

Abstract. The report considers the possibility of using machine learning algorithms and neural networks to classify the quality of the exercises according to data from a sensor installed on a smart training machine. The reached result is demonstrated along with the whole solution evaluation. The following types of machine learning algorithms were used: SVM, LSTM, and convolutional-LSTM networks.

Keywords: IoT, time series, classification, neural networks, LSTM, CNN-LSTM, SVM.

УДК 659.113/115:658.382.015.12:331.101.1

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ–АВТОМОБИЛЬ–ДОРОГА–СРЕДА» НА ОСНОВЕ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОГО ПОДХОДА КАК ПРОБЛЕМА BIG DATA



А.М. Линник

аспирант кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР



А.Г. Давыдовский

доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь
E-mail: agd2011@list.ru*

А.М. Линник

Аспирант кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР. Область научных интересов: проблемы, перспективы и области применения нейронных сетей для анализа и решения широкого спектра прикладных задач.

А.Г. Давыдовский

Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования БГУИР, кандидат биологических наук, доцент. Окончил докторантуру БГУИР по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации». Проводит научные исследования в области социальной информатики, математического моделирования биологических и биосоциальных систем, методологии превентивного управления рисками в социотехнических и инновационных производственных системах. Член ряда международных научных обществ. Автор учебных программ и пособий для студентов и магистрантов.

Аннотация. Статья посвящена системному анализу обеспечения надежности системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» на основе социотехнического подхода с использованием технологий Big Data. Разработаны восемь базовых социотехнических схем для системного анализа и моделирования структурно-функциональной организации системы «водитель–автомобиль–дорога–среда». С помощью предложенных социотехнических схем разработаны формальные стохастические модели надежности системы «водитель–автомобиль–дорога–среда». Подобные стохастические модели и сценарии функционирования системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» могут составить основу для обучения нейросетевых информационно-аналитических интеллектуальных технологий в управлении транспортными потоками и интермодальными терминалами и интегрированными транспортными системами. Обоснована целесообразность разработки электронного «индивидуального риск-паспорта водителя» на основе нейросетевых информационно-аналитических интеллектуальных технологий, технологий Big Data и облачных сервисов.

Ключевые слова: система «водитель–автомобиль–дорога–среда», надежность, системный анализ, стохастические модели, социотехнический подход, дорожно-транспортные происшествия.

Введение. В докладе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на основе анализ информации из 180 стран подчеркивается, что ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибает от 1,24 до 1,3 млн человек, при этом неуклонно возрастает численность автотранспортных средств, в особенности в крупных городах с численностью населения более 1 млн чел. Вместе с тем, в авиакатастрофах ежегодно гибнут около 800 человек, что в 1500 раз меньше, а в железнодорожных катастрофах – в среднем 100 человек в год. Данная статистика свидетельствует о том, что ДТП занимают лидирующие позиции по

смертности по сравнению с другими авариями и происшествиями в мире. Для ДТП характерен значительный материальный ущерб. Для снижения материальных потерь, смертности и травматизма на дорогах непрерывно ужесточаются правила дорожного движения, совершенствуется нормативно-законодательная база, оптимизируются страховые процедуры, возрастают технические требования к средствам передвижения, внедряются интеллектуальные системы мониторинга и контроля транспортных потоков и технического состояния автотранспортных средств в условиях мегаполисов и транспортных коридоров территориально-экономических комплексов. Причиной более 70% ДТП является «человеческий фактор» [1]. При этом гибель в автокатастрофе остается причиной смерти «номер один» для людей в возрасте от 15 до 29 лет. Среди участников дорожного движения наиболее уязвимой группой были признаны мотоциклисты, на долю которых приходится около 23% всех смертельных исходов ДТП. Во многих регионах планеты эта проблема усугубляется. Пешеходы и велосипедисты также входят в число наименее защищенных групп, на которые приходится 22% и 4% случаев смерти в мире соответственно. Некоторые транспортные средства, продаваемые в 80% всех стран мира, не соответствуют базовым стандартам безопасности. Особенно это касается стран с низким и средним уровнем дохода населения. Необходимо отметить, что именно в странах с невысоким и средним уровнями дохода наблюдается около 90% случаев смерти в результате ДТП, тогда как на них приходится только 54% транспортных средств в мире [1, 2]. Как следует из «Доклада о состоянии безопасности дорожного движения в мире за 2015 год», чтобы достигнуть основных целей «Десятилетия действия по обеспечению безопасности дорожного движения» (2011–2020 гг.) и ряда целей в области устойчивого развития необходимо вдвое сократить во всем мире число смертей и травм в результате дорожно-транспортных происшествий к 2020 году [2, 3]. Вместе с тем, ни в одной стране с низким уровнем дохода общая смертность от ДТП не снизилась, что в значительной мере объясняется отсутствием таких мер [4].

Для решения задач мониторинга численности и ситуаций ДТП могут быть эффективно использованы интеллектуальные информационные технологии и технологии Big Data. Вместе с тем, обеспечение снижения частоты ДТП и степени тяжести их последствий может быть достигнуто благодаря повышению надежности системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» на основе социотехнического подхода.

Цель работы – системный анализ обеспечения надежности системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» на основе социотехнического подхода с использованием технологий Big Data.

Проблема надежности социотехнической системы «водитель–автомобиль–дорога–среда». Обеспечение безопасности дорожного движения как динамического процесса, объединяющего множество участников, технических средств, конструктивных элементов и особенностей дорожной инфраструктуры, а также факторов среды, требует многофакторного системного анализа надежности социотехнической системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» (ВАДС), которая характеризуется внушительным массивом параметров, коррелирующих между собой, а значит поддающихся математическому анализу, накоплению и обработке.

На основе результатов эмпирических исследований психофизиологических характеристик водителей автотранспортных средств были выделены важнейшие количественные критерии для оценки функциональной и профессиональной надежности водителей. Предложена концептуальная модель управления надежностью водителей, включающая интегрированную систему параметров психофизиологического состояния человека в системе ВАДС (1):

$$P_{\text{ВАДС}} = f\{UV, RT, TCPS, CTF, SE, MCIDPS, t\} \quad (1)$$

где UV – stability of attention (устойчивость внимания),

EU – emotional stability (эмоциональная устойчивость),

RT-reaction time (время реакции),

TCPS – technical characteristics of the car that affect the psycho-physiological state (множество технических характеристик автомобиля, оказывающих влияние на психофизиологическое состояние водителя),

CTF – characteristics of traffic flow (характеристики дорожного движения, включая плотность и интенсивность транспортного потока, частота остановок, средняя скорость движения),

SE – state of the environment (climatic characteristics, time of day), состояние среды (климатические характеристики, время суток),

MCIDPS – many channels of identification of the driver's psychophysiological state (множество каналов идентификации психофизиологического состояния водителя),

t – профессиональный стаж водителя.

Кроме того, важную роль в управлении надежностью и безопасностью системы ВАДС играют социально-психологические факторы функциональной надежности водителя: отношение к работе, интерес к ней, точность, аккуратность, чувство ответственности, дисциплинированность, трудолюбие; отношение к другим участникам дорожного движения (коллегам по работе, водителям, пешеходам, пассажирам).

Важнейшим фактором безопасности дорожного движения является функциональная надежность водителя – комплексное свойство функциональных систем его организма, которые обеспечивают динамическую устойчивость при выполнении профессиональной деятельности на протяжении определенного периода времени и на заданном уровне качества. Функциональная надежность водителя зависит от таких профессионально важных качеств (ПВК), которые необходимы для его безошибочной и безопасной деятельности в системе ВАДС, как [5, 6]:

- 1) сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов с учетом индивидуально-типологических характеристик (темперамента, интро- и экстраверсии);
- 2) распределение, концентрация, переключение внимания;
- 3) скорость сенсомоторной реакции;
- 4) высокая эмоциональная и стрессоустойчивость;
- 5) низкий или средний уровень ситуативной и личностной тревожности.

Все компоненты системы ВАДС при их совместном функционировании приобретают новые свойства, которые отсутствуют у каждого компонента системы в отдельности. При этом каждый из компонентов системы ВАДС может рассматриваться как система более низкого уровня. Нарушения в работе каждого из компонентов системы ВАДС приводят к снижению ее эффективности (уменьшению скорости движения, немотивированным остановкам, увеличению расхода топлива) или к аварии (дорожно-транспортному происшествию - ДТП).

Методологические основы исследования надежности социотехнической системы ВАДС. В условиях транспортного потока в современном мегаполисе формируется сложная динамическая система, включающая в себя совокупность элементов *человек, автомобиль, дорога*, функционирующих в определенной *среде*. Эти элементы единой дорожно-транспортной системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» (ВАДС) находятся в определенных отношениях и связях друг с другом и образуют целостность. Они формируют факторы риска, которые могут привести к ДТП. основополагающими концепциями и подходами в изучении надежности профессиональной деятельности водителя в системе ВАДС [5–9] выступают:

1. Системный подход Б.Ф. Ломова, позволяющий рассматривать природу психического во множестве внутренних и внешних отношений, как целостной системы,

осуществить анализ особенностей взаимодействия человека и машины в профессиональной деятельности, установить их роль в регуляции деятельности и обеспечении функциональной надежности;

2. Деятельностный подход С.Л. Рубинштейна, А.Н. Леонтьева, Е.А. Климова, Г.С. Никифорова, Г.В. Суходольского, в рамках которого обсуждается необходимость учета причинно-следственных связей на разных уровнях трудового процесса, возможность анализа специфических качеств и свойств личности, которые позволяют субъекту труда осуществлять самоорганизацию, самоконтроль и саморегуляцию в соответствии с условиями деятельности;

3. Концепция «кольца в кольце», предложенная Г.С. Никифоровым, согласно которой самоуправление (саморегулирование) встроено в кольцо механизмов самоконтроля и предполагает сбор и анализ информации о внешней обстановке и условиях, в которых предстоит выполнять деятельность; принятие решения о характере необходимых действий по достижению поставленной цели и выбор соответствующей программы (последовательности) действий; собственно реализация намеченной программы.

Системный анализ надежности социотехнической системы ВАДС включает исследование, моделирование и прогнозирование надежности водителя как ее важнейшего компонента. Такое исследование надежности водителя в системе ВАДС может быть реализовано с помощью психодиагностического комплекса, основанного на методиках, включающих [5, 7]:

- методику многофакторного исследования личности Р. Кеттелла;
- методику «Индикатор копинг-стратегий» Д. Амирхана;
- методику диагностики предрасположенности личности к конфликтному поведению К. Томаса;
- методику выявления и анализ профессионально-важных качеств специалистов системы «Человек–техника»;
- методику для психологической диагностики уровня социальной фрустрированности Л.И. Вассермана, Б.В. Иовлева, М.А. Беребина;
- экспертную оценку степени надёжности водительской деятельности (авторская методика);
- тест «сложная сенсомоторная реакция на свет»;
- тест «пропускная способность зрительного анализатора»;
- тест «реакция на движущийся объект (РДО)».

С точки зрения безопасности дорожного движения интерес для системного изучения представляют как сами факторы риска, так и их различные сочетания, а именно: человек – автомобиль, автомобиль – дорога, дорога – человек.

В 57 % случаев главная причина ДТП - ошибка человека; в 27 % случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и дороги; в 6 % случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и автомобиля; в 3 % случаев причиной ДТП является проблема многостороннего взаимодействия человека, автомобиля и дороги [5–7].

Таким образом, можно выделить четыре ключевых аспекта обеспечения комплексной безопасности дорожного движения:

- повышение безопасности поведения участников дорожного движения (фактор «человек»);
- повышение безопасности транспортных средств (фактор «автомобиль»);
- повышение безопасности дорожной инфраструктуры (фактор «дорога»);
- рациональная организация транспортного потока, специфики движения с учетом технических, социальных, ландшафтных и погодных-климатических условий внешней среды (фактор «среда»).

Можно считать установленным, что наименее надежным элементом системы ВАДС является человек. По некоторым данным, из-за ошибок человека – водителя и пешехода –

происходит более 80% ДТП. Между человеком-пешеходом и человеком-водителем, как основными участниками дорожного движения, имеется существенное различие, обусловленное генетически: пешеход при ходьбе выполняет естественные движения и перемещается с естественной для него скоростью, водитель же совершает своеобразные рабочие движения с относительно небольшой нагрузкой, а скорость его перемещения в десятки раз больше естественной. Водитель в транспортном потоке вынужден действовать в навязанном ему темпе, последствия его решений в большинстве случаев необратимы, а ошибки имеют тяжелые последствия. Причем возраст, а также физиологические, психологические и психофизиологические характеристики водителя являются важнейшими детерминантами надежности системы ВАДС [5].

Возраст водителя как фактор, влияющий на надежность функционирования системы ВАДС, оценивается по вероятности попадания водителей в ДТП. Статистический анализ ДТП, проведенный в разных странах, выявил некоторые общие закономерности, касающиеся возраста водителей. Существуют понятия «младший опасный возраст» и «старший опасный возраст». В целом вероятность попадания молодых водителей в ДТП велика. С увеличением возраста надежность водителя возрастает, но происходит это у мужчин и женщин по-разному: нижняя граница условно-безопасного возраста у мужчин наступает примерно к 26–34 годам, а у женщин – к 23–27 годам. С увеличением возраста водители-женщины раньше водителей-мужчин выходят из условно-безопасного возраста. Старший опасный возраст при одинаковом коэффициенте опасности наступает у женщин в 63 года, у мужчин - в 69. При достижении этих возрастных границ накопленный опыт не компенсирует замедления реакций. Это предоставляет лишь ориентировочную информацию, поскольку не учитываются тяжесть проанализированных ДТП, условий их возникновения и характера (удары в бок автомобиля, фронтальные столкновения, количество участвовавших в ДТП автомобилей и др.) [5, 7, 8]. Мировая статистика свидетельствует, что риск ДТП максимален в случае управления автомобилем молодыми (до 25 лет) и пожилыми (старше 65 лет) водителями. При этом среди молодых водителей и водителей среднего возраста риск ДТП для мужчин значительно выше, чем для женщин, а среди водителей старшего возраста преобладает противоположная тенденция - риск ДТП для женщин старшего возраста выше, чем для мужчин того же возраста [1, 2, 5, 7].

Относительно большая доля ДТП, приходящаяся на молодых водителей мужского пола, выявляет в основном проблему, обусловленную поведением, а для людей пожилого возраста - обусловленную физиологией, хотя опыт водителя старшего возраста способен компенсировать снижение его физических возможностей. Риск ДТП максимален, когда за рулем находится молодой мужчина с опытом первого года вождения. Однако при стаже водителя 5 лет (± 2 года) обнаруживается второй пик риска ДТП. Возникающие на первом году вождения ДТП обусловлены преимущественно недостатком опыта, увеличение риска ДТП на пятом году вождения имеет психологическую природу. Большое влияние оказывает информированность водителей об общей статистике ДТП, периодах времени и участках дорожной сети с повышенным риском ДТП для данного района.

Важнейший вклад в формирование надежности социотехнической системы ВАДС вносит потенциал надежности водителя транспортного средства. Характеристика потенциала надежности водителя представлен в таблице 1.

Конечно же, особое место в повышении риска ДТП в опасных состояниях занимает алкогольное и наркотическое опьянение водителя, а также неконтролируемое применение психотропных препаратов.

К опасным состояниям относятся также утомление и усталость, являющиеся различными понятиями. Утомление как комплекс физиологических изменений в организме человека, вызванных тяжелым или длительным трудом, является конфликтом между требованиями работы и физиологическим снижением работоспособности. По статистике, в

течение двух сверхурочных часов работы аварийность и травматизм на производстве возрастают в 2,5 раза.

Таблица 1. – Характеристика потенциала надежности водителя [5, 7, 10, 11]

№ п/п	Компоненты надежности водителя	Негативные проявления компонентов потенциала надежности водителя
1	Состояние потребностно-мотивационной сферы	<ul style="list-style-type: none"> – Уменьшение потребности в работе водителем; – Снижение профессиональной мотивации; – Неспособность водителя управлять мотивацией и осуществлять рефлексию собственной деятельности, когда этого требуют дорожная обстановка; – Мотивированность на заведомо опасные действия и т.п.
2	Уровень профессиональной готовности (технической и психофизиологической)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Невысокая квалификация водителя; 2. Слабая подготовка к предстоящей поездке; 3. Недостаточная подготовка по предупреждению и парированию нештатных ситуаций на дороге; 4. Неподготовленность в области психофизиологических вопросов вождения.
3	Состояние профессиональной работоспособности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение работоспособности; 2. Полная утрата работоспособности.
4	Уровень развития профессионально важных качеств	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отдельные качества имеют недостаточный уровень развития.

В последние десятилетия с увеличением дальности поездок и скоростей движения появилась новая категория опасного состояния водителя – монотония – психическое состояние, вызванное [5, 7]:

- информационными перегрузками (многократным повторением одних и тех же движений и поступлением большого количества одинаковых сигналов в одни и те же нервные центры),

- информационной недостаточностью (однообразием восприятия, когда организм находится в условиях мало изменяющейся среды, например, при длительном пребывании за рулем на протяженных прямых участках ровной дороги в условиях однообразной местности).

Утомляемость оказывает решающее влияние на способность водителя правильно, быстро и безопасно ориентироваться в дорожной обстановке. Снижение работоспособности вследствие утомления не является чисто физиологическим явлением. Как показали многочисленные исследования, важная роль в процессах утомления принадлежит психологическим факторам, напряжению нервной системы человека.

Главные факторы, вызывающие утомление водителей и другие отклонения во время работы, следующие:

- продолжительность непрерывного вождения автомобиля;
- психофизиологическое состояние водителя перед выездом в рейс или выходом в смену;
- вождение автомобиля в ночное время;
- монотонность и однообразие вождения;
- условия труда на рабочем месте водителя.

Доказано, что после 8 ч работы увеличивается относительное количество ДТП и несчастных случаев, причем сначала, до 10 ч, незначительно, а затем с 11 ч оно становится особенно интенсивным. На первом часу работы по вине водителей допускается около 12% ДТП, а после 8 часов работы - около 26% [5, 7, 10, 11].

Вероятностная модель функциональной надежности системы ВАДС. Основной характеристикой системы ВАДС является ее надежность. Надежность транспортного средства – это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технологического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки. Надежность является комплексным свойством, сочетающим безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость транспортного средства. Надежность системы ВАДС – комплексная характеристика, включающая не только надежность транспортного средства (например, автомобиля), но также надежность водителя и надежность автомобильной дороги как инфраструктурной системы. Если надежность водителя – способность действовать в соответствии с определенными требованиями профессии как в обычных (штатных), так и в критических ситуациях в течение заданного промежутка времени, то надежность автомобильной дороги – это способность дороги как комплексного транспортного сооружения (дорожные одежды, земляное полотно, мосты) обеспечивать безопасное расчетное движение транспортного потока со средней скоростью, близкой к оптимальной, в течение нормативного или заданного срока службы дороги при достаточных значениях других показателей.

Кроме того, на надежность системы ВАДС в различной степени оказывают влияние компоненты транспортной инфраструктуры как совокупности сооружений, зданий, систем и служб, необходимых для поддержания деятельности всех видов транспорта. Если транспортная инфраструктура позволяет осуществлять транспортные перевозки между пунктами отправления и назначения, легко перемещаясь с одного вида транспорта на другой в соответствии с требованиями грузоотправителя, такая транспортная инфраструктура становится мультимодальной и позволяет осуществлять диверсифицированные и комбинированные перевозки.

Система ВАДС – это сложная динамическая система взаимодействия множества компонентов, вносящих свой вклад в управляемость транспортного средства, безопасность передвижения и риски возникновения ДТП. В этой связи разработан комплекс вероятностных моделей функциональной надежности системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» на основе многофакторного анализа состояния ее компонентов. Методологической основой исследования является концепция «совмещенной деятельности водителя», методика психофизиологического анализа причин ДТП, психофизиологическая классификация причин ДТП, концепция потенциала надежности водителя, а также базовые положения теории деятельности (А.Н. Леонтьев), теории функциональных систем (П.К. Анохин, К.В. Судаков). Совмещенная деятельность – это совокупность частных деятельностей, имеющих разные предметы, но направленных на достижение общей конечной цели [12–15].

В рамках концепции «совмещенной деятельности водителя» [13] разработана психофизиологическая методика анализа причин ДТП и их классификация. При этом выделены четыре основные группы ДТП в зависимости от их психофизиологических причин:

– ДТП, обусловленные особенностями потребностно-мотивационной и эмоционально-волевой сфер личности водителя при управлении транспортным средством, обзоре и ориентации в окружающей обстановке, навигации, взаимодействии с другими транспортными средствами, водителями и пешеходами;

– ДТП, обусловленные низкой профессиональной готовностью водителя;

– ДТП, связанные с пониженной профессиональной работоспособностью водителя (снижение работоспособности и эффективности деятельности – различная степень утомления, влияние стрессовых факторов и т. п.; полная дезорганизация профессиональной деятельности – сон, болезнь);

– ДТП, обусловленные недостаточным уровнем развития профессионально важных качеств водителя (плохая концентрация и переключаемость внимания, слабая зрительная память, сниженная зрительно-моторная координация, недостаточное оперативное мышление, нервно-психическая неустойчивость, склонность к риску, агрессивному, аддиктивному или девиантному поведению и др.).

В большинстве развитых стран соответствующими организациями и учреждениями проводится анализ ДТП и определяется причина или причины, которые их вызвали. Естественно, что в разных странах и в разных регионах одной и той же страны дорожные, климатические и иные условия функционирования системы ВАДС существенно различаются, но имеются определенные общие закономерности. Можно считать установленным, что наименее надежным элементом системы ВАДС является человек.

На рисунке 1 представлена схема, соответствующая современным представлениям о структурно-функциональной организации системы ВАДС.

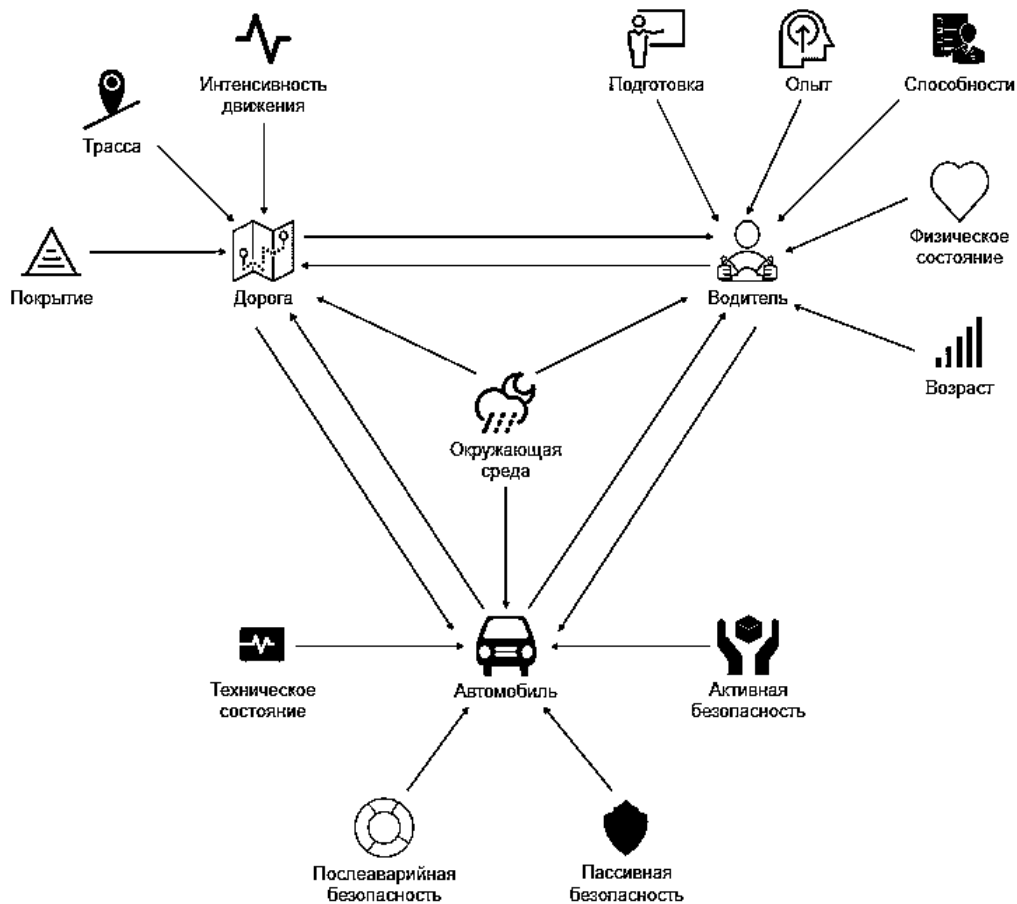


Рисунок 1. –Схема системы «водитель–автомобиль–дорога–среда»

Функциональная надежность ВАДС обусловлена как индивидуальным вкладом каждого компонента, так и различных вариантов сочетаний групп компонентов.

Следовательно, вождение, несмотря на свою внешнюю целостность (слитность), состоит из отдельных фрагментов (квантов), принадлежащих разным частным деятельности, что обуславливает ее выраженный совмещенный характер.

Каждый компонент системы ВАДС характеризуется возможностью перехода в несколько различных равнозначных состояний. Тогда каждый из компонентов системы – водитель, автомобиль, дорога, среда – может быть описан как источник потока энтропии, оказывающий влияние на другие компоненты системы ВАДС с помощью системы линейных дифференциальных уравнений (1–11).

Для транспортного средства:

$$\frac{dH_A}{dt} = a_0 + a_1H_B + a_2H_D + a_3H_C - (a_4 + a_5)H_A, \quad (2)$$

для водителя:

$$\frac{dH_B}{dt} = b_0 + b_1H_A + b_2H_D + b_3H_C - (b_4 + b_5)H_B, \quad (3)$$

для дороги:

$$\frac{dH_D}{dt} = c_0 + c_1H_A + c_2H_B + c_3H_C - (c_4 + c_5)H_D, \quad (4)$$

для среды:

$$\frac{dH_C}{dt} = g_0 + g_1H_A + g_2H_B + g_3H_D - (g_4 + g_5)H_C. \quad (5)$$

Где энтропия любого компоненты системы ВАДС может быть описана формулой энтропии по К. Шеннону:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \quad (6)$$

p_i – вероятность i -го состояния водителя, автомобиля, дороги или среды.

При этом функциональная надежность ВАДС может быть обусловлена как индивидуальным вкладом каждого компонента, так и различных вариантов сочетаний групп компонентов:

$$P_{\text{ВАДС}} = \sum_{k=1}^n \left(\alpha_V P_V + \alpha_A P_A + \alpha_D P_D + \alpha_C P_C + \alpha_{AV} P_{AV} + \alpha_{AD} P_{AD} + \alpha_{AC} P_{AC} + \alpha_{VD} P_{VD} + \alpha_{VD} P_{VD} + \alpha_{DC} P_{DC} + \alpha_{AVD} P_{AVD} + \alpha_{ADC} P_{ADC} + \alpha_{AVC} P_{AVC} + \alpha_{VDC} P_{VDC} + \alpha_{AVDC} P_{AVDC} \right) \quad (7)$$

где P_V – функциональная надежность водителя;

P_A – техническая надежность автомобиля;

P_D – техническая надежность дороги;

P_C – вероятность влияния среды на надежность системы ВАДС;

$\alpha_V, \alpha_A, \alpha_D, \alpha_C$ и др. – удельно-весовые показатели надежности P_V, P_A, P_D, P_C , а также их произведений в различных сочетаниях, характерные для водителя, автомобиля, дороги и среды.

При этом функциональную надежность водителя целесообразно рассматривать как сумму вероятностей профессиональной подготовки ($P_{\text{ПП}}$), опыта профессиональной

деятельности ($P_{\text{ОПД}}$), профессионально важных качеств ($P_{\text{ПВК}}$), состояния физического здоровья ($P_{\text{СФЗ}}$), биологического возраста ($P_{\text{БВ}}$):

$$P_B = 1 - (1 - P_{\text{ПП}})(1 - P_{\text{ОПД}})(1 - P_{\text{ПВК}})(1 - P_{\text{СФЗ}})(1 - P_{\text{БВ}}). \quad (8)$$

Техническую надежность автомобиля целесообразно рассматривать как сумму вероятностей удовлетворительного технического состояния ($P_{\text{ТС}}$), системы активной безопасности ($P_{\text{САБ}}$), системы пассивной безопасности ($P_{\text{СПБ}}$), послеаварийной безопасности ($P_{\text{ПАБ}}$):

$$P_A = 1 - (1 - P_{\text{ТС}})(1 - P_{\text{САБ}})(1 - P_{\text{СПБ}})(1 - P_{\text{ПАБ}}). \quad (9)$$

Техническую надежность дороги целесообразно рассматривать как сумму вероятностного влияния на надежность ВАДС интенсивности движения на трассе ($P_{\text{ИДТ}}$), технического состояния трассы ($P_{\text{ТСТ}}$), состояния покрытия трассы ($P_{\text{СПТ}}$):

$$P_D = 1 - (1 - P_{\text{ИДТ}})(1 - P_{\text{ТСТ}})(1 - P_{\text{СПТ}}). \quad (10)$$

Вероятностное влияние факторов среды на надежность системы ВАДС может быть рассмотрено как сумма вероятностей благоприятного влияния времени суток ($P_{\text{ВС}}$), климатических факторов ($P_{\text{КФ}}$), влияния сезонных факторов ($P_{\text{ВСФ}}$):

$$P_V = 1 - (1 - P_{\text{ВС}})(1 - P_{\text{КФ}})(1 - P_{\text{ВСФ}}). \quad (11)$$

Таким образом, предложен комплекс критериев оценки надежности системы «ВАДС» в условиях совмещенной деятельности, включающий уровень профессиональной подготовки, опыта профессиональной деятельности, профессионально важных качеств, состояния физического здоровья, биологического возраста, удовлетворительного технического состояния, системы активной безопасности, системы пассивной безопасности, послеаварийной безопасности, интенсивности движения на трассе, технического состояния трассы, состояния покрытия трассы, влияния времени суток, климатических факторов, влияния сезонных факторов [13, 14].

Анализ и моделирование структурно-функциональной организации системы ВАДС на основе социотехнических схем. С позиций социотехнического подхода структурно-функциональная организация системы ВАДС включает внешнюю, внутреннюю и барьерную среду. При этом необходимо отметить, что внутренняя среда всегда содержит главный компонент системы ВАДС, который играет ведущую роль в функционировании и обеспечении надежности всей системы в целом. Кроме того, внутренняя среда включает ряд компонентов системы ВАДС, играющих подчиненную, второстепенную роль и зависящих от главного компонента. В свою очередь, внешняя среда содержит трудно формализуемые и слабо управляемые компоненты, оказывающие, вместе с тем, значительное влияние на состояние и функционирование компонентов внутренней среды системы ВАДС. Наряду с этим, в структурно-функциональной организации системы ВАДС целесообразно выделить барьерную среду, выполняющую роль буфера или медиатора в реализации воздействий компонентов внешней среды на компоненты внутренней среды системы. Барьерная среда также необходима для осуществления управления компонентами, факторами и условиями внешней среды со стороны внутренней среды системы ВАДС.

На этой основе разработаны и исследованы восемь социотехнических схем различных возможных вариантов структурно-функциональной системы ВАДС и ее отдельных

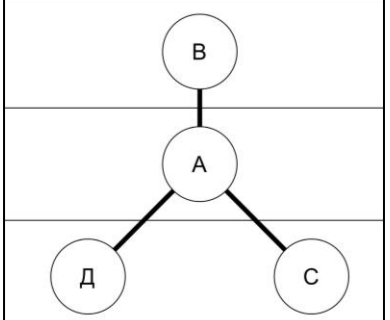
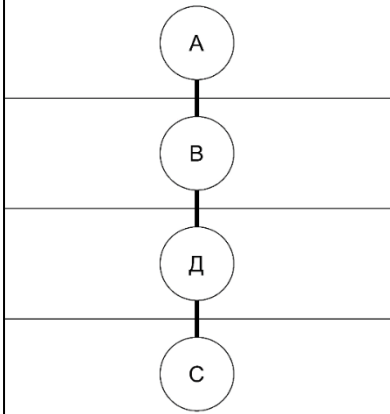
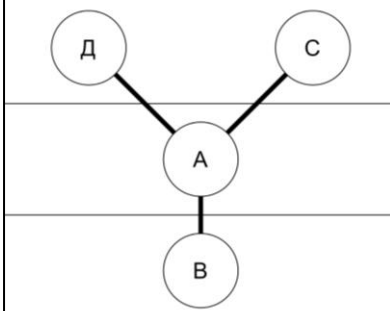
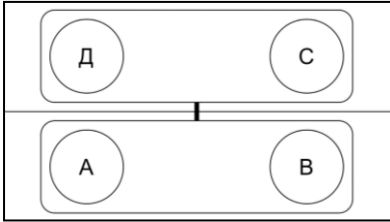
компонентов. Каждая схема имеет три уровня: верхний – внутренняя среда системы ВАДС, средний – ее барьерная среда, нижний – ее внешняя среда. Очевидно, что компоненты системы ВАДС, находящиеся на различных уровнях социотехнической схемы. При этом социотехническая схема читается слева направо, сверху вниз и по часовой стрелке. В таблице 2 представлены социотехнические схемы и стохастические модели структурно-функциональной организации системы ВАДС. В отдельных случаях в таблице представлены социотехнические схемы, включающие только внутреннюю и внешнюю среду без барьерной среды системы ВАДС (схемы 6–8). На социотехнической схеме 4 представлены четыре уровня структурно-функциональной организации системы ВАДС, где второй и третий уровни сверху вниз иллюстрируют микро- и макроуровни барьерной среды.

Принимая во внимание динамичный характер функционирования системы ВАДС в реальных условиях дорожного движения, в частности, в условиях современных мегаполисов и дорожных инфраструктур, обеспечение надежности и управления безопасностью ВАДС требует мониторинга и обработки мультипараметрических данных о состоянии различных компонентов системы в реальном масштабе времени. Техническое решение подобной задачи возможно только на основе информационных технологий Big Data. Используемые в настоящее время информационные системы контроля дорожного трафика используют визуальные системы видеомониторинга, дорожные сенсоры, системы спутникового позиционирования, интерактивные сервисы взаимодействия с пользователями и метеорологические системы. Среди них наиболее распространены такие, как система «Вокорд-трафик» (Россия), «Flir traffic» (Швеция) и Poliscan (Германия). Такие системы используются для оптимизации трафика дорожного движения, слежения за транспортными средствами и анализа ситуаций на дороге.

Таблица 2. –Социотехнические схемы и формальные стохастические модели структурно-функциональной организации системы ВАДС

№ п/п	Схема структурно-функциональная организация	Формальная стохастическая модель
1		$* P_{\text{ВАДС}} = 1 - (1 - P_{\text{В}}^{\omega_{\text{В}}} P_{\text{А}}^{\omega_{\text{А}}}) \cdot (1 - P_{\text{В}}^{\omega_{\text{В}}} P_{\text{Д}}^{\omega_{\text{Д}}}) \cdot (1 - P_{\text{В}}^{\omega_{\text{В}}} P_{\text{С}}^{\omega_{\text{С}}}) \quad (12)$ <p>Примечание: (*) – где ω_i – средневзвешенный показатель экспертной оценки компонента системы ВАДС</p>
Социотехническая схема «Пирамида»		
2		$P_{\text{ВАДС}} = P_{\text{А}}^{\omega_{\text{А}}} \cdot (1 - (1 - P_{\text{В}}^{\omega_{\text{В}}} P_{\text{Д}}^{\omega_{\text{Д}}}) \cdot (1 - P_{\text{В}}^{\omega_{\text{В}}} P_{\text{С}}^{\omega_{\text{С}}})) \quad (13)$
Социотехническая схема «Звезда «АВДС»		

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Схема структурно-функциональная организация	Формальная стохастическая модель
3		$P_{\text{ВАДС}} = P_B^{\omega B} \cdot (1 - (1 - P_A^{\omega A} P_D^{\omega D}) \cdot (1 - P_A^{\omega A} P_C^{\omega C})) \quad (14)$
Социотехническая схема «Звезда «ВАДС»»		
4		$P_{\text{ВАДС}} = P_A^{\omega A} \cdot P_B^{\omega B} \cdot P_D^{\omega D} \cdot P_C^{\omega C} \quad (15)$
Социотехническая схема «Цепь «АВДС»»		
5		$P_{\text{ВАДС}} = (1 - (1 - P_D^{\omega D} P_A^{\omega A}) \cdot (1 - P_C^{\omega C} P_C^{\omega C})) \cdot P_B^{\omega B} \quad (16)$
Социотехническая схема «Звезда «ДСАВ»»		
6		$\begin{aligned} ** P_{\text{ВАДС}} = & W_1 (1 - (1 - P_D^{\omega D})(1 - P_C^{\omega C})) \cdot \\ & \cdot (1 - (1 - P_A^{\omega A})(1 - P_B^{\omega B})) + \\ & + W_2 ((1 - P_A^{\omega A} P_B^{\omega B}) \cdot (1 - P_A^{\omega A} P_B^{\omega B})) \end{aligned} \quad (17)$ <p>Примечание: (**) – W_i – средневзвешенный показатель итогового показателя каждой конфигурации схемы структурно-функциональной организации системы ВАДС</p>
Социотехническая схема «Сэндвич»		

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Схема структурно-функциональная организация	Формальная стохастическая модель
7		$P_{\text{ВАДС}} = W_1 \cdot \left(1 - (1 - P_B^{\omega B} P_A^{\omega A}) \cdot (1 - P_B^{\omega B} P_D^{\omega D}) \right) + W_2 \cdot \left((1 - P_B^{\omega B} P_C^{\omega C}) \cdot (1 - P_A^{\omega A} P_D^{\omega D}) \right) \quad (18)$
Социотехническая схема «Кольцо»		
8		$P_{\text{ВАДС}} = W_1 \cdot \left(1 - (1 - P_B^{\omega B} P_A^{\omega A}) \cdot (1 - P_B^{\omega B} P_D^{\omega D}) \right) + W_2 \cdot \left((1 - P_B^{\omega B} P_C^{\omega C}) (1 - P_A^{\omega A} P_D^{\omega D}) \right) + W_3 \cdot \left(1 - (1 - P_A^{\omega A} P_C^{\omega C}) (1 - P_B^{\omega B} P_D^{\omega D}) \right) \quad (19)$
Социотехническая схема «Крест в кольце»		

Современное оснащение дорожных инфраструктур позволяет задействовать системы анализа дорожного трафика вблизи крупных городов и на крупных автомагистралях первостепенного значения. Такие системы способствуют обеспечению контроля безопасности и мониторинга дорожного движения путем оптимизации трафика на участках дорог с повышенным риском ДТП в условиях умеренной плотности транспортного потока и интенсивности дорожного движения, позволяют оперативно реагировать на экстренные ситуации. Это снижает риск ДТП, обеспечивает обнаружение правонарушителей, которые также могут спровоцировать аварийные ситуации, способствует их быстрой поимке, ограничивает движение большегрузного транспорта, уменьшая износ дорожного полотна, позволяет проанализировать опасные участки дороги с наибольшим количеством ДТП и принять соответствующие меры по модернизации этих участков. Существенный вклад в безопасность дорожного движения могла бы внести интеллектуальная система мониторинга и анализа дорожно-транспортных ситуаций, которая позволяла бы не только прогнозировать риски развития ДТП и обеспечивать своевременное реагирование службы безопасности дорожного движения, экстренной медицинской помощи и аварийно-спасательных служб, выполняя таким образом прогностическую функцию, но и выполнять упреждающую функцию, т.е. предупреждать опасные ситуации на дороге, анализируя параметрические характеристики каждого участника движения [9, 16, 17].

В перспективе, используя нейросетевой аппарат, возможно создание нейросетевой информационно-аналитической системы (НИАС) прогнозирования и предупреждения рисков ДТП. Комплекс взаимосвязанных стохастических моделей, моделей «сетей доверия», байесовских алгоритмов, а также искусственных нейронных сетей, является основой для аппаратно-программной реализации такой системы. При этом основные направления развития НИАС включают:

- анализ разработки и применения систем автоматизированного контроля дорожного трафика и безопасности дорожного движения;
- анализ критериев и методов оценки рисков дорожно-транспортных происшествий;
- анализ технических решений получения информации о дорожно-транспортной обстановке;

- изучение программных способов реализации методов оценки и прогнозирования ситуаций дорожно-транспортных инцидентов;
- изучение математического моделирования ситуаций дорожно-транспортных происшествий с учетом человеческого фактора;
- разработка программных алгоритмов прогнозирования рисков дорожно-транспортных происшествий;
- выбор и обоснование метода обучения искусственной нейронной сети;
- обучение искусственной нейронной сети;
- разработка методики прогнозирования рисков ДТП на основе искусственной нейронной сети;
- разработка архитектуры информационной системы превентивного управления рисками дорожно-транспортных происшествий;
- изучение результатов апробации информационной системы превентивного управления рисками дорожно-транспортных происшествий.

В свою очередь, НИАС может быть интегрирована с другими информационными системами мониторинга и контроля транспортного потока, дорожно-транспортной обстановки и технического состояния автомобиля. Важнейшими параметрами, учитываемыми НИС, являются состояние водителя, технического состояния транспортного средства, инфраструктурных элементов дороги, удельная интенсивность транспортного потока, погодные-климатические факторы [17].

Заключение. На основе социотехнического подхода разработаны восемь базовых социотехнических схем для системного анализа и моделирования структурно-функциональной организации системы ВАДС. С помощью предложенных социотехнических схем разработаны стохастические модели надежности системы ВАДС, которые могут быть базовыми для формирования и исследования различных сценариев ее функционирования. Подобные стохастические модели и сценарии функционирования системы ВАДС могут составить основу для обучения нейросетевых информационно-аналитических интеллектуальных технологий управления транспортными потоками и интермодальными терминалами, связывающих несколько видов транспорта и позволяющий осуществлять комбинированные транспортировки, а также интегрированных транспортных систем, осуществляющих мультимодальные перевозки в протяженных транспортных логистических цепях. Нейросетевые информационно-аналитические интеллектуальные технологии могут осуществлять управление как отдельными системами ВАДС, так и глобальными транспортными потоками посредством доступа к различным специализированным базам данных через облачные сервисы.

В связи с тем, что важную роль в формировании рисков ДТП играет комплекс индивидуальных профессионально важных психофизиологических характеристик водителя, является целесообразным разработка электронного «индивидуального риск-паспорта водителя» на основе нейросетевых информационно-аналитических интеллектуальных технологий, технологий Big Data и облачных сервисов. «Индивидуальный риск-паспорт водителя» может быть использован в качестве идентификационного документа, наравне с водительскими правами или гражданским паспортом.

Таким образом, НИАС, включающая как мобильные, так и стационарные элементы, а также облачные сервисы позволит осуществлять анализ множества взаимосвязанных дорожно-транспортных ситуаций, обусловленных стечением многих факторов и обстоятельств, с учетом особенностей сезона, погодных-климатических условий, времени суток, а также человеческого фактора. Наличие доступа к облачным базам данных обеспечит сохранение и возможность оперативного использования информационных образов этих дорожно-транспортных ситуаций в режиме реального времени для оценки и превентивного управления риском ДТП. Проектирование, аппаратно-программная реализация и

развертывание данной НИАС может содействовать существенному снижению уровня ДТП и дорожно-транспортного травматизма в Республике Беларусь.

Список литературы

- [1.] Дорогах гибнут молодые и бедные. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.gazeta.ru/auto/2015/10/19_a_7830845.shtml. –Дата доступа : 12.04.2020.
- [2.] О состоянии безопасности дорожного движения в мире 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_RU.pdf?ua=1. –Дата доступа : 12.04.2020.
- [3.] WHO report highlights insufficient progress to tackle lack of safety on the world's roads. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.who.int/news-room/detail/07-12-2018-new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world's-roads>. – Дата доступа : 12.04.2020.
- [4.] Безопасности дорожного движения во всем мире. Записка Генерального секретаря.– [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/wp1/UNSG_Report_72-359_ru.pdf. – Дата доступа: 12.04.2020.
- [5] А. Н. Автотранспортная психология / А.Н. Романов. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 224 с.
- [6] По безопасности дорожного движения / Р. Эльвик, А.Б. Мюсен, М. Во; пер. [с норв.] под ред. В.В. Сильянова. – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.
- [7] И. Н. Дорожная и психофизиологическая экспертизы дорожно-транспортных происшествий : учеб. пособие / И.Н. Пугачёв, П.А. Пегин. – Хабаровск, 2008. –106 с.
- [8.] И инструменты для повышения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования Международный опыт Principles and Instruments for Improving Traffic Safety on Rural Roads The International Experience. – 2008. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ador.ru/data/files/static/bdd_01.pdf. – Дата доступа : 22.12.2019.
- [9.] Нормативных правовых материалов по обеспечению безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте. – М. : Трансконсалтинг, 2005. – Вып. 12. – 480 с.
- [10] И. Н. Организация и безопасность дорожного движения : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.
- [11] В. Н. Прогнозирование опасности дорожных ситуаций / В.Н. Иванов. – М. : Астрель АСТ, 2005. – 208 с.
- [12] Г. В. Оценка влияния наружной рекламы на факторы регуляции психофизиологического состояния водителей: параметры и типы в пределах нормативного психофизиологического статуса / Г.В. Кипор, Е.В. Козлов, В.В. Бессонов, С.Н. Зайцева // Медицина катастроф. – 2012. – N 2. – С. 31–35.
- [13] Е. В. Совмещенная деятельность водителя: результаты психофизиологического анализа / Е.В. Козлов // Человек в экстремальных условиях: клинико-физиологические, психологические и санитарно-эпидемиологические проблемы профессиональной деятельности : материалы 7-го международного научно-практического конгресса, Москва, 25 – 28 октября 2010 г. – С. 227 – 229.
- [14] Г. В. Подходы к обоснованию применения компьютерной инструментальной психофизиологии в целях тестирования лиц опасных профессий / Г.В. Кипор, Е.В. Козлов, В.В. Бессонов, С.А. Зайцева // Медицина катастроф. – 2012. – N 1. – С. 35 – 37.
- [15] Е. В. Психофизиологические причины ДТП – каковы они? / Е.В. Козлов // Автошкола. – 2011. – N11. – С. 18 – 21.
- [16] А. Э. Информационные технологии в управлении логистическими системами : учеб. пособие / А.Э. Горев. – СПб. : Изд-во СПбГАСУ, 2004. – 193 с.
- [17] В. Г. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении : учеб. пособие / В.Г. Кочерга, В.В. Зырянов, В.И. Коноплянко. – Ростов н/Д : Изд-во ГСУ, 2001. – 108 с.

SYSTEM ANALYSIS OF THE «DRIVER-CAR-ROAD-ENVIRONMENT» RELIABILITY BASED ON A SOCIOTECHNICAL APPROACH AS A BIG DATA PROBLEM

A.M. Linnik

*student of the Department of Engineering
Psychology and Ergonomics of the BSUIR,*

A.G. Davydovsky

*Associate Professor, Department of
Engineering Psychology and Ergonomics
of the BSUIR*

Abstract. The article is devoted to the system analysis of ensuring the reliability of the «driver-car-road-environment» system based on the sociotechnical approach based using Big Data technologies. Based on the sociotechnical approach, eight basic sociotechnical schemes have been developed for system analysis and modeling of the structural and functional organization of the driver-car-road-environment system. Have been developed the formal stochastic models of reliability of the «driver-car-road-environment» system for proposed sociotechnical schemes. Similar stochastic models and scenarios for the operation of the driver-car-road-environment system. they can form the basis for training neural network information and analytical intelligent technologies in the management of transport flows and intermodal terminals and integrated transport systems. The expediency of developing an electronic «individual driver's risk passport» based on neural network information and analytical intelligent technologies, Big Data technologies and cloud services is proved.

Keywords: the «driver-vehicle-road-environment» system, reliability, system analysis, stochastic models, sociotechnical approach, road accidents.

УДК 004; 044.93

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



Ю.И. Голуб

*Старший научный сотрудник
ОИПИ НАН, кандидат технических наук
доцент*

*Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси
E-mail: 6423506@gmail.com*

Ю.И. Голуб

В 2019 г. получала стипендию Президента Республики Беларусь как талантливый молодой учёный, область научных интересов – обработка и анализ цифровых изображений.

Аннотация. Цифровые изображения могут иметь разрешение миллионы пикселей. Возникает задача оценки качества изображений при отсутствии эталона. Для этого вычисляют локальные оценки в окрестности каждого пикселя, затем их усредняют. Среднее – это один из двух параметров нормального распределения данных. В работе показано, что использование среднего, как глобальной оценки большого объема данных, некорректно. Были исследованы 28 вариантов безэталонных мер качества и их модификации. Экспериментально показано, что локальные оценки редко соответствует нормальному закону распределения. Это подтверждено тестами на нормальность распределения данных. Предложено вместо среднего значения использовать параметры распределений логарифмического типа, как глобальные оценки качества цифровых изображений.

Ключевые слова: большие данные, цифровые изображения, нормальное распределение, анализ качества изображений, локальные оценки.

Технологии обработки, хранения и анализа больших данных все быстрее завоевывают разные области науки и техники. В настоящее время об этом говорят, пишут, а ведущие вузы нашей страны уже готовят специалистов, которые занимаются исследованием и обработкой больших данных. Еще в 40ых годах прошлого века появились первые упоминания о больших данных. Но активный рост интереса в научных кругах начался в начале 2000ых годов [1].

Одним из направлений обработки и анализа больших данных является – работа с данными в режиме реального времени. Например, анализ качества изображений, получаемых с камер мобильных телефонов или спутников, на этапе регистрации. Такие изображения могут иметь размер от миллионов пикселей (изображение со смартфона с разрешением 1280x720) до сотен миллионов (радарное изображение с разрешением 3000x13000). Вычисление локальных оценок для одного изображения в окрестности каждого пикселя может дать миллионы оценок.

Обычно в исследованиях используют предположение, что локальные меры качества, вычисленные на основе одного изображения, нормально распределены. Поэтому используют в роли глобальной оценки качества такие параметры, как среднее арифметическое (математическое ожидание) и среднеквадратичное локальных мер, вычисленных различными способами (например, на основе локальных градиентов, статистических характеристик, вейвлет-преобразований и др. [2]).

Иногда необходимо оценить качество нескольких изображений и выбрать лучшее, а иногда в систему или эксперту для анализа поступает только одно изображение. Задач, связанных с оценкой качества, большое множество. В данной статье рассматриваются безэталонные меры качества, т.е. для автоматического анализа предоставляется только одно изображение.

Для экспериментов было выбрано 28 безэталонных мер качества, используемых в литературе: ASCO, BEGH, BISH, BREN, CON3, CPBD, CURV, DEF, FFT, FISH, FUS, GORD, HELM, JNBV, MLV, LAPD, LAPM, LAPL, LOCC, LOEN, PSIS, SHAR, SVDB, SPAR, WAVS, S3 и две ее составляющие – S3_1, S3_2 [2,3]. Используемые базы цифровых изображений – Pertuz (11 изображений с естественным размытием объектов), БД CSIQ Lab (900 изображений, 6 типов искусственного искажения изображений), БД TID2013 (960 изображений) [3–5]. В базе TID2013 содержится 3000 искаженных изображений (24 типа искажений, 5 уровней искажений каждого исходного изображения). Из всех искаженных изображений было отобрано 960 изображений (8 групп по 125 изображений, таблица 1), которые имитируют искажения, возникающие в процессе регистрации и передачи данных. На рисунке 1 представлены примеры изображений из используемых баз.

Таблица 1. – Типы искажений на изображениях базы TID2013, используемых в экспериментах

№	Тип искажения	При каких операциях может возникать
1	Аддитивный гауссовский шум	Регистрация изображений
2	Импульсный шум	Регистрация изображений
3	Гауссовское размытие	Регистрация изображений
4	Фильтрация шума	Шумоподавление
5	Шум квантования	Регистрация изображений, гамма-коррекция
6	Искажения при передаче JPEG2000 изображений	Передача данных
7	Пространственно-коррелированный шум	Цифровая фотография, сжатие
8	Изменение контраста	Регистрация изображений и гамма-коррекция

Размер изображений в базах – 512x512пк, 512x384пк, 640x480пк. Количество локальных мер после обработки одного изображения варьировалось от 15 до 307 200. Меры ASCO (256), CPBD (101), JNBV (40), PSIS (15) были отбракованы и не использовались в экспериментах, т.к. вычисляется недостаточное количество локальных значений для анализа (их число указано в скобках для каждой меры).

На рисунке 2 представлено изображение базы TID2013 и семь вариантов аппроксимации различными распределениями гистограммы локальных оценок (мера LOEN). Можно заметить, что не все распределения одинаково близки к гистограмме локальных признаков. Поэтому было проведено восемь тестов на соответствие получаемых локальных признаков нормальному распределению: Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Pearson Chi Square, Smirnov-Cramer-Von Mises, Kolmogorov-Smirnov, Geary, Lilliefors, Jarque-Bera [6].



Рисунок 1. – Примеры изображений с разными искажениями из баз: первый ряд – база Pertuz, второй ряд – база CSIQ Lab, третий ряд – база TID2013

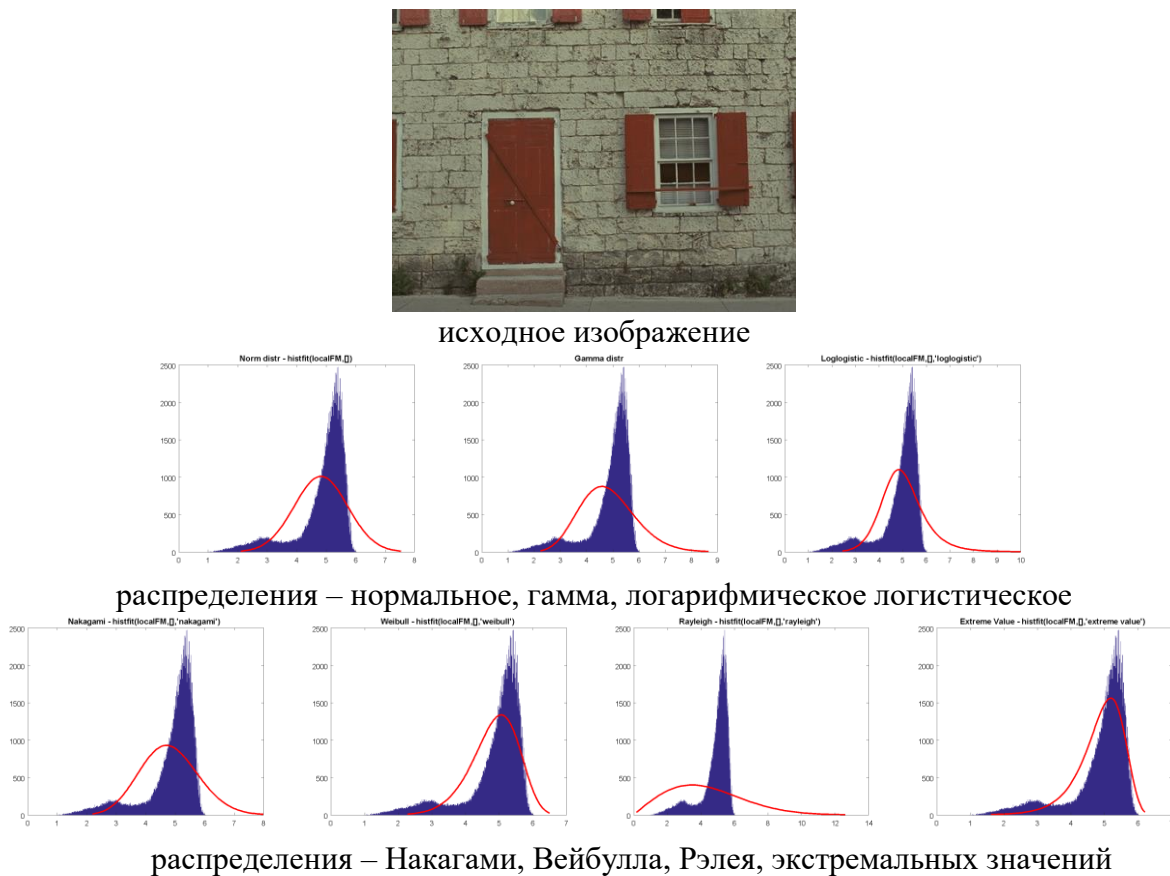


Рисунок 2. – Изображение базы TID2013 (i01_17_1.bmp) и результат аппроксимации гистограммы локальных мер качества (вычисленных для этого изображения) семью распределениями

В таблице 2 представлены результаты восьми тестов на нормальность данных, которые показывают, сколько процентов локальных признаков соответствуют нормальному распределению. Из таблицы видно, что малый процент локальных оценок качества соответствует нормальному распределению данных.

Таблица 2. – Процент соответствия локальных оценок качества нормальному распределению данных

Название базы	Количество тестов показавших нормальность распределения данных	
	0%	
Pertuz	BEGH, BISH, BREN, CON3, CURV, DEF, FFT, FISH, FUS, GORD, HELM, MLV, LAPD, LAPM, LAPL, LOCC, LOEN, SHAR, SVDB, SPAR, WAVS, S3, S3_1, S3_2	
	0 %	0.01 – 4 %
CSIQ Lab	BEGH, BISH, BREN, CON3, CURV, DEF, FFT, FUS, GORD, HELM, MLV, LAPD, LAPM, LAPL, LOCC, SHAR, SVDB, SPAR, S3_1, WAVS	CURV – 0.1%, FISH – 1.21%, LOEN – 0.07% S3, S3_2 – 0.15%, S3_1 – 0.20%
TID2013	BEGH, BISH, BREN, DEF, FUS, GORD, HELM, MLV, LAPD, LAPM, LOCC, SHAR, SVDB, SPAR	CON3, FFT, WAVS – 0.013%, LAPL – 0.04%, CURV – 0.091%, S3_2 – 0.16%, S3 – 0.17%, S3_1 – 0.23%, LOEN – 0.26%, FISH – 3.8%

Заключение

Чаще всего известные подходы по оценке качества изображений глобальную оценку определяют, как среднее арифметическое локальных мер. Экспериментально показано, что локальные меры, вычисленные для одного изображения, не соответствуют нормальному распределению. Поэтому предлагается использовать параметры других распределений для глобальной оценки качества изображений. Например, в статьях [7-9] показано, что использование параметров распределений логарифмического типа вместо среднего значения локальных оценок резкости и контраста, дает лучшие результаты и лучше коррелирует с визуальными оценками экспертов.

Список литературы

- [1] Корнев М.С. История понятия «большие данные» (Big data): словари, научная и деловая периодика // ВЕСТНИК РГГУ /Серия «Литературоведение. Языкознание. Культурология». – 2018. – №1. – С. 81–85.
- [2] Xu, S. No-reference/blind image quality assessment: a survey / S. Xu, S. Jiang, W. Min // IETE Technical Review. – 2017. – Vol. 34. – № 3. – P.223–245.
- [3] Pertuz, S. Analysis of focus measure operators for shape-from-focus / S. Pertuz, D. Puig, M.A. Garcia // Pattern Recognition. – 2013. – Vol. 46. – № 5. – P.1415–1432.
- [4] Vu, C. T. A spectral and spatial measure of local perceived sharpness in natural images / C.T. Vu, T.D. Phan, D.M. Chandler // IEEE transactions on image processing. – 2012. – Vol. 21.– № 3. – P. 934–945.
- [5] Ponomarenko, N. Image database TID2013: Peculiarities, results and perspectives / N. Ponomarenko, L. Jin, O. Ieremeiev, V. Lukin, K. Egiazarian, J. Astola, B. Vozel, K. Chehdi, M. Carli, F. Battisti, C.-C. Jay Kuo // Signal Processing: Image Communication. – 2015. – Т. 30. – P. 57 – 77.
- [6] Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Кобзарь А.И. – 2-е изд., испр. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 816 с.
- [7] Старовойтов, В. В. Уточнение индекса SSIM структурного сходства изображений / В. В. Старовойтов // Информатика. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 41–55.
- [8] Голуб, Ю. И. Сравнительный анализ безэталонных оценок резкости цифровых изображений / Ю. И. Голуб, Ф. В. Старовойтов, В. В. Старовойтов // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2019. – №7 (125). – С. 113–120.
- [9] Голуб, Ю. И. Исследование локальных оценок контраста цифровых изображений при отсутствии эталона / Ю. И. Голуб, Ф. В. Старовойтов // Системный анализ и прикладная информатика. – 2019. – № 2 (22). – С. 4–11.

A NEW APPROACH TO DIGITAL IMAGE QUALITY ASSESSMENTS

Y.I. Golub –

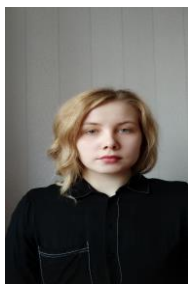
*PhD, docent, senior research fellow
of the United Institute of Informatics Problems
of the National Academy of Sciences of Belarus*

Abstract. Digital images can have resolution of millions of pixels. The problem arises of no-reference image quality assessment. To do this, local estimates are calculated around every pixel, and then they are averaged. Mean is one of two parameters of the normal distribution of data. In the paper we demonstrate that the average as a global estimate of a large amount of data is not correct. 28 variants of no-reference quality measures and their modifications were investigated. It has been experimentally shown that sets of local estimates rarely correspond to the normal distribution law. This is confirmed by normality tests of the data. Instead of the average value, we propose to use parameters of the distribution logarithmic type as global image quality estimates.

Keywords: big data, digital images, normal distribution, image quality assessment, local estimates.

УДК 681.513.66+681.513.7

НЕЧЕТКИЙ АДАПТИВНЫЙ КОНТУР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ



К.В. Терещенко

*Курсант Белорусской государственной
академии авиации*



А.Г. Капустин

*Профессор кафедры
общепрофессиональных дисциплин
Белорусской государственной академии
авиации, кандидат технических наук,
доцент*

Белорусская государственная академия авиации, Республика Беларусь

E-mail: kokovita13@gmail.com

К.В. Терещенко

Курсант 4 курса Белорусской государственной академии авиации. Победитель республиканского этапа конкурса «100 идей для Беларуси» (2018), Первая категория XXV Республиканского конкурса научных работ студентов (2018), Лауреат II степени X Международного молодежного конкурса научных работ «Молодежь в науке: Новые аргументы» (2019), Участник пятой научно-практической конференции «Мировая наука и инновации 2019: Центральная Азия» (2019).

А.Г. Капустин

Профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин Белорусской государственной академии авиации, кандидат технических наук, доцент. Почетный транспортник Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь (2019).

Аннотация. Цель данной работы – разработка и исследование нечеткого адаптивного контура для управления работой двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ). Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи: разработана математическая и имитационная модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения; разработана имитационная модель нечеткого адаптивного контура, состоящего из нечеткого и адаптивного регуляторов; решена задача определения оптимального количества правил для нечеткого регулятора; выполнены исследования и на их основе проведен анализ эффективности управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения.

Использованные в работе методы исследования: теория структурно-функционального анализа, методы математического и имитационного моделирования теория нечетких множеств, теория эксперимента.

Ключевые слова: Адаптивный нечеткий контур, правила нечеткой логики, fuzzy logic, регулирование частоты оборотов, двигатель постоянного тока независимого возбуждения.

Введение. В работе предложен подход к разработке адаптивной системы с эталонной моделью с учетом решения следующих вопросов: вопрос планирования действий (система управления должна не просто реагировать на текущую ситуацию, но и прогнозировать последовательность действий, которые должны привести к намеченной цели); вопрос обучения на опыте своего взаимодействия с внешней средой (данная проблема включает не только вопросы обучения отдельной форме поведения, но и вопросы обучения взаимодействию между различными формами поведения); вопрос универсальности (системы управления различными объектами должны следовать единым принципам управления и

основываться на единой модели). Свойства разработанной адаптивной системы исследованы во временной и частотной областях при помощи среды *Matlab* [1, 2, 3, 4].

Анализ текущего состояния дел в области разработки автономных адаптивных систем управления позволяет выделить следующие основные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики подобных систем:

1. Проблема координации различных форм поведения объектов и организации взаимодействия между ними.

2. Проблема планирования действий. Система управления должна не просто реагировать на текущую ситуацию, но и прогнозировать последовательность действий, которые должны привести к намеченной цели.

3. Проблема обучения на опыте своего взаимодействия с внешней средой. Данная проблема включает не только вопросы обучения отдельной форме поведения, но и вопросы обучения взаимодействию между различными формами поведения.

4. Проблема формирования новых типов поведения. Система управления должна уметь самостоятельно формировать новые типы поведения, направленные на достижение новых целей, и включать их в общую структуру контроля.

5. Проблема универсальности. Системы управления различными объектами должны следовать единым принципам управления и основываться на единой модели.

Существующие на данный момент подходы к построению систем управления решают только некоторые из вышеперечисленных проблем. Какие-либо общие и достаточно универсальные модели, которые бы решали все указанные проблемы, в настоящее время так и не предложены [1, 2].

В работе предложен подход к разработке адаптивной системы с эталонной моделью с учетом требований 2, 3, 5. Свойства разработанной адаптивной системы исследованы во временной и частотной областях при помощи среды *Matlab*.

Перспективными воздушными судами называют «полностью электрические самолеты», разрабатываемые по концепции All electric aircraft. Эта концепция предполагает замену всех видов энергии на борту самолета (пнеumo-, гидро- и др.) только на электрическую энергию. Реализация данной концепции связана с разработкой новых принципов построения бортовых систем воздушных судов, взаимодействующих в реальном масштабе времени под управлением бортовых компьютеров [1]. Создавать такие системы целесообразно используя искусственный интеллект, например, нечеткую логику (Fuzzy-регуляторы).

Нечеткая логика – набор нестрогих правил, созданных для регулирования выходного сигнала в заданных пределах, исходя из постоянно меняющихся входных данных. Законы нечеткой логики могут работать и обеспечивать заданное качество процессов управления при любых режимах работы систем авионики с помощью специфических (специальных) алгоритмов типа нечетких (fuzzy-logic), способных к обучению и самообучению (на основе искусственных нейронных сетей) [2,3].

Интеллектуальные системы регулирования (управления) применяются при управлении сложными объектами с плохо изученной динамикой, условия работы которых существенно непостоянны (дрейф параметров, изменение характеристик объекта управления и среды эксплуатации). В таких условиях обыкновенные (неадаптивные) системы управления неработоспособны, либо работают неудовлетворительно, требуя постоянного квалифицированного наблюдателя.

На современном этапе интеллектуальные системы оценивают, как «разумные» системы, оптимизирующие процессы управления сложными объектами в нестационарных состояниях и неизвестной среде эксплуатации. В перспективных системах авионики такими объектами являются системы электропривода, системы регулирования напряжения, электрические машины, асинхронизированный электропривод и др. В настоящее время в большинстве систем авионики используются линейные законы управления, которые

эффективны только при определенном режиме работы. Поэтому такие регуляторы исчерпали свои возможности корректного и эффективного регулирования работы современных систем авионики. [1,2]

Материалы и методы. Существующие системы в большинстве случаев не способны обеспечить необходимое качество управления. Для обеспечения требуемого качества управления предлагается использовать систему управления электроприводом, автоматически изменяющую алгоритм работы или свою структуру для достижения оптимального состояния при изменении внешних условий – адаптивную систему управления (рисунок 1).

Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением широко применяется в системах авионики и мехатроники современных самолетов. Необходимым условием непрерывного процесса электромеханического преобразования энергии является протекание переменных токов хотя бы по части обмоток якоря и возбуждения машины, которые получают питание от независимых источников постоянного тока. Выполнение этого условия в машине постоянного тока обеспечивается работой коллектора (контактного или бесконтактного), коммутирующего постоянный ток, поступающий в якорную обмотку со стороны источника питания, с частотой $\omega_{эл}$, пропорциональной скорости вращения ротора

Двигатель постоянного тока независимого возбуждения можно описать следующей системой дифференциальных уравнений [1, 2]:

$$\begin{aligned} U_{\epsilon} &= I_{\epsilon} R_{\epsilon} + L_{\epsilon} dI_{\epsilon} / dt ; \\ U_{я} &= I_{я} R_{я} + L_{я} dI_{я} / dt + k\Phi\omega , \\ M_{\text{дв}} &= k\Phi I_{я} ; \\ M_{\text{дв}} - M_{н} &= J_{\Sigma} d\omega / dt , \end{aligned} \quad (1)$$

где U_{ϵ} , I_{ϵ} –напряжение и ток цепи возбуждения;
 R_{ϵ} , L_{ϵ} - сопротивления и индуктивность цепи возбуждения;
 $U_{я}$, $I_{я}$ –напряжение и ток якорной цепи;
 $R_{я}$, $L_{я}$ –сопротивления и индуктивность якорной цепи;
 L_{12} –взаимная индуктивность обмоток якоря и возбуждения;
 ω –угловая скорость ротора;
 $M_{\text{дв}}$ –электромагнитный момент двигателя;
 $M_{н}$ –момент нагрузки;
 $k\Phi = p_n L_{12} I_{\epsilon}$;
 p_n –число пар полюсов;
 J_{Σ} –суммарный момент инерции двигателя и нагрузки.

Первые два уравнения полученной системы представляют собой уравнения Кирхгофа для цепей возбуждения и якоря машины, причем последний член уравнения для цепи якоря есть ЭДС двигателя:

$$e = \omega_{эл} L_{12} i_{\epsilon} = p_n L_{12} i_{\epsilon} \omega = k\Phi\omega . \quad (2)$$

Момент двигателя определяется соотношением:

$$M_{\text{ос}} = p_n L_{12} i_e i_{\text{я}} = k\Phi I_{\text{я}} \quad (3)$$

Для записи уравнений механической характеристики двигателя постоянного тока можно, непосредственно использовать схему, приведенную на рисунке 1.

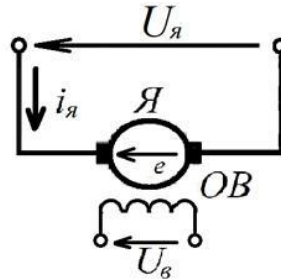


Рисунок 1. – Естественная схема включения двигателя с независимым возбуждением

Математическое описание механической характеристики двигателя постоянного тока (1) при переменном потоке нелинейно в связи с тем, что ЭДС двигателя e и электромагнитный момент $M_{\text{ос}}$ пропорциональны произведениям магнитного потока соответственно на скорость и ток якоря. Во многих случаях двигатель с независимым возбуждением работает при постоянном потоке $\Phi = \text{const}$. При этом уравнения механической характеристики необходимо линеаризовать. Тогда математическое описание динамических процессов преобразования энергии в двигателе с независимым возбуждением представляется в виде следующего уравнения механической характеристики [1, 2, 3, 4].:

$$w = \frac{U_{\text{я}}}{k\Phi} - \frac{R_{\text{я}}}{k^2\Phi^2} M_{\text{ос}} - \frac{L_{\text{я}}}{k^2\Phi^2} \frac{dM_{\text{ос}}}{dt} \quad (4)$$

Подстановка $M_{\text{ос}} = k\Phi I_{\text{я}}$ в (4) дает уравнение электромеханической характеристики:

$$w = \frac{U_{\text{я}}}{k\Phi} - \frac{R_{\text{я}}}{k\Phi} i_{\text{я}} - \frac{L_{\text{я}}}{k\Phi} \frac{di_{\text{я}}}{dt} \quad (5)$$

Частным результатом полученного математического описания является определение уравнения статических электромеханической и механической характеристик двигателя [1, 3]. При постоянном магнитном потоке уравнения этих характеристик с учетом выражений (4) и (5) и $dM_{\text{ос}} / dt = di_{\text{я}} / dt = 0$ запишутся в виде:

$$w = \frac{U_{\text{я}}}{k\Phi} - \frac{R_{\text{я}}}{k^2\Phi^2} M_{\text{ос}} \quad (6)$$

$$w = \frac{U_{я}}{k\Phi} - \frac{R_{я}}{k\Phi} i_{я} \quad (7)$$

Рассматривая полученные уравнения (6) и (7), можно заключить, что при $\Phi = \text{const}$ электромеханическая и механическая характеристики двигателя с независимым возбуждением линейны. Поэтому положение каждой характеристики может быть охарактеризовано двумя точками: точкой идеального холостого хода, в которой $i_{я} = 0$; $M_{\text{дв}} = 0$, и точкой короткого замыкания, в которой $w = 0$. В соответствии с уравнениями (6) и (7) первой из них соответствует скорость идеального холостого хода:

$$w_0 = \frac{U_{я}}{k\Phi}, \quad (8)$$

а второй – соответствуют момент $M_{\text{к.з}}$ и ток $i_{\text{к.з}}$ короткого замыкания. Эти параметры можно определить, решив (6) и (7) относительно тока и момента. Приняв в этих уравнениях $w = 0$, получим:

$$i_{\text{к.з}} = \frac{U_{я}}{R_{я}}; \quad M_{\text{к.з}} = k\Phi \frac{U_{я}}{R_{я}}. \quad (9)$$

Теперь, обозначив $d/dt = p$, исходную систему уравнений (1) можно переписать в следующем виде:

$$\begin{aligned} U_{\text{в}} &= R_{\text{в}}(1 + T_{\text{в}}p)i_{\text{в}}; \\ U_{я} &= R_{я}(1 + T_{я}p)i_{я} + k\Phi w; \\ M_{\text{дв}} &= k\Phi w; \\ M_{\text{дв}} - M_{\text{н}} &= J_{\Sigma}pw, \end{aligned} \quad (10)$$

где $T_{\text{в}} = L_{\text{в}} / R_{\text{в}}$ – электромагнитная постоянная времени обмотки возбуждения,

$T_{я} = L_{я} / R_{я}$ – электромагнитная постоянная времени цепи якоря.

Таким образом, система уравнений (10) представляет собой математическую модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при питании его от источника напряжения.

Естественные и искусственные характеристики двигателя с независимым возбуждением

Электрический двигатель проектируется и изготавливается для определенного расчетного режима, называемого номинальным режимом работы. Этот режим реализуется в схеме, которая для двигателя с независимым возбуждением приведена на рисунке 1. Она характеризуется отсутствием добавочных сопротивлений в якорной цепи и номинальным значениям напряжения $U_{я} = U_{\text{ном}}$ и потока $\Phi = \Phi_{\text{ном}}$. Электромеханическая и механическая характеристики двигателя, соответствующие этим условиям работы, называются естественными характеристиками (уравнения (6) и (7)).

Естественная механическая характеристика двигателя дает основные представления об электромеханических свойствах двигателя. Она определяет его рабочую (номинальную) скорость вращения и показывает, как изменяется скорость вращения электродвигателя при изменениях нагрузки в статических режимах работы. Чем выше модуль жесткости естественной характеристики (т.е. чем меньше ее наклон), тем более стабильна скорость вращения вала двигателя при широких пределах изменения его нагрузки, и напротив, при малой жесткости механической характеристики изменения рабочей скорости механизма при изменениях нагрузки могут быть значительными.

Для управления работой двигателя производятся необходимые изменения параметров и воздействий, определяющих его механические и электромеханические характеристики. В соответствии с (6) и (7) такими параметрами и воздействиями являются суммарное сопротивление якорной цепи $R_{я\Sigma}$, магнитный поток машины Φ , приложенное к якорной цепи напряжение $U_{я}$. Характеристики, соответствующие измененным параметрам двигателя или специальным схемам его включения, принято называть искусственными характеристиками двигателя.

Искусственные характеристики, полученные путем введения добавочных резисторов в цепь якоря, называются реостатными характеристиками двигателя. Схема включения резистора для получения реостатных характеристик представлена на рисунок 2, а. При этом суммарное сопротивление якорной цепи увеличивается:

$$R_{я\Sigma} = R_{я.доб} + R_{доб} . \quad (12)$$

Соответственно ограничивается ток короткого замыкания и увеличивается наклон статической механической характеристики.

$$I_{к.з} = \frac{U_{ном}}{R_{я.доб} + R_{доб}} . \quad (13)$$

Скорость идеального холостого хода остается неизменной $w_0 = w_{0ном}$, а между током и моментом сохраняется пропорциональность $M_{доб} = k\Phi i_{я}$. Поэтому механические и электромеханические реостатные характеристики двигателя отличаются друг от друга только масштабом по оси абсцисс.

Семейство механических и электромеханических характеристик двигателя для ряда значений $R_{доб}$ представлено на рисунок 2, б. Введение резисторов в цепь якоря двигателя является простейшим средством ограничения тока при различных переходных процессах и используется для этой цели во всех случаях при питании двигателя от сети.

Изменение потока двигателя Φ в связи с насыщением его магнитной цепи в номинальном режиме практически возможно в сторону уменьшения потока – ослабления поля двигателя. Уменьшение потока вызывает увеличение скорости идеального холостого хода w_0 и уменьшение момента короткого замыкания $M_{к.з}$, а ток короткого замыкания при этом не претерпевает изменений. Соответственно наклон статической механической характеристики увеличивается пропорционально квадрату потока. Этим объясняется характер статических характеристик двигателя при различных магнитных потоках (рисунок 3) с помощью формул (6) и (7). При рассмотрении данных характеристик следует иметь в виду, что рабочий участок характеристик двигателя ограничивается его перегрузочной способностью и, как показано на

рисунке 3, утолщенными отрезками характеристик, лежит вблизи скорости идеального холостого хода. Нетрудно видеть, что ослабление поля в пределах рабочих нагрузок приводит к увеличению скорости вращения вала двигателя.

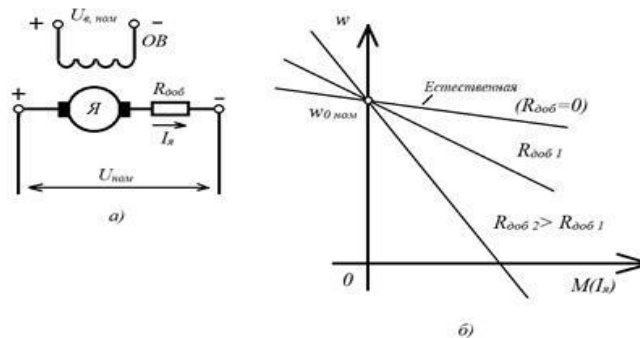


Рисунок 2. –Схема включения резистора в двигатель (а) и реостатные характеристики двигателя с независимым возбуждением (б)

Изменение напряжения, подведенного к якорю двигателя при номинальном потоке, является в регулируемом электроприводе постоянного тока основным управляющим воздействием. Как правило, изменение напряжения $U_{я}$ возможно только в сторону уменьшения по сравнению с номинальным, причем для мощных двигателей это ограничение является жестким, так как допустимое по условиям работы коллектора повышение напряжения невелико. Ряд двигателей, например, краново-металлургических серий, рассчитан на возможную работу с напряжением $U_{я} = 2U_{ном}$, $U_{я} = 2U_{ном}$, однако это является исключением из общего правила. [1, 2, 3, 4].

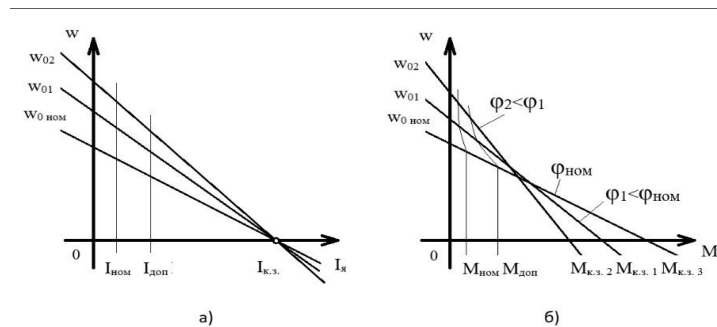


Рисунок 3. –Электромеханические (а) и механические (б) характеристики двигателя с независимым возбуждением при ослаблении поля

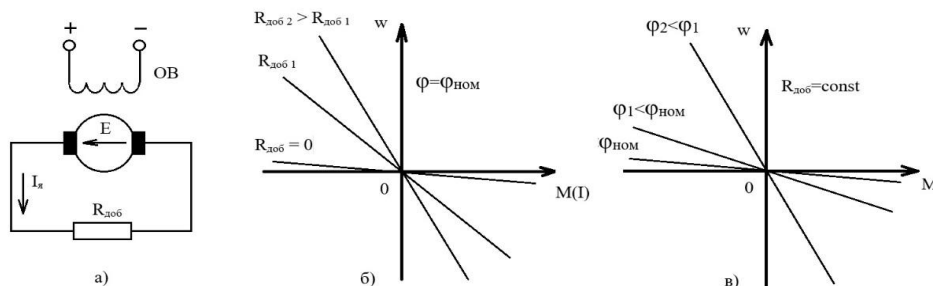


Рисунок 4. –Схема включения (а) и характеристики двигателя с независимым возбуждением (б, в)

Увеличение сопротивления якорной цепи $R_{я\Sigma}$ из-за введения добавочных сопротивлений $R_{доб}$ увеличивает наклон механических характеристик в режиме динамического торможения также, как и в двигательном режиме. Аналогично изменяется наклон механических характеристик динамического торможения и при ослаблении поля двигателя. Механические характеристики, соответствующие различным $R_{доб}$, представлены на рисунке 4б, а при ослаблении поля – на рисунке – 4в. Электромеханические характеристики при введении сопротивлений отличаются от механических только масштабом по оси абсцисс (рисунок 4б). При изменении величины магнитного потока коэффициент пропорциональности между током и моментом для различных характеристик неодинаков, поэтому на рисунке 4в представлены только механические характеристики, а подобные им по форме электромеханические не показаны [1, 2, 3, 4].

Разработка виртуальной модели двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Виртуальная модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в среде *Matlab* (рисунок 5) состоит из блока с заданными передаточными функциями *Transfer Fcn* и усилителей *Gain*. На вход модели подается постоянное напряжение разных уровней: 27, 270 и 540 В. Число оборотов вала двигателя задается в две ступени – при запуске равно 800 об/мин, а через 0.2 секунды после запуска оно возрастает до 1200 об/мин. Данные параметры задаются внешним блоком *Step*.

На рисунке 5 приняты следующие обозначения:

V – напряжение, подаваемое на двигатель (27, 270 и 540 В);

L – индуктивность (0,001 Гн);

R – активное сопротивление (0,1 Ом);

C_w – коэффициент связи между скоростью и ЭДС (10);

C_m – коэффициент связи между током якоря и электромагнитным моментом (10);

J – суммарный момент инерции якоря и нагрузки (10 кг м²);

$F \cdot i$ – произведение потока, создаваемого обмоткой возбуждения и током якоря (1);

Step Ms – блок, реализующий момент сопротивления движению, через него задается скорость вращения (800 и 1200 об/мин);

Feedback – блок, реализующий обратную связь, сигнал подается на регулятор.

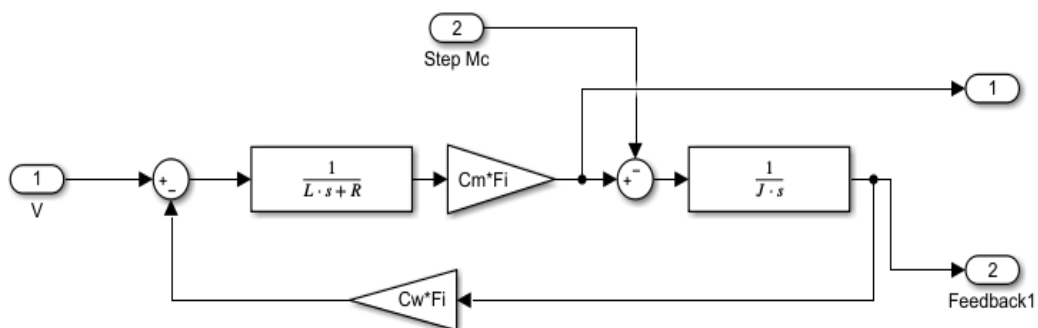


Рисунок 5. –Виртуальная модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в программе *Matlab*

Данная модель позволяет выполнять имитационное моделирование режимов работы двигателя при различных управляющих воздействиях и возмущениях.

Адаптивный контур двигателя постоянного тока с применением элементов нечеткой логики

Адаптивный контур является сложным объектом с плохо изученной динамикой [5,6,7]. Поэтому целесообразно реализовывать его, применяя искусственный интеллект. Условия работы данных объектов недостаточно известны, существенно непостоянны (с дрейфом параметров и характеристик объекта и среды эксплуатации). В таких условиях обыкновенные неадаптивные системы управления неработоспособны, либо работают неудовлетворительно, требуя постоянного квалифицированного наблюдения [5, 6, 7, 8].

Предлагается систему управления двигателя постоянного тока с независимым возбуждением с нечетким адаптивным контуром (рисунок 6) реализовать с помощью адаптивного регулятора (ТЛПА) и нечеткого регулятора (ТЛП). При такой структуре изменение параметров объекта управления, выходящих за допустимые пределы, существенно не влияет на выходные параметры объекта.

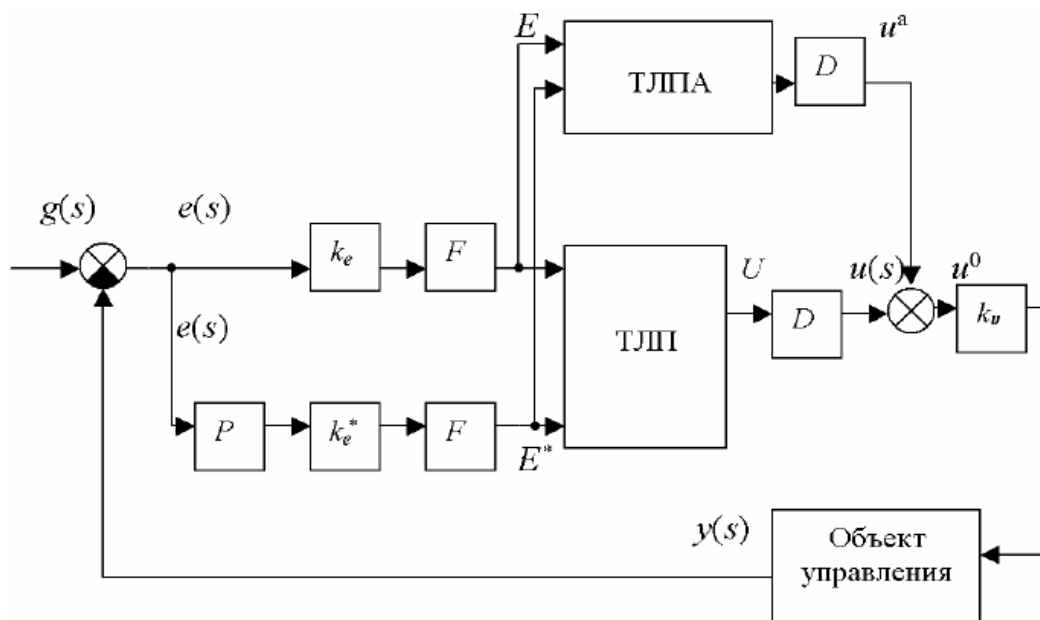


Рисунок 6. – Структурная схема нечеткого адаптивного контура.

На рисунке приняты следующие обозначения: $y(s)$ – выходная переменная; $g(s)$ – заданное значение желаемого сигнала (управляющее воздействие); $e(s)$ – сигнал рассогласования; P – дифференциатор; ТЛП – таблица нечетких лингвистических преобразований; k_e , k_e^* , k_u – масштабные коэффициенты; E , E^* , U – универсальные множества; ТЛПА – таблица лингвистических преобразований адаптивной системы; D – дефазификатор; F – преобразователь текущего значения рассогласования и производной от рассогласования в лингвистические значения.

Выходная переменная объекта регулирования $y(s)$ сравнивается с заданным значением $g(s)$, сигнал рассогласования $e(s)$ поступает в масштабный элемент с коэффициентом k_e и в дифференциатор P , вход которого умножается на k_e^* в масштабном элементе. Блоки F предназначены для преобразования текущих значений рассогласования и производной от рассогласования (скорости изменения рассогласования) в их лингвистические значения (фаззификации) [9, 10, 11].

Создание правил нечеткой логики

Нечеткая логика – это раздел искусственного интеллекта, представляющая собой набор нестрогих правил, созданных для регулирования выходного сигнала в заданных пределах, исходя из постоянно меняющихся входных данных. Законы нечеткой логики могут работать и обеспечивать заданное качество процессов управления при всех режимах работы двигателя постоянного тока, в отличие от линейных законов, которые эффективны только при определенном режиме работы. Работа нечеткого регулятора основана на системе правил, отражающих взаимосвязь выходного сигнала от входных данных [5, 6, 12, 13].

Для каждого входа задаются диапазоны значений и количество кривых регулирования. В исследуемой системе два входных сигнала: ошибка (e) и производная ошибки по времени (de/dt) с диапазоном значений $[-1 \ 1]$. Выходной сигнал – переменная « u » с диапазоном значений $[-10 \ 10]$.

На рисунках 7, 8а приведен пример правил нечеткой логики, где наглядно представлена структура блока нечеткой логики, входные (e и de) и выходные (U_a) данные, а на рисунке 8б – визуальное представление следующей структуры правил нечеткой логики [12, 13]:

```
[Input1]
Name='e'
Range=[-1 1]
NumMFs=3
MF1='N':'trimf',[-1.8 -1 -0.2]
MF2='Z':'trimf',[-0.8 0 0.8]
MF3='P':'trimf',[0.2 1 1.8]
```

```
[Input2]
Name='de'
Range=[-10 10]
NumMFs=3
MF1='N':'trimf',[-18 -10 -2]
MF2='Z':'trimf',[-8 0 8]
MF3='P':'trimf',[2 10 18]
```

```
[Output1]
Name='Ua'
Range=[-1 1]
NumMFs=3
MF1='N':'trimf',[-1.8 -1 -0.2]
MF2='Z':'trimf',[-0.8 0 0.8]
MF3='P':'trimf',[0.2 1 1.8]
```

```
[Rules]
1 1, 3 (1) : 1
2 1, 3 (1) : 1
3 1, 2 (1) : 1
1 2, 2 (1) : 1
2 2, 2 (1) : 1
3 2, 2 (1) : 1
1 3, 2 (1) : 1
2 3, 1 (1) : 1
3 3, 1 (1) : 1
```

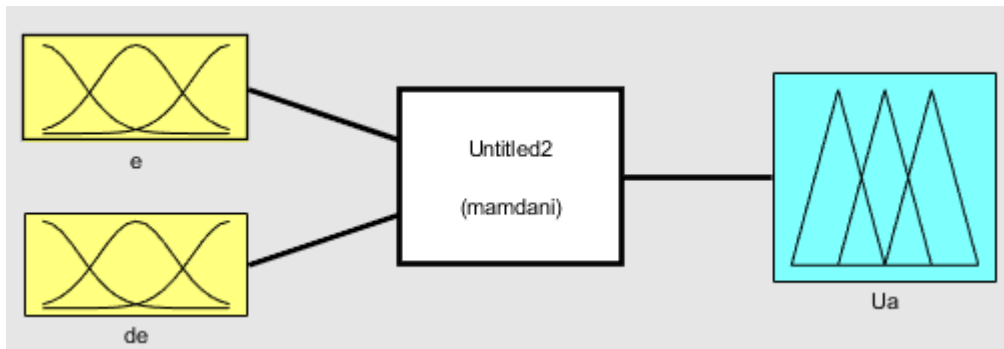



Рисунок 7. – Структура блока нечеткой логики в среде *Matlab*

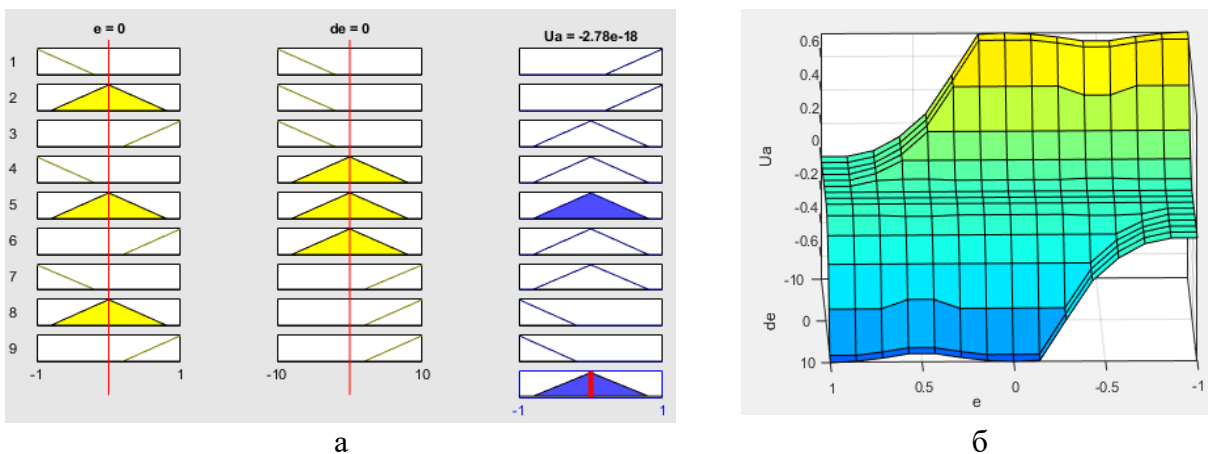


Рисунок 8. – Правила нечеткой логики в среде *Matlab*

Исследованиями установлено, что для данной структуры оптимальным является использование девяти правил (рисунок 8а). Количество правил может изменяться в зависимости от сложности регулируемого объекта и желаемой точности управляющего сигнала. Из рисунка 8б видно, что использование девяти правил оптимально для данного двигателя, так как ошибка рассогласования управляющего и желаемого сигналов минимальна (см. рисунок 8б диапазон $-0.6 + 0.2$ – зеленая область). Дальнейшее увеличение числа правил на величину рассогласования не влияет, но увеличивается время регулирования и увеличивается диапазон положительной и отрицательной ошибок.

Адаптивный контур регулятора двигателя постоянного тока

Адаптивная система – это система (контур), которая автоматически изменяет алгоритм своей работы, иногда может изменять свою структуру для достижения оптимального состояния при изменении внешних условий.

Адаптивный контур регулирования представлен на рисунке 9, а общая схема двигателя постоянного тока с независимым возбуждением с адаптивным нечетким управлением на рисунке 10.

Адаптивный контур (рисунки 9-10) реализуется в среде *Matlab* с помощью следующих блоков:

V – напряжение, подаваемое на двигатель (27, 270 и 540 В);

Feedback – блок, реализующий обратную связь, сигнал подается с двигателя постоянного тока независимого возбуждения;

Fuzzy Logic Controller – блок, содержащий правила нечеткой логики.

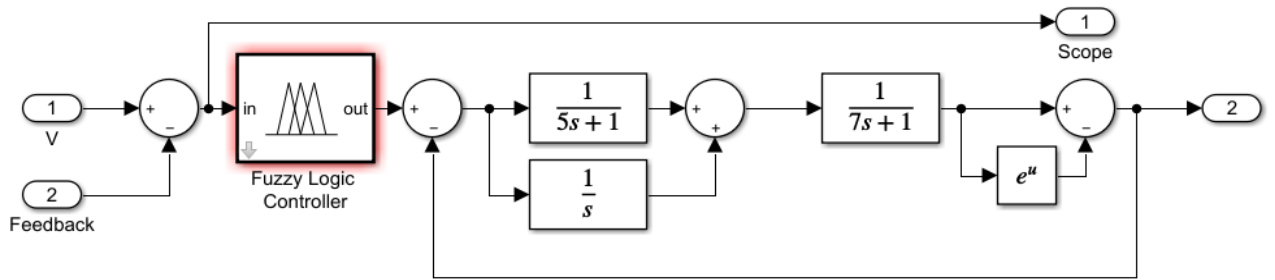


Рисунок 9. – Схема адаптивного контура с нечеткой логикой в среде *Matlab*

При разработке виртуальной модели регулятора с нечеткой логикой используется блок *Fuzzy Logic Controller*. В этом блоке задается ссылка на *fis*-файл с правилами нечеткой логики для управления двигателем постоянного тока.

Смысл адаптивного контура состоит в обработке и сравнении сигнала обратной связи с выхода двигателя постоянного тока и входного напряжения, пропускания полученной разницы сигналов через блок нечеткого регулирования (в данном блоке происходит уменьшение ошибки управляющего сигнала согласно правилам) и дальнейшем преобразовании через цепь блоков для уменьшения производной ошибки по времени (улучшение быстродействия).

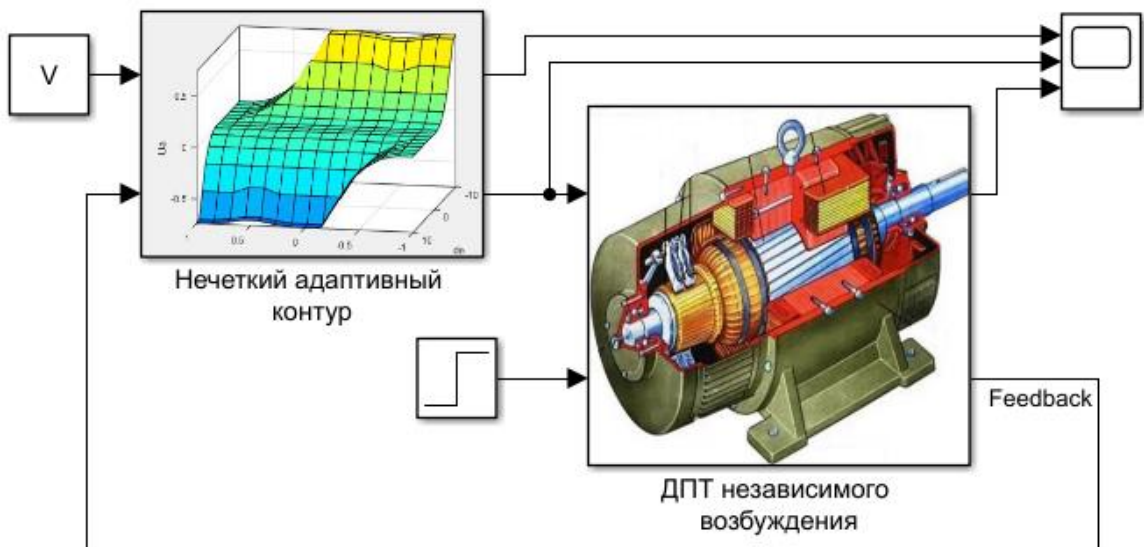


Рисунок 10. – Схема ДПТ НВ с нечетким адаптивным регулятором в среде *Matlab*

Схема (рисунок 10) позволяет провести имитационное моделирование процессов управления двигателем и оценить качество управления нечеткого адаптивного контура с точки зрения минимальных энергозатрат на управление. Последнее весьма актуально при управлении мощными электроприводами на основе рассматриваемого двигателя.

Результаты. Исследование эффективности работы нечеткого адаптивного контура проводилось при изменении напряжения на обмотке возбуждения (27, 270, 540В), изменении сопротивления обмотки якоря R, при фиксированных оборотах вала двигателя 800 и 1200об/мин. Результаты исследований анализировались во временной и частотной областях (таблицы 1-4, рисунки 11-16). Имитационное моделирование выполнялось в среде *Matlab*.

Таблица 1. – Графики выходного сигнала контура (напряжение) и оборотов двигателя при напряжениях питания 27В, 270В и 540В

Параметры		Графики
Напряжение питания 27В	Напряжение	
	Оборотов двигателя	
Напряжение питания 270В	Напряжение	
	Оборотов двигателя	
Напряжение питания 540В	Напряжение	
	Оборотов двигателя	

Таблица 2. – Характеристики ДПТ НВ при частоте 800 об/мин

Напряжение	Характеристика напряжения			Характеристика оборотов		
	Величина перерегулирования	Разница амплитудных значений	Время регулирования	Величина перерегулирования	Разница амплитудных значений	Время регулирования
27U	0.82	28.13	0.075	17	936.0261	0.1
270U	0.08	271.1	0.075	17	936.0261	0.1
540U	0.03	541.1	0.075	17	936.0261	0.1

Таблица 3. – Характеристики ДПТ НВ при частоте 1200 об/мин

Напряже ние	Характеристика напряжения			Характеристика оборотов		
	Величина перерегули рования	Разница амплитудн ых значений	Время регулирова ния	Величина перерегули рования	Разница амплитудн ых значений	Время регулирова ния
27U	1.17	28.63	0.8	17	1405.0863	0.1
270U	0.11	271.6	0.8	17	1405.0863	0.1
540U	0.05	541.6	0.8	17	1405.0863	0.1

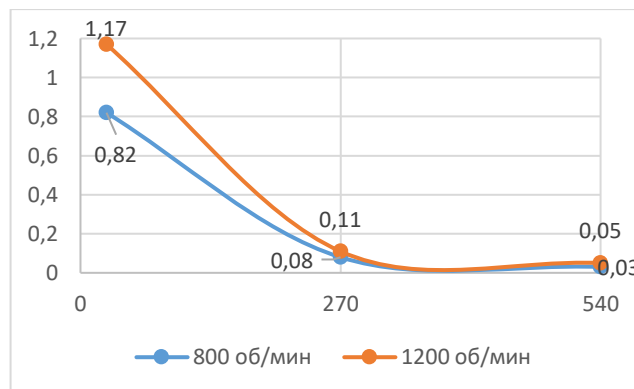


Рисунок 11. – График величины перерегулирования при изменении напряжения 27-540В и частоте 800 и 1200 об/мин

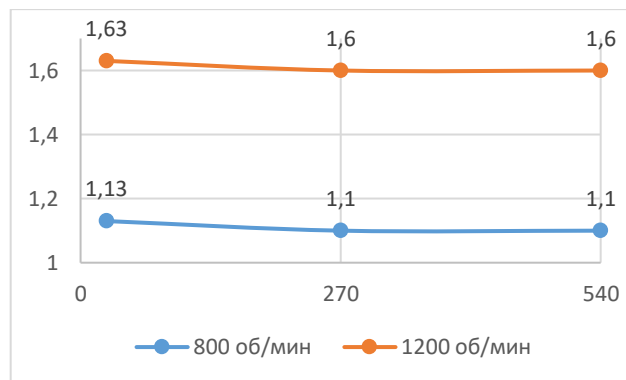


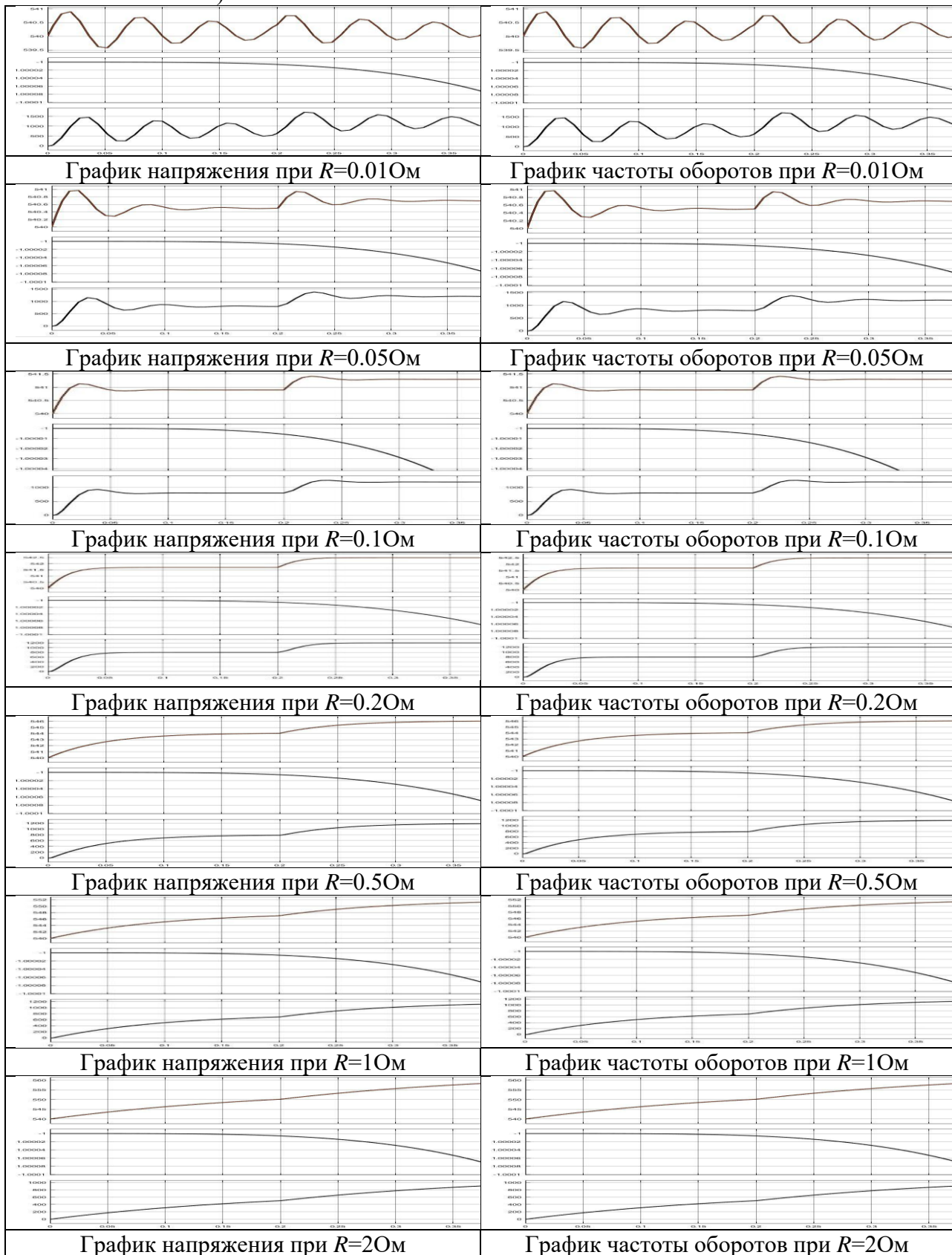
Рисунок 12. – График разницы амплитудных значений при изменении напряжения 27-540В и частоте 800 и 1200 об/мин

Согласно таблицам 1–3 можно сделать следующие выводы:

- величина перерегулирования уменьшается с увеличением входного напряжения, частота оборотов не имеет существенного влияния;
- время регулирования постоянно и не изменяется при повышении напряжения и оборотов;
- разница амплитудных значений при повышении напряжения находится в допустимых пределах погрешности $\pm 5\%$.

Для исследования качества работы адаптивного нечеткого контура изменим сопротивление якоря R в пределах от 0.01 до 2 Ом. Графики исследования приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Графики работы адаптивного нечеткого контура при изменении сопротивления (напряжение постоянно 540В, частота оборотов 800 и 1200 об/мин)



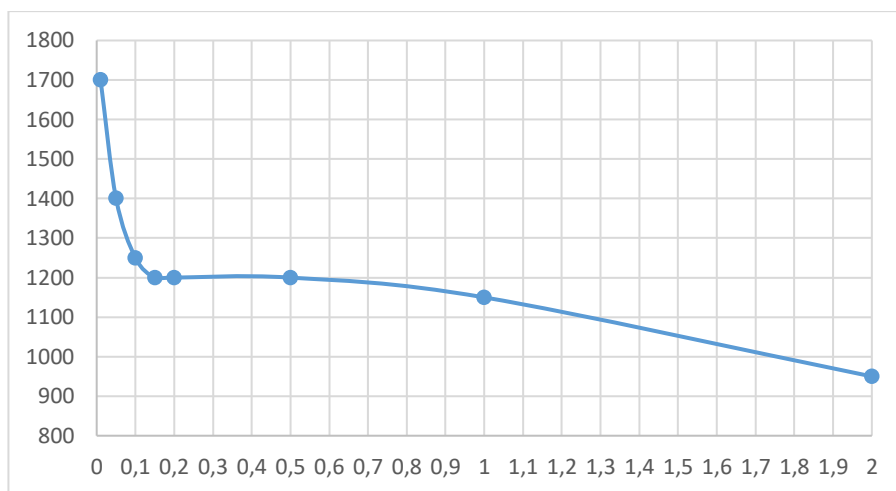


Рисунок 13. – График зависимости изменения частоты вращения при изменении сопротивления R ($V=540В$)

При изменении сопротивления в пределах от 0.01 до 2 Ом естественным образом возрастает напряжение и достигает предельного значения в 560 В.

При значении 0.01 Ом частота оборотов не устанавливается из-за не затухающих колебаний, напряжение меняется в пределах 539.5-541 В.

При значении 0.05 Ом частота оборотов устанавливается без колебаний на 0.15 и 0.35 секундах для 800 и 1200 об/мин соответственно, напряжение меняется в пределах 540-541 В с незначительными колебаниями.

При значении 0.1 Ом частота оборотов устанавливается без колебаний на 0.07 и 0.27 секундах для 800 и 1200 об/мин соответственно, напряжение меняется в пределах 540-541.5 В.

При значении 0.15 Ом частота оборотов устанавливается без колебаний на 0.05 и 0.25 секундах для 800 и 1200 об/мин соответственно, напряжение меняется в пределах 540-542 В.

При значении 0.2 Ом частота оборотов устанавливается без колебаний на 0.06 и 0.25 секундах для 800 и 1200 об/мин соответственно, напряжение меняется в пределах 540-542.5 В.

При значении 0.5 Ом частота оборотов устанавливается без колебаний на 0.2 и 0.35 секундах для 800 и 1200 об/мин соответственно, напряжение меняется в пределах 540-546 В.

При значении 1 Ом частота оборотов не устанавливается до значения 800 об/мин в течении 0.2 секунд и до 1200 об/мин в течении 0.4 секунд, напряжение меняется в пределах 540-552 В.

При значении 2 Ом частота оборотов не устанавливается до значения 800 об/мин в течении 0.2 секунд и до 1200 об/мин в течении 0.4 секунд, напряжение меняется в пределах 540-560 В.

Диапазон сопротивления 0.1-0.5 Ом является оптимальным для повышения качества работы двигателя постоянного тока (согласно рисунку 13), так как отсутствует колебательность, перерегулирование в допустимых пределах, максимальная величина ошибки составляет 1.5%.

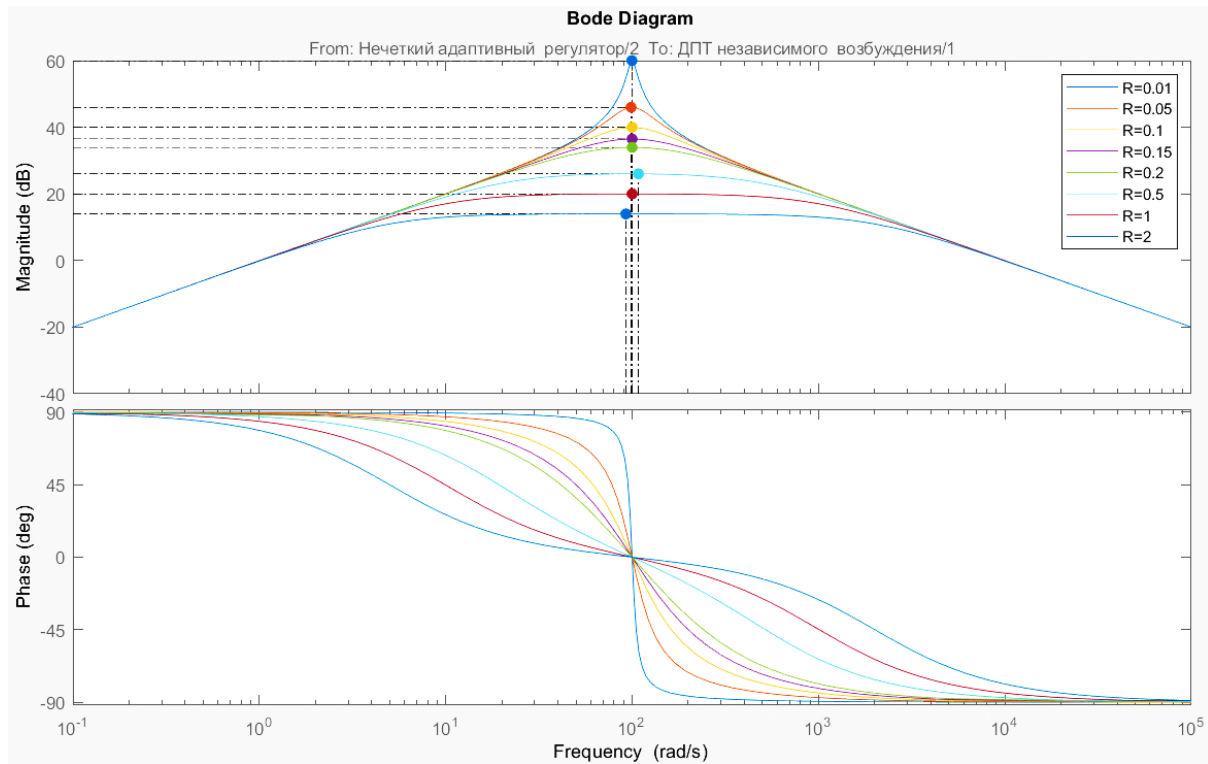


Рисунок 14. – АЧХ и ФЧХ характеристики при изменении сопротивления R (напряжение постоянно 540В, частота оборотов 800 и 1200 об/мин)

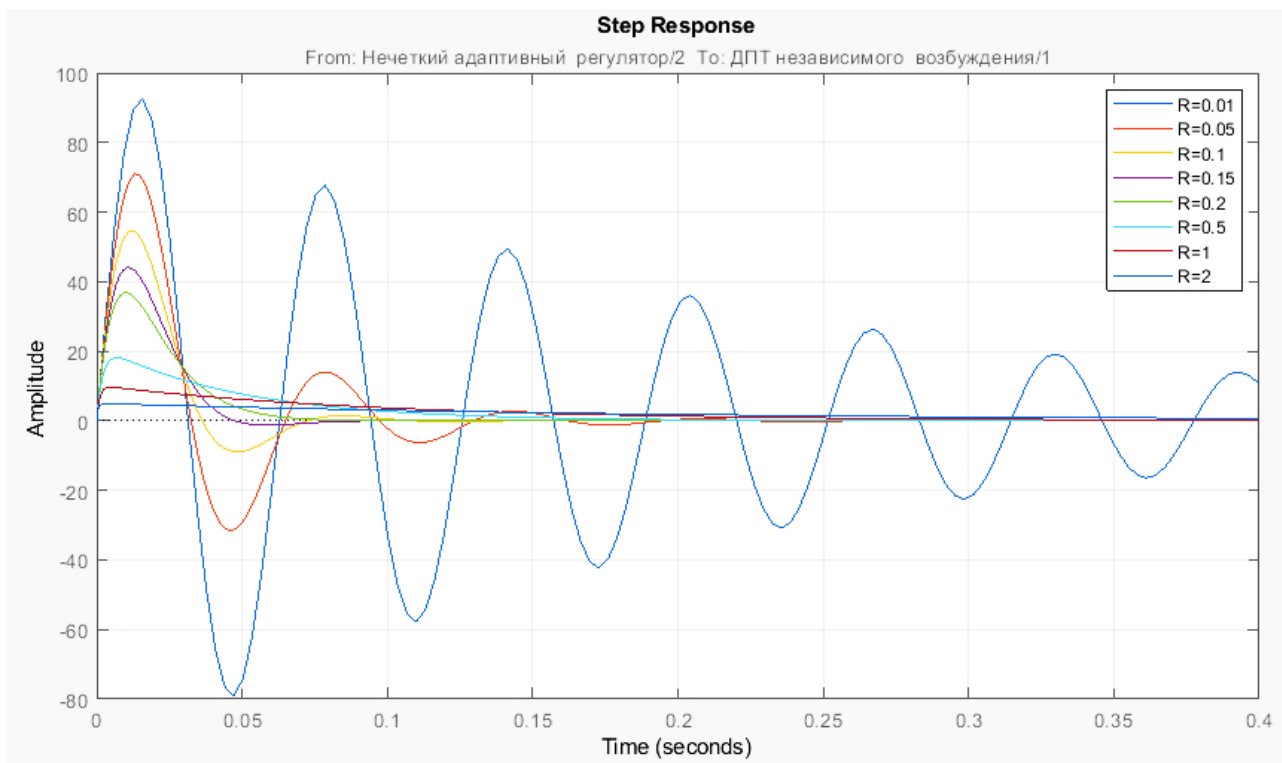


Рисунок 15. – Переходные характеристики при изменении сопротивления R (напряжение постоянно 540В, частота оборотов 800 и 1200 об/мин)

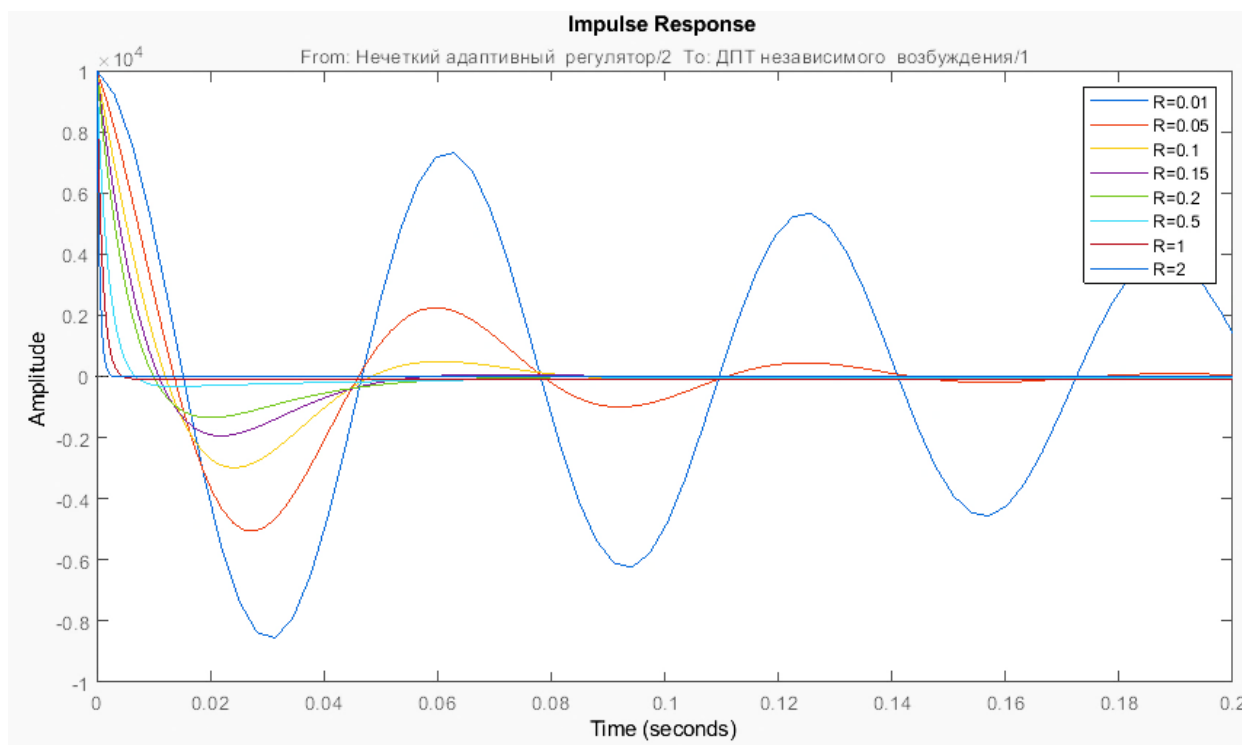


Рисунок 16. – Импульсные характеристики при изменении сопротивления R (напряжение постоянно 540В, частота оборотов 800 и 1200 об/мин)

Качество работы адаптивного нечеткого контура было исследовано во временных, частотных и импульсных областях (рисунки 14-16), чтобы удостовериться в пределах оптимального диапазона сопротивления 0.1-0.5 Ом.

По результатам исследований (рисунки 14-16) можно сделать следующие выводы: время регулирования сокращается до 0.04с, время отклика системы на дельта-функцию уменьшается приблизительно в 1,35-1,52 раза (быстродействие увеличилось), запас устойчивости системы по амплитуде превышает требуемый (6 дБ) в 3,2 раза.

Таким образом, результаты исследования адаптивного нечеткого контура свидетельствуют о его эффективности при управлении двигателем постоянного тока с независимым возбуждением, работающим при различной величине оборотов вала двигателя и изменении сопротивления цепи якоря.

Заключение. Целью данной работы является разработка и исследование нечеткого адаптивного контура для управления работой двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ).

В качестве объекта исследования выбран электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения.

В ходе работы разработана математическая и имитационная модель двигателя постоянного тока, нечеткого и адаптивного регуляторов в среде *Matlab* и проведены исследования эффективности работы нечеткого адаптивного контура.

Разработанная имитационная модель состоит из двух основных частей: блок нечеткого адаптивного контура и блок двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Выполнены исследования работы двигателя с нечетким адаптивным контуром при изменении напряжения питания, сопротивления обмотки якоря при повышении оборотов вала двигателя с 800 до 1200 об/мин. По результатам исследований представлены графики качества управления и таблицы результатов исследований. Полученные результаты позволили сделать

вывод о преимуществах нечеткого адаптивного контура для управления двигателем по следующим критериям: время регулирования, величина ошибки, запас устойчивости по амплитуде.

Сформирован подход по определению оптимального количества правил нечеткого регулятора в составе адаптивного контура. Показано, что девять правил являются оптимальным количеством для данного двигателя, так как ошибка рассогласования управляющего и желаемого сигналов минимальна. Дальнейшее увеличение числа правил практически не влияет на эффективность управления. Использование девяти правил нечеткого адаптивного контура оптимально с точки зрения минимальных энергозатрат на управление. Последнее весьма актуально при управлении мощными электроприводами на основе рассматриваемого двигателя.

Имитационная модель позволяет без аппаратной реализации определить оптимальные условия управления двигателем для различных режимов его использования.

Список литературы

[1.] Математическое описание двигателя постоянного тока с независимым возбуждением // Дальневосточный государственный технический университет. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5396869/>. – Дата доступа: 05.11.2019.

[2.] Studfiles.net [Электронный ресурс] / Математическое описание двигателя постоянного тока с независимым возбуждением / –Дальневосточный государственный технический университет. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5396869/>. – Дата доступа: 05.11.2019.

[3.] Математическое обеспечение систем диагностирования канала генерирования авиационных систем электроснабжения / О.Г. Карачун, К.В. Терещенко, К.В. Бунас «Гагаринские чтения – 2019»: Сборник тезисов докладов. – Москва: МАИ, 2019. – С. 703.

[4.] Леоненков, А. Ю. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech / А.Ю. Леоненков. – Санкт-Петербург: БХВ, 2003. – 720 с.

[5.] GotAI.NET [Электронный ресурс] / Введение в нечеткую логику и системы нечеткого управления / П. Баер, С. Новак, Р. Винклер. – Режим доступа: <http://www.gotai.net/documents/doc-1-fl-001.aspx>. – Дата доступа: 05.11.2019.

[6.] Терещенко, К.В. Эффективность управления двигателем постоянного тока при использовании интеллектуальных и ПИД-регуляторов / Молодежь в науке: Новые аргументы [Текст]: Сборник научных работ X Международного молодежного конкурса (Россия, г. Липецк, 1 марта 2019 г.). Секции 1 – 3 (начало) / Отв. ред. А.В. Горбенко. — Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2019. — С. 53-56.

[7.] Tsiareshchanka K. Simulation of the aviation synchronous generator with a fuzzy logic controller in the Matlab / Proceedings of International scientific conference “Universum N VI”. Morrisville, Lulu Press., 2019. P. 9-13.

[8.] Рутковский, В.Ю. Физически реализуемый алгоритм адаптивного управления с эталонной моделью / В.Ю. Рутковский, В.М. Глумов, В.М. Суханов: Автоматика и телемеханика. – Москва, 2011. – №8. – 96-108 с.

[9.] Земляков, С.Д. Алгоритм функционирования адаптивной системы с эталонной моделью, гарантирующий заданную динамическую точность управления нестационарным динамическим объектом в условиях неопределенности / С.Д. Земляков, В.Ю. Рутковский: Автоматика и телемеханика. – 2009. – № 10. – 35-44 с.

[10] Маслолюбов, Ю. П. Введение в Neural Network Toolbox / Ю.П. Маслолюбов / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/neuralnetwork/book1/index.php>. – Дата доступа: 05.11.2019.

[11] Терещенко, К.В. Адаптивная система с эталонной моделью для управления объектами электропривода / Международный сборник научных трудов молодых ученых, докторантов, магистрантов и студентов / под науч. ред. Ш.А. Курманбаевой. – Семей: КазГЮИУ, 2019 -№6.- С. 178-181.

[12] Терещенко, К.В. Адаптивная система с эталонной моделью для управления объектами электропривода / Молодежь в науке: Новые аргументы [Текст]: IV Международный молодежный сборник научных статей (Россия, г. Липецк, 26 апреля 2019 г.). Часть I / Отв. ред. А.В. Горбенко. — Липецк: Научное партнерство «Аргумент», 2019. — С 35-40.

[13] Разработка инструментария анализа и оценки бортовых систем (блоков, агрегатов) современных и перспективных воздушных судов: Отчет о НИР (заключит.) / БГАА; Руководитель А. Г. Капустин.– ГР №20171838; – Минск, 2019. – 205с.– Исполнители Н.С. Карнаухов, Е.В. Балич, К.В. Бунас, О.Г. Карачун, К.В. Терещенко и др

CONTROL OF DC MOTOR USING A FUZZY ADAPTIVE CIRCUIT

K.V. Tsiareshchenko

*Cadet of the Belarusian State Academy of
Aviation*

A.G. Kapustin

*Professor Department of General
Professional Disciplines, Belarusian State
Academy of Aviation, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor*

*Belarusian State Academy of Aviation, Republic of Belarus
E-mail: kokovita13@gmail.com*

Abstract. The purpose of this work is the development and study of a fuzzy adaptive circuit for controlling the operation of an independent excitation direct current motor (DC IE). To achieve this goal, the following tasks were solved: the mathematical and simulation models of a DC motor of independent excitation were developed; a simulation model of a fuzzy adaptive circuit consisting of fuzzy and adaptive regulators is developed; the problem of determining the optimal number of rules for a fuzzy controller is solved; Studies are carried out and on their basis an analysis of the effectiveness of controlling a DC motor of independent excitation is carried out.

The research methods used in the work: the theory of structural-functional analysis, the methods of mathematical and simulation modeling, the theory of fuzzy sets, the theory of experiment.

Keywords: Adaptive fuzzy circuit, fuzzy logic rules, fuzzy logic, speed control, DC motor of independent excitation.

УДК 004.424.47:004.738.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЦЕПТИВНОГО ХЭША В НАХОЖДЕНИИ НЕОБХОДИМЫХ СООБЩЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ВЫБОРКИ ИЗ ТВИТТЕРА



Ю.А. Захарик
Студентка БГУ



Д.М. Прокурат
Магистр математики и информационных технологий

Белорусский государственный университет, Республика Беларусь
E-mail: zakharik.julia@gmail.com

Ю.А. Захарик

Студентка механико-математического факультета Белорусского государственного университета.

Д.М. Прокурат

Магистр математики и информационных технологий.

Аннотация. В данной работе была рассмотрена проблема нахождения схожих сообщений на основе выборки из Твиттера. Рассмотрены следующие алгоритмы: расстояние Левенштейна, нормализованное расстояние Левенштейна, Soundex, Phonex, алгоритм Джаро, Q-граммы, алгоритм LCS, алгоритм Metric LCS, SIFT4, алгоритм Дамерлау-Левенштейна, алгоритм косинусов и алгоритм подсчета букв. Было произведено сокращение выборки и упрощение твитов. Предложен оптимальный алгоритм решения задачи.

Ключевые слова: перцептивный хэш, сравнение текстов, алгоритм косинусов, алгоритм Джаро, твиттер

Введение. В современном мире количество информации каждые два года удваивается. Со временем появляется все большее число новостей, которые являются явными дубликатами без указания ссылок на оригинал. Из чего вырастает необходимость нахождения плагиата оригинального сообщения. На данный момент известно большое количество алгоритмов, решающих данную проблему на небольших количествах данных, однако, показывающих плохие результаты на большой выборке, из-за чего данная проблема не решена в масштабах Интернета. Была проделана работа по нахождению схожих сообщений на примере 800.000 твитов. Твит – короткое сообщение, длиной до 280 символов, опубликованное в сервисе Twitter.

Целью данной работы является выявление пользы использования перцептивного хэша в поиске схожих сообщений на примере выборки из Твиттера.

Определения. Определим, что значит, что два сообщения схожи. Схожесть определяет, насколько оба текста «близки» друг к другу. Будем считать тексты схожими, если:

- Тексты написаны на одинаковом языке;
- «Смысл» текстов схож;
- Изменён порядок слов;
- В словах допущены опечатки
- Допускаются изменения форм слов (падежи, спряжение и т.д.);
- Добавлены или удалены некоторые слова в предложениях;
- Некоторые слова заменены на синонимы.

– Сообщения практически одинаковы по длине

Расчеты сложности. На выборке из $N_1 = 800.000$ твитов необходимо совершить $\sum_{i=1}^N i \sum_{i=1}^N i$ операций. Зная, что примерно 40% всех твитов являются ретвитами, можем сократить выборку до $N_2 = 480.000$ твитов. Так как твиты на разных языках не могут быть схожи, можно разделить выборку на языки, которая представлена в таблице 1.1. Согласно [1] количество твитов на английском языке составляет около 70%. В нашей выборке их примерно 80%, поэтому можем рассматривать сообщения только на английском языке без больших потерь объёмов данных.

Таблица 1.1 – Количество сообщений на разных языках в процентах от общего количества

	Английский, %	Русский, %	Другие, %
Изначально	82.5	10	7.5
После удаления ретвитов	62	22	16

Согласно таблице 1.1 можем сократить выборку до $N_3 = 297.600$ для сообщений, написанных на английском языке. Получается, что из всей выборки для сравнения осталось около 35% всех сообщений.

Далее отсортируем выборку по длине твитов, итог получится 6 классов примерно по $N_4 = 50.000$ твитов в каждом.

Несмотря на значительное сокращение выборки, количество операций осталось довольно значительным, а именно $6 \cdot \sum_{i=1}^{N_4} i \cdot \sum_{i=1}^{N_4} i$, где $N_4 = 50.000$. Поэтому появляется необходимость максимально упростить тексты для обработки, в связи с чем были сделаны следующие изменения:

- Все буквы приведены к нижнему регистру.
- Удалены незначащие символы, такие как восклицательный знак, точка и т.д.
- Удалены все слова, меньшие трёх символов, что очищает сообщение практически от всех предлогов и других незначащих слов.
- Удалены все хэштеги, упоминания, ссылки.

Способы реализации. После сделанных преобразований сообщения все еще остаются в не очень удобной форме для сравнения, поэтому возникает необходимость использования хэшей.

Были выделены следующие способы сравнения:

- Криптографический хэш
- Перцептивный хэш
 - Фонетический хэш
 - Структурный хэш

Криптографический хэш. Данный тип хэша сжимает исходное сообщение, однако, при малейшем изменении текста самого сообщения, хэш меняется кардинально.

Таблица 1.2 – Сравнение хэшей двух исходных строк с использованием криптографического хэша MD5.

я люблю Беларусь	Я люблю Беларусь
90d677e3ac0af3773f10b5be08266e56	cdfbadad1d75122148a74ef268f2acd0

Из таблицы 1.2, становится видно, что полученные результаты сильно отличаются при небольшом изменении. Данные типы хэшей хорошо работают при поиске дубликатов, создавая одинаковые хэши для одинаковых сообщений, но оказываются не дееспособными при поиске схожих сообщений.

Перцептивный хэш. В отличие от криптографических хэшей перцептивный хэш генерируется на основе содержания объекта. Поэтому незначительная трансформация объекта не повлечёт сильное изменение самого хэша.

Перцептивный хэш разделяется на:

– Фонетический хэш

– Структурный хэш

Фонетический хэш.

Общим принципом для всех методов фонетического кодирования является то, что алгоритмы преобразовывают строку сообщения в хэш в соответствии с произношением данного текста в оригинальном языке. Естественно, этот процесс зависит от языка. Большинство методов, включая все представленные здесь, разрабатывались в основном для кодирования на английском языке, что применимо для решаемой проблемы, так как используется выборка на соответствующем языке. Несколько методов были адаптированы для других языков.

– Soundex. Алгоритм основан на том, что схожие по звучанию буквы определяются алгоритмом как одинаковые и заменяются на соответствующую цифру или остаются неизменными, если буква стоит в начале слова (напр. «Caffe» – C010). Каждой букве в соответствии с таблицей преобразования соотносится цифра от 0 до 6. Следовательно, существует около 5600 комбинаций результатов данного алгоритма и в среднем 200 различных слов будут определены как одинаковые.

– Phonex (Phonix). Phonex- это разновидность Soundex, которая улучшает качество кодирования путём предварительной обработки слов в соответствии с их английским произношением перед кодировкой (напр. «wr» в «r»). Phonix работает аналогично Soundex, однако, имеет другую таблицу преобразования, которая состоит из 9 цифр (напр. напр. «Caffe» – C070). Результат алгоритма принимает около 19.000 комбинаций, или одну комбинацию на 52 слова, что значительно улучшает качество работы.

Так как твиты – это короткие сообщения, поэтому фонетические хэши сильно не уменьшают длину сообщения, что делает их использование нецелесообразным.

Структурный хэш:

Структурный хэш используется в приближенном сравнении строк, который имеет широкое распространение. Выделяют следующие виды сравнения:

– Расстояние Левенштейна. Расстояние Левенштейна определяется как наименьшее количество операций редактирования (вставки, удаления и замены), необходимых для трансформации одной строки в другую. Расстояние (количество правок) между двумя строками s_1s_1 и s_2s_2 можно рассчитать за время $O(|s_1| \times |s_2|)O(|s_1| \times |s_2|)$. Функция расстояния Левенштейна $dist(s_1, s_2)dist(s_1, s_2)$ возвращает значение 0, если строки одинаковые или положительное количество правок, если они разные.

– Алгоритм Джаро. Алгоритм рассчитывает число cc общих символов и количество транспозиций tt . Мера подобия рассчитывается как:

$$jaro(s_1, s_2) = \frac{1}{3} \left(\frac{c}{|s_1|} + \frac{c}{|s_2|} + \frac{c-t}{t} \right)$$

– Алгоритм Дамерлау-Левенштейна. В этой вариации расстояния Левенштейна транспозиция также считается элементарной операцией редактирования (на расстоянии Левенштейна транспозиция соответствует двум правкам: одна вставка и одно удаление или две замены). Мера алгоритма рассчитывается аналогично $lev(s_1, s_2)$.

– Алгоритм LCS или алгоритм наибольшей общей подстроки. Алгоритм в цикле ищет самую длинную общую подстроку в двух сравниваемых сообщениях до минимальной длины (обычно устанавливается в 2 или 3). Например, две строки «gail west» и «vest abigail» самая длинная общая подстрока «geil». После того, как она будет удалена, появятся две новые строки «west» и «vest abi». Во второй итерации удаляется подстрока «est», оставляя «w» и «v abi». Суммарная длина общих подстрок теперь 7. Мера рассчитывается по формуле:

$$lcs(s_1, s_2) = |s_1| + |s_2| - 2 \cdot |distLcs(s_1, s_2)|$$

где $distLcs(s_1, s_2)$ – функция, возвращающая расстояние LCS.

– Q-граммы. Q-граммы являются подстроками длины q в более длинных строках. Обычно используемые q-граммы - это униграммы (q = 1), биграммы (q = 2) и триграммы (q = 3). Например, «river» содержит биграммы «ri», «iv», «ve» и «er». Мера q-граммы рассчитывается путем подсчета количества общих q-грамм (т.е. q-грамм, содержащихся в обоих сообщениях) и разделенное либо на число q-грамм в более короткой строке, либо на число в более длинной строке, либо на среднее количество q-грамм в обоих текстах.

– Алгоритм косинусов. Алгоритм считает сходство посредством измерения косинуса угла между двумя векторами, где каждое сообщение представлено в виде вектора и рассчитывается по формуле:

$$dist(s_1, s_2) = \cos(s_1, s_2) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}}$$

– Нормализованное расстояние Левенштейна.

– Алгоритм Metric LCS. Нормализованное расстояние Левенштейна вычисляется аналогично расстоянию Левенштейна, за исключением того, что расстояние делится на длину большей строки и в разных вариациях возможно улучшить качество сравнения текстов, если давать различные коэффициенты редактирования для разных видов ошибок (напр. замене «w» и «e» давать меньший коэффициент из-за их близкого расположения на клавиатуре, чем «q» и «r»). Поэтому Нормализованное расстояние в отличие от обычного не является метрикой и вычисляется по формуле:

$$norm_lev(s_1, s_2) = 1 - \frac{dist(s_1, s_2)}{\max(|s_1|, |s_2|)}$$

– Алгоритм SIFT4. SIFT4 - это экспериментальный алгоритм, который сочетает в себе признаки алгоритмов Винклера и LCS.

– Алгоритм подсчёта букв. Алгоритм представляет каждое сообщение в виде массива, в котором указаны количества появлений каждой буквы. Расстояние считается по формуле:

$$dist(s_1, s_2) = \frac{c}{\max(|s_1|, |s_2|)}$$

где c – количество общих символов в двух строках

Временное и качественное сравнение. Для выбора алгоритма наиболее важным фактором является время его выполнения.

Таблица 1.3 – Время и сложность работы алгоритмов.

Алгоритм	Сложность	Время, мкс
Алгоритм Дамерлау-Левенштейна	$O(m * n)$	72
Расстояние Левенштейна	$O(m * n)$	10
Нормализованное расстояние Левенштейна	$O(m * n)$	11
N-граммы	$O(m * n)$	44
Алгоритм Metric LCS	$O(m * n)$	12
Алгоритм LCS	$O(m * n)$	11
Алгоритм Джаро	$O(m * n)$	12
Алгоритм Винклера	$O(m * n)$	12
Q-граммы	$O(m + n)$	23
Алгоритм косинусов	$O(m + n)$	7
Алгоритм SIFT4	$O(m + n)$	2
Алгоритм подсчета букв	$O(n)$	0.17

Необходимо также выяснить, какой из алгоритмов показывает наилучшие результаты при различных трансформациях сообщений. Результаты работы отображены в таблице 1.5 с условиями из таблицы 1.4.

Таблица 1.4 – Пределы изменения сообщений

Трансформация	Незначительно	Средне	Значительно
Удаление слов	1-2	3-5	5-10
Добавление слов	1-2	3-5	5-10
Замена слов	1-2	3-4	5-7
Изменение формы слов	1-10	10-20	20-30
Изменение порядка слов	1-3	4-6	7-12

Таблица 1.5 – Процент схожести исходного сообщений при значительных и незначительных изменениях (значительные изменения – верхняя часть ячейки, незначительные – нижняя)

Алгоритм	Добавление слов	Удаление слов	Изменение порядка слов	Изменение форм слов	Замена слов
Алгоритм Дамерлау-Левенштейна	83	83	81	90	90
	34	43	44	82	61
Расстояние Левенштейна	84	85	81	90	90
	57	63	43	82	61
Нормализованное расстояние Левенштейна	84	80	78	89	89
	57	23	33	80	55
N-граммы	84	80	78	83	87
	56	23	23	75	52
Алгоритм Metric LCS	84	80	87	99	99
	57	23	49	88	59
Алгоритм LCS	83	83	77	99	84
	34	43	13	88	39
Алгоритм Джаро	86	82	99	87	89
	70	57	82	83	75
Алгоритм Винклера					
Q-граммы	79	79	89	50	64
	24	41	65	30	1
Алгоритм косинусов	90	88	99	73	81
	67	56	81	62	39
Алгоритм SIFT4	65		80	94	93
	1		53	85	64
Алгоритм подсчета букв	82	82	100	91	89
	52	31	100	83	56

Будем считать, что при добавлении, удалении и замене слов для сохранения схожести двух сообщений, необходимо, чтобы при незначительных изменениях подобие обоих твитов

было высоким, а при значительных – небольшим. При изменении порядка и форм слов при незначительных и значительных изменениях схожесть обоих сообщений должна быть высокой. Для данных условий наиболее подходящими являются алгоритмы косинусов, MLCS и нормализованное расстояние Левенштейна. В ходе эксперимента, наилучшие результаты по времени и точности показал алгоритм косинусов, который и был определен в качестве решения. Числовая разница между похожими строками и между абсолютно разными должна быть максимальной. Данное ограничение необходимо для избежания коллизий.

Немаловажным фактором при выборе алгоритма является процент ложных срабатываний. Количество коллизий было протестировано на 800 твитах или было произведено около 265.000 сравнений, результаты которых отображены в таблице 1.5.

Таблица 1.6 – Количество коллизий на выборке из 800 твитов.

Алгоритм	Количество коллизий
Алгоритм Дамерлау-Левенштейна	5000
Расстояние Левенштейна	5000
Нормализованное расстояние Левенштейна	7
Алгоритм Metric LCS	1
Алгоритм LCS	1500
Алгоритм Джаро	0
Q-граммы	800
Алгоритм косинусов	7
Алгоритм SIFT4	2000
Алгоритм подсчета букв	500

Как видно из таблиц, алгоритм подсчета букв является наиболее быстрым, но не совсем точным. Положим, что если сообщения являются схожими, то и количество одинаковых букв в них будет примерно одинаковым. Поэтому требуется дополнительный алгоритм для проверки возможных пар схожих сообщений. Наиболее подходящими алгоритмами являются алгоритм косинусов и нормализованное расстояние Левенштейна.

В кандидаты дополнительного алгоритма были выбраны алгоритм косинусов и нормализованное расстояние Левенштейна. Так как по параметрам качественного сравнения они схожи и на практике показали неплохие результаты, но алгоритм косинусов работает быстрее, поэтому ему и было отдано предпочтение.

Наконец, алгоритм состоит из следующих шагов:

- Удаляем все ретвиты.
- Разделяем сообщения на языки
- Производим преобразования строк для уменьшения количества сравниваемых символов
- Используем алгоритм подсчета букв
- Для схожих строк используем дополнительный алгоритм проверки на схожесть (напр. Алгоритм косинусов).

Заключение. После удаления ретвитов, разделения всей выборки на языки и сортировки по длине, удалось значительно сократить количество исходных данных. Также удаление из сообщений незначительных символов и слов получилось сократить время работы алгоритмов. Был использован наиболее быстрый алгоритм и алгоритм, проверяющий его на корректность, что позволило решить задачу за 7 минут 47 секунд с минимальным количеством коллизий.

Список литературы

- [1] I. Bartolini, P. Ciaccia, and M. Patella. String matching with metric trees using an approximate distance. In SPIRE, LNCS 2476, pages 271–283, Lisbon, Portugal, 2002.
- [2] M. Bilenko and R. J. Mooney. Adaptive duplicate detection using learnable string similarity measures. In Proceedings of ACM SIGKDD, pages 39–48, Washington DC, 2003.
- [3] P. Christen and K. Goiser. Quality and complexity measures for data linkage and deduplication. In F. Guillet and H. Hamilton, editors, Quality Measures in Data Mining, Studies in Computational Intelligence. Springer, 2006.
- [4] Peter Christen. A Comparison of Personal NameMatching: Techniques and Practical Issues. September 2006
- [5] С.А. Самойленко, Д. Мейсона. Твиттер как разговор через контекст: от Образования 2.0 к Образованию 3.0.

USING PERCEPTUAL HASHING IN FINDING SIMILAR MESSAGES BY THE EXAMPLE OF SAMPLE FROM TWITTER

J.A. Zakharik
Student of BSU

D.M. Prokurat
*Master of Mathematics and Information
Technology*

*Mechanics and Mathematics Faculty of the Belarusian State University, Republic of Belarus
Belarusian State University, Republic of Belarus
E-mail: zakharik.julia@gmail.com*

Abstract. In this paper, the problem of finding similar messages based on a selection from Twitter was considered. The following algorithms are considered: Levenshtein distance, normalized Levenshtein distance, Soundex, Phonex, Jaro algorithm, Q-grams, LCS algorithm, Metric LCS algorithm, SIFT4, Damerlau-Levenshtein algorithm, cosine algorithm and letter counting algorithm. There was a reduction in sampling and simplification of tweets. An optimal algorithm for solving the problem is proposed.

Keywords: perceptual hash, text comparison, cosine algorithm, Jaro's algorithm, twitter

УДК 004.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DQN ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АГЕНТОВ ИГР (ATARI 2600)



С.П. Зязюлькин
Магистрант кафедры
информатики



С.Н. Нестеренков
Доцент кафедры программного
обеспечения информационных
технологий, кандидат технических
наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь
E-mail: nsn@bsuir.by

С.П. Зязюлькин

Окончил Белорусский государственный университет в 2017 году по специальности «Прикладная информатика», магистрант первого года обучения по специальности «Информатика и технологии программирования» БГУИР.

С.Н. Нестеренков

Окончил БГУИР в 2007 году по специальности «Программное обеспечение информационных технологий», окончил магистратуру БГУИР в 2008 по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации», окончил аспирантуру БГУИР в 2013 по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации», в 2017 защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации».

Аннотация. Современное состояние области машинного обучения с подкреплением позволяет обучать агентов, превосходящих человека в некоторых задачах. Примером таких задач являются игры для Atari 2600 – один из популярных бенчмарков для алгоритмов и моделей машинного обучения с подкреплением. В данной статье рассматриваются способы улучшить эффективность классической модели DQN для обучения агентов для игр для Atari 2600.

Ключевые слова: машинное обучение, обучение с подкреплением, Atari 2600, DQN, N-step DQN, double DQN, dueling DQN, noisy networks, prioritized experience replay, temporal consistency loss, expert demonstrations, RND.

Введение. Под агентом понимается сущность, которая взаимодействует с окружающей средой, выполняя на основе наблюдений определённые действия и получая за них награду. Примером агента является робот, который перемещается в пространстве из точки А в точку В, избегая препятствий.

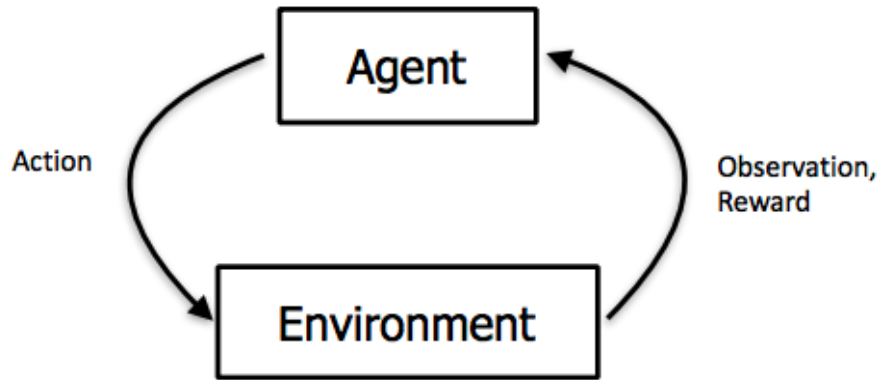


Рисунок 1. – Взаимодействие агента со средой

В области машинного обучения существует большое число инструментов для обучения агентов. Примером являются различные генетические алгоритмы [1]. В данной статье будут рассмотрены инструменты машинного обучения с подкреплением (Reinforcement Learning, далее RL), адресующего проблему автоматического обучения принятию оптимальных решений. Оптимальность выполнения действия a в состоянии s определяется уравнением оптимальности Беллмана:

$$Q(s, a) = E_{s' \sim P(s, a)} [R(s, a) + \gamma Q(s', a')].$$

Q-функция определяет ценность действия a в состоянии s , R – награду за выполнение действия a в состоянии s , γ выступает в роли дисконтирующего множителя. Чем большее значение он имеет, тем выше ценность отложенных наград. Оптимальным действием в состоянии s является действие, имеющее наибольшую ценность.

Нахождение Q-функции для вычисления оптимального действия называется Q-learning. Для обновления Q-функции используется уравнение

$$Q(s_t, a_t) = r_t + \gamma Q(s_{t+1}, a) .$$

Для приближения Q-функции в машинном обучении используются глубокие нейронные сети. Такие модели получили название Deep Q-network или просто DQN.

В качестве бенчмарка RL-алгоритмов часто используют игры для Atari 2600. Так, например, в оригинальной статье [2] авторы DQN демонстрировали эффективность модели на семи играх для Atari.



Рисунок 2. – Игровой процесс игры Breakout для Atari 2600

Улучшение базовой версии DQN. Несмотря на свою эффективность, оригинальный вариант DQN имеет ряд ограничений и недостатков. Далее предложен ряд способов улучшить качество модели как теоретического, так и технического характера.

Первое из предлагаемых улучшений, называемое N-step DQN, было впервые представлено ещё в 1988-м году в статье [3]. Заметим, что уравнение обновления Q-функции является рекурсивным. Если предположить, что агент выбирает оптимальное или близкое к оптимальному действие на шаге $t + 1$, то уравнение можно переписать в виде

$$Q(s_t, a_t) = r_t + \gamma r_{t+1} + \gamma^2 Q(s_{t+2}, a).$$

Можно продолжить разворачивать уравнение на произвольное число шагов. Это позволяет обновлять DQN с большим интервалом, что заметно увеличивает скорость обучения. Однако стоит отметить, что нельзя разворачивать уравнение на слишком большое число шагов, т.к. наше предположение о том, что агент во время обучения выбирает оптимальные или близкие к оптимальным действия, в общем случае неверно. В конечном итоге разворачивание уравнения приводит к тому, что процесс обучения начинает расходиться. На практике уравнение обновления Q-функции рекомендуется разворачивать на 2-6 шагов.

Авторы статьи [4] продемонстрировали, что базовый вариант DQN имеет тенденцию переоценивать значение Q-функции, что может негативно сказываться на скорости и качестве обучения и иногда приводит к неоптимальному поведению агентов. Чтобы решить эту проблему, было предложено ввести дополнительную нейронную сеть, называемую целевой. Такой вариант DQN получил название Double DQN. Основная нейронная сеть отвечает за выбор оптимального действия. Целевая нейронная сеть используется для вычисления ценности действия при обновлении весов основной нейронной сети. Раз в несколько итераций веса целевой нейронной сети синхронизируются с весами основной. Уравнение обновления Q-функции принимает вид

$$Q(s_t, a_t) = r_t + \gamma Q'(s_{t+1}, \operatorname{argmax}_a Q(s_{t+1}, a)),$$

где для вычисления Q' используется целевая нейронная сеть.

В классическом варианте DQN для улучшения процесса исследования среды во время обучения используется дополнительный гиперпараметр, определяющий процент случайных действий, выполняемых агентом. Этот параметр постепенно уменьшается в процессе обучения. Такой подход хорошо работает в случае простой среды и коротких эпизодов, но даже в простых случаях он требует подстройки, чтобы процесс обучения был эффективным. Авторы статьи [5] предложили альтернативный вариант улучшения процесса исследования среды – добавить гауссовский шум к весам полносвязных слоёв нейронной сети. Параметры этого шума участвуют в процессе обучения наравне с другими параметрами сети. Такие нейронные сети получили название Noisy Networks.

Модель DQN предполагает использование буфера накопленного опыта (replay buffer) в процессе обучения. В базовой версии DQN сэмплирование данных из буфера накопленного опыта ведётся случайным образом. В статье [6] предлагается улучшить эффективность выборки из буфера за счёт приоритизации сэмплов в зависимости от значения функции потерь. Сэмплирование данных для обучения с учётом этих приоритетов позволяет значительно улучшить сходимость процесса обучения и качество итоговых агентов. Данное улучшение носит название Prioritized Experience Replay.

Значение функции $Q(s, a)$ может быть разбито на две части: ценность состояния $V(s)$ и преимущество $A(s, a)$, которое даёт действие a . В рамках статьи [7] предложено

использовать две различные головы из полносвязных слоёв для вычисления $V(s)$ и $A(s, a)$ вместо $Q(s, a)$. Чтобы гарантировать, что нейронная сеть корректно приближает $V(s)$ и $A(s, a)$, а не, например, зануляет значение $V(s)$, что делает вычисление $A(s, a)$ эквивалентным вычислению $Q(s, a)$, вводится дополнительное ограничение: среднее значение $A(s, a)$ для каждого состояния должно быть равно 0. Итоговый вариант представления $Q(s, a)$ имеет вид:

$$Q(s, a) = V(s) + A(s, a) - \frac{1}{N} \sum_i A(s, a_i).$$

Различие архитектур классической DQN и так называемой Dueling DQN представлено на следующем рисунке.

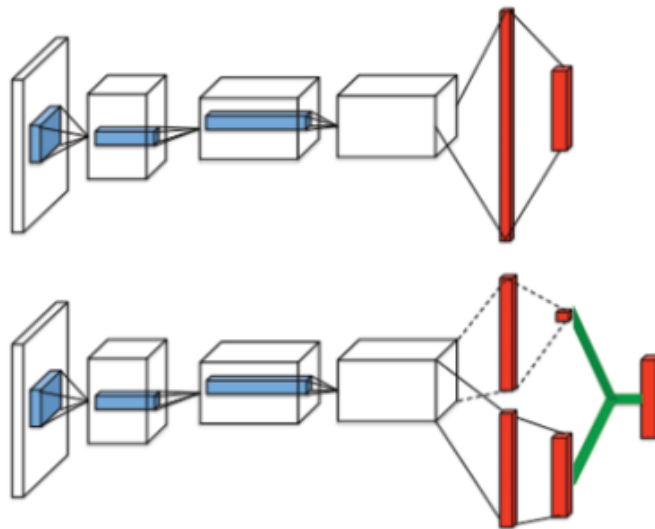


Рисунок 3. – Классический (сверху) и Dueling (снизу) варианты DQN

Величина дисконтирующего множителя γ определяет ценность отложенных наград. Чем ниже γ , тем меньшую ценность они имеют. Для того чтобы обучить агента принимать действия, приводящие к награде лишь в отдалённой перспективе, необходимо использовать близкие к единице значения γ . Однако использование больших значений γ негативно сказывается на скорости и сходимости обучения. Эта проблема была адресована в работе [8]. Авторы статьи предлагают ввести в функцию потерь дополнительную компоненту, имеющую название *temporal consistency (TC) loss*. Эта компонента имеет следующий вид:

$$L_{TC}(\theta^N, \theta^{N-1}, s, a) = H(Q_{\theta^N}(s, a) - Q_{\theta^{N-1}}(s, a)),$$

где $H(x)$ – Huber loss.

На старте обучения предпринимаемые агентом действия близки к случайным. Поэтому в случае среды с разреженными наградами на старте обучения агенту может быть сложно обнаружить набор действий, приводящих к какой-либо награде. Примером такой среды является игра *Montezuma's Revenge* для Atari 2600. Для решения этой проблемы было предложено использовать экспертные демонстрации, от которых можно «оттолкнуться» в процессе обучения [9]. Существует большое число вариантов использования экспертных демонстраций: постоянно использовать фиксированную долю экспертных демонстраций, динамически изменять величину доли экспертных демонстраций в процессе обучения, использовать экспертные демонстрации лишь на ранних этапах обучения и т.д.

Одной из основных проблем машинного обучения с подкреплением является исследование среды. Эта проблема была адресована в работе [10]. Авторы статьи предлагают добавить награду за «любопытство», что позволяет повысить эффективность исследования среды и улучшить качество обучаемых агентов для сред с разреженными наградами. Для вычисления награды за «любопытство» вводятся две нейронные сети, имеющие одну и ту же архитектуру. Первая нейронная сеть называется целевой и инициализируется случайными весами, которые остаются неизменными на всём процессе обучения. Вторая сеть называется предсказывающей, она обучается предсказывать выход первой нейронной сети. Обе сети принимают на вход текущее состояние среды (наблюдение). Величина награды за «любопытство» определяется по следующей формуле:

$$r_t^i = \|\hat{f}(s_{t+1}) - f(s_{t+1})\|_2^2,$$

где \hat{f} и f – предсказывающая и целевая сети соответственно. Эта схема, которая получила название RND, представлена на следующем рисунке.

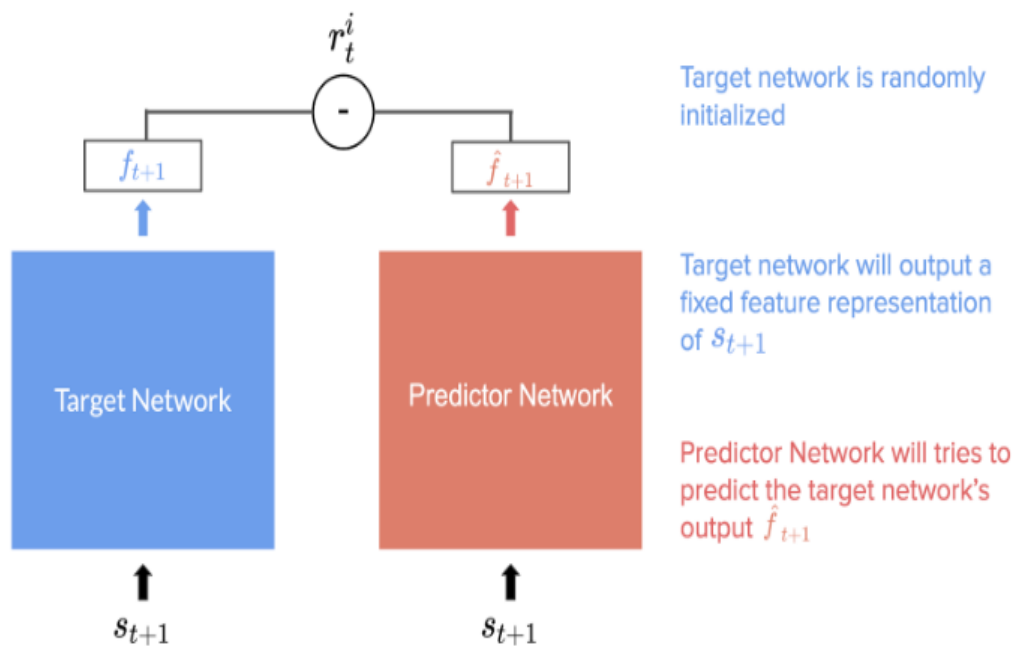


Рисунок 4. – Random Network Distillation (RND)

Повысить скорость обучения можно не только при помощи теоретических, но и за счёт технических улучшений модели. Процесс обучения состоит из двух частей: обучение агента (обновление весов модели), генерация данных для обучения (взаимодействие агента со средой). Даже для обучения агентов для игры в простые игры для Atari требуется большой объём данных (миллионы игровых кадров). Для решения этой проблемы предлагается использовать несколько копий среды, с которыми будет взаимодействовать агент. Результат взаимодействия агента со всеми копиями среды аккумулируется в буфере накопленного опыта. Более того, процессы обучения и генерации данных являются независимыми, поэтому могут быть разделены на отдельные потоки или процессы. Это позволяет ускорить процесс обучения, особенно в случаях, когда процесс взаимодействия со средой является громоздким и медленным.

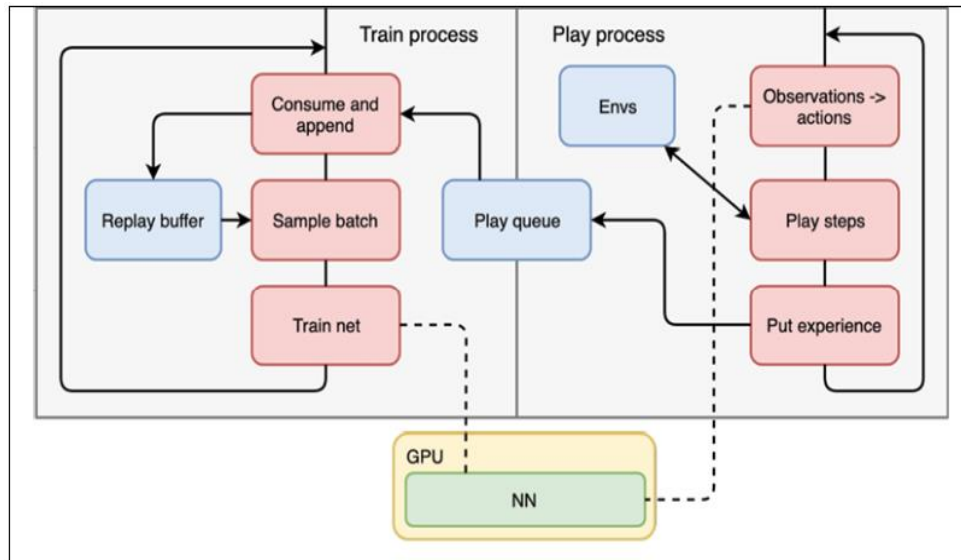


Рисунок 5. – Разделение процесса обучения и генерации данных

Существует большое число технических улучшений, позволяющих значительно ускорить процесс обучения при работе с конкретными средами. В частности, рассмотрим игры для Atari 2600. Игровой кадр представляет собой цветное изображение (3 канала: R, G, B) с разрешением 210x160. Сжатие игрового кадра до чёрно-белого изображения с разрешением 80x80 позволяет уменьшить размер кадра почти в 16 раз, при этом такое преобразование не оказывает заметного влияния на качество обучения. Другим способом повысить скорость процесса обучения является выбор действия не на каждом кадре, а раз в несколько кадров. На промежуточных кадрах предполагается повторять последнее действие. Обработка игрового кадра нейронной сетью является тяжёлой операцией, поэтому этот подход позволяет заметно ускорить процесс обучения.

Заключение. Приведённые улучшения базовой версии DQN позволяют значительно повысить эффективность и качество обучения агентов для игр для Atari 2600 и достичь state-of-the-art результатов на многих из них. Изучение влияния отдельных улучшений на обучение агентов, а также поиск иных улучшений DQN остаются открытыми вопросами

Список литературы

- [1.] Нестеренков, С.Н. Модифицированный генетический алгоритм для обучения нейронной сети / С.Н. Нестеренков, К.П. Белов // Информационные технологии и системы 2017 (ИТС 2017): материалы междунар. науч. конф., Минск, 25 окт. 2017 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники; редкол.: Л.Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2017. – С. 204-205.
- [2.] Mnih, V. Playing Atari with Deep Reinforcement Learning / V. Mnih, K. Kavukcuoglu, D. Silver, [и др.] // arXiv:1312.5602.
- [3.] Sutton, R.S. Learning to predict by the methods of temporal differences. Mach Learn 3, 9–44 (1988).
- [4.] Hasselt, H. Deep Reinforcement Learning with Double Q-learning / H. Hasselt, A. Guez, D. Silver // arXiv:1509.06461.
- [5.] Fortunato, M. Noisy Networks for Exploration / M. Fortunato, M.G. Azar, B. Piot, [и др.] // arXiv:1706.10295.
- [6.] Schaul, T. Prioritized Experience Replay / T. Schaul, J. Quan, I. Antonoglou, D. Silver // arXiv:1511.05952.
- [7.] Wang, Z. Dueling Network Architectures for Deep Reinforcement Learning / Z. Wang, T. Schaul, M. Hessel, [и др.] // arXiv:1511.06581.
- [8.] Pohlen, T. Observe and Look Further: Achieving Consistent Performance on Atari / T. Pohlen, B. Piot, T. Hester, [и др.] // arXiv:1805.11593.
- [9.] Hester, T. Deep Q-learning from demonstrations / T. Hester, M. Vecerik, O. Pietquin, [и др.] // In Proc. of AAAI. – 2018.

[10.] Burda, Y. Exploration by Random Network Distillation / Y. Burda, H. Edwards, A. Storkey, O. Klimov // arXiv:1810.12894.

USING DQN TO TRAIN AGENTS FOR ATARI 2600 GAMES

S.P. Zyazyulkin

*Master student of department of
Informatics*

S.N. Nesterenkov

*PhD Associate professor of department of The
software of information technologies*

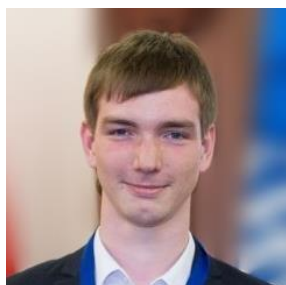
*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Republic of Belarus
E-mail: nsn@bsuir.by*

Abstract. The current state of deep reinforcement learning makes it possible to train agents that are superior to humans in some tasks. Atari 2600 games are an example of such tasks. Atari 2600 is one of the popular benchmarks for reinforcement learning models and algorithms. This article considers ways to improve performance of the classic DQN model on training agents for Atari 2600 games.

Keywords: machine learning, reinforcement learning, Atari 2600, DQN, N-step DQN, double DQN, dueling DQN, noisy networks, prioritized experience replay, temporal consistency loss, expert demonstrations, RND.

УДК 004.62+339.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ЯЗЫКА R И СРЕДСТВ ПОИСКА ПО ТЕКСТУ ДЛЯ АНАЛИЗА РЫНКА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ



В.А. Савёнок

Магистрант кафедры ПОИТ БГУИР,
инженер-программист
ООО «Незабудка Софтвер»



А.И. Парамонов

Доцент кафедры ПОИТ БГУИР,
кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь

E-mail: savionak@gmail.com

В.А. Савёнок

Магистрант кафедры программного обеспечения информационных технологий БГУИР. Специальность «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Получил высшее образование в БГУИР по специальности «Программное обеспечение информационных технологий». Работает в ООО «Незабудка Софтвер» в должности инженера-программиста.

А.И. Парамонов

Доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий БГУИР.

Аннотация. Рассмотрено применение инструментов языка R и средств поиска параметризованных шаблонов в тексте в качестве комплексного решения задачи анализа динамики цен на драгоценные металлы. Описано взаимодействие с открытым API для получения данных. Рассмотрены возможности пакетов языка R для разведочного статистического анализа и декомпозиции временных рядов. Представлены комплексные графики агрегированных данных. С помощью средства поиска параметризованных шаблонов в тексте проведен текстологический анализ обзоров рынка драгметаллов. В частности, изучен вопрос динамики роста цены на палладий. Приведен пример построения параметризованного шаблона для поиска сфер применения палладия.

Ключевые слова: анализ динамики цен, драгметаллы, палладий, параметризованные шаблоны, язык R, текстологический анализ.

Введение. Диверсификация рисков фондового рынка путем вложения средств в драгоценные металлы - золото, серебро, платину и палладий - надежный способ инвестирования, целью которого выступает долговременное сохранение покупательной способности сбережений. Для осуществления удачного вложения средств необходимо провести анализ рынка драгоценных металлов, выявить основные тенденции и сезонность изменений. Следует обратить внимание на выбросы и по возможности установить их причины. Это позволит строить более гибкие стратегии инвестирования в твердую валюту. Также при анализе рынка драгоценных металлов отдельной страны необходимо учитывать локальные экономические события для приведения получаемых данных к однородному виду [1, 2].

В данной работе проведен анализ рынка драгоценных металлов Республики Беларусь. Для анализа взяты данные с официального портала Национального банка Республики

Беларусь о цене одного грамма драгоценных металлов за период с 2009 по 2020 года. Для этого использованы следующие инструменты:

- доступ к интернет-ресурсам: `curl`;
- преобразование данных: `jsonlite`;
- работа с датами: `lubridate`;
- визуализация данных: `ggplot2`;
- встроенные возможности языка R.

Получение данных для анализа. Доступ к порталу Национального банка Республики Беларусь (НБРБ) осуществляется по специальному интерфейсу [3].

Для получения списка наименований драгоценных металлов и информации об их цене использовалась библиотека `curl` [4]. Данный инструмент позволяет осуществлять широко настраиваемые запросы к удаленным ресурсам и предоставляет простой интерфейс для обработки ответов. Для получения списка наименований драгоценных металлов с портала НБРБ использовался адрес: «<http://www.nbrb.by/api/metals>». Для преобразования полученных данных во внутренний формат, использована библиотека `jsonlite` [5]. Программная реализация доступа к API НБРБ по получению списка наименований драгметаллов на языке R приведена на рисунке 1.

```
con <- curl::curl("http://www.nbrb.by/api/metals")
metal.names.raw <- readLines(con)
close(con)
metal.names <- jsonlite::fromJSON(metal.names.raw)
```

Рисунок 1. – Получение наименований металлов с API НБРБ

Специфика API НБРБ заключается в том, что максимальный период, для которого возможно получить данные за один запрос, составляет один календарный год. В связи с этим потребовалось запрашивать данные в цикле, после чего было проведено объединение полученных фреймов. Данные о стоимостях драгметаллов за указанный период можно получить через запрос: «<http://www.nbrb.by/api/bankingots/prices?startdate=...&enddate=...>». Программный код, осуществляющий данные действия, приведен на рисунке 2.

```
years = c(2009:2020)
rows <- list()
i <- 1
for (y in years) {
  url <- sprintf("http://www.nbrb.by/api/bankingots/prices?
    startdate=%d-1-1&enddate=%d-12-31", y, y)
  con <- curl::curl(url)
  rows[[i]] <- readLines(con)
  close(con)
  i <- i + 1
}
metal.prices <- data.frame()
for (r in rows) {
  metal.prices <- rbind(metal.prices, jsonlite::fromJSON(r))
}
```

Рисунок 2. – Запрос данных о ценах драг. металлов с API НБРБ

Коррекция данных. Первого июля 2016 года в Республике Беларусь была проведена деноминация официальной денежной единицы – белорусского рубля. Находившиеся в обращении банкноты образца 2000 года были постепенно заменены на банкноты и монеты образца 2009 года в соотношении 10 000 к 1 [6]. В связи с этим потребовалось провести коррекцию входных данных, реализация которой приведена на рисунке 3.

```
denomination.date <- as.Date("2016-07-01")
denomination.factor = 10000
denominated_rows <- metal.prices$Date < denomination.date
metal.prices[denominated_rows, ]$Value <-
  metal.prices[denominated_rows, ]$Value / denomination.factor
```

Рисунок 3. – Коррекция данных

Статистический анализ. При помощи встроенной функции *summary* произведён первичный статистический анализ загруженных данных. Результаты анализа приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, наибольший разброс min-max отмечается для палладия, на втором месте – золото.

Таблица 1. – Статистический анализа данных

Наименование	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
Золото	6.118	36.018	46.827	52.645	80.310	120.330
Серебро	0.0766	0.5859	0.8078	0.7469	1.0400	1.3400
Платина	6.359	37.341	46.808	43.660	57.810	74.600
Палладий	1.298	15.453	27.371	36.778	48.880	200.750

Учитывая специфику данных, проведена декомпозиция временного ряда на закономерную и случайную составляющую. Для этого использованы встроенные возможности языка R по анализу временных рядов: *ts()* и *decompose()*. Визуализация декомпозированного временного ряда произведена при помощи встроенной функции *plot()*.

Для удобства анализа проведена предварительная агрегация данных с усреднением по месяцам для каждого наименования. При этом коэффициент сезонности принят равный 12 месяцам, т. е. одному году. Полученные графики представлены на рисунках 4 – 7.

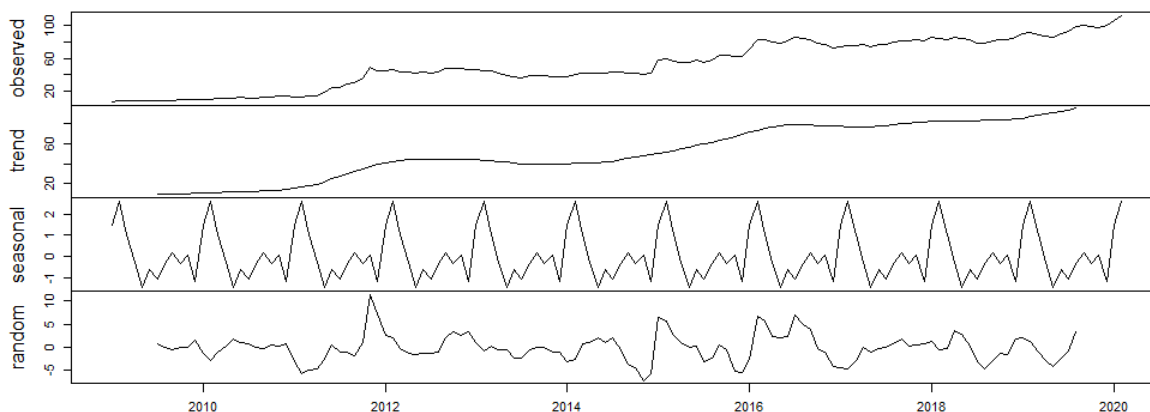


Рисунок 4. – Декомпозиция временного ряда динамики цены на золото

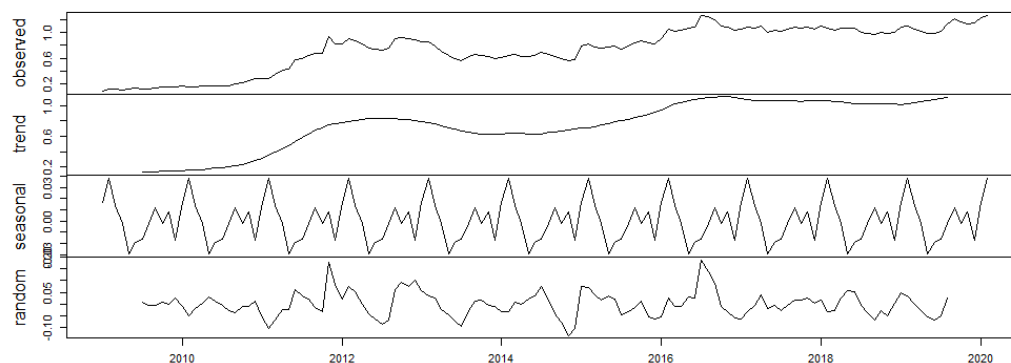


Рисунок 5. – Декомпозиция временного ряда динамики цены на серебро

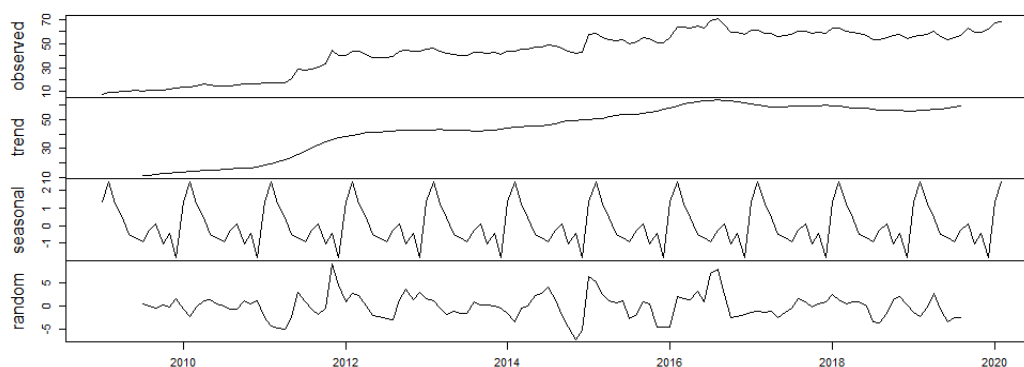


Рисунок 6. – Декомпозиция временного ряда динамики цены на платину

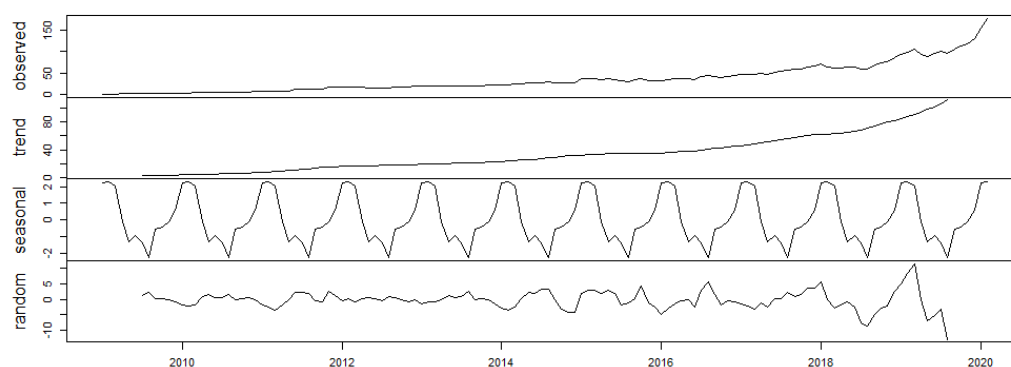


Рисунок 7. – Декомпозиция временного ряда динамики цены на палладий

Исходя из полученных графиков, наибольший сезонный пик приходится на начало календарного года. Наблюдается практически экспоненциальный рост цены на палладий.

Также выполнено сопоставление графиков динамики цены каждого наименования драгоценных металлов. Для решения данной задачи использована графическая библиотека *ggplot2* [7]. Графики динамики изменения цены драгоценных металлов, построенные на основании исходных, а также агрегированных (усреднённых) данных по месяцам, представлены на рисунках 8 и 9. При агрегации для корректной работы с датами использовалась библиотека *lubridate* [8].

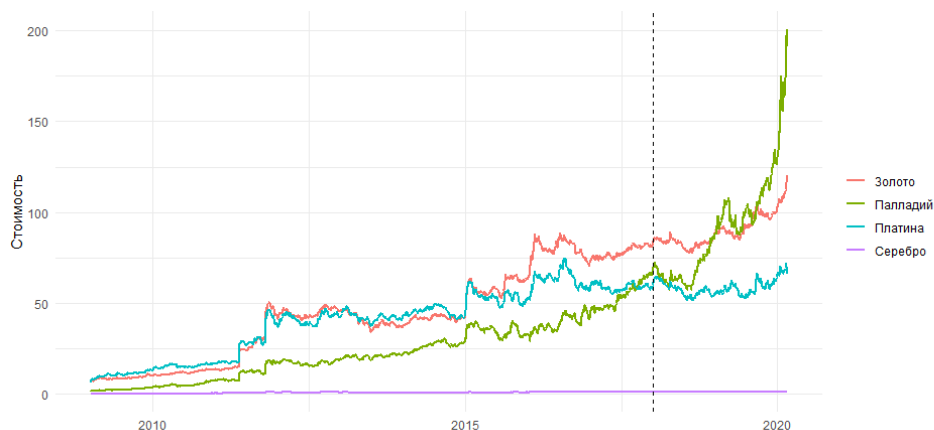


Рисунок 8. – Динамика цен на драгоценные металлы

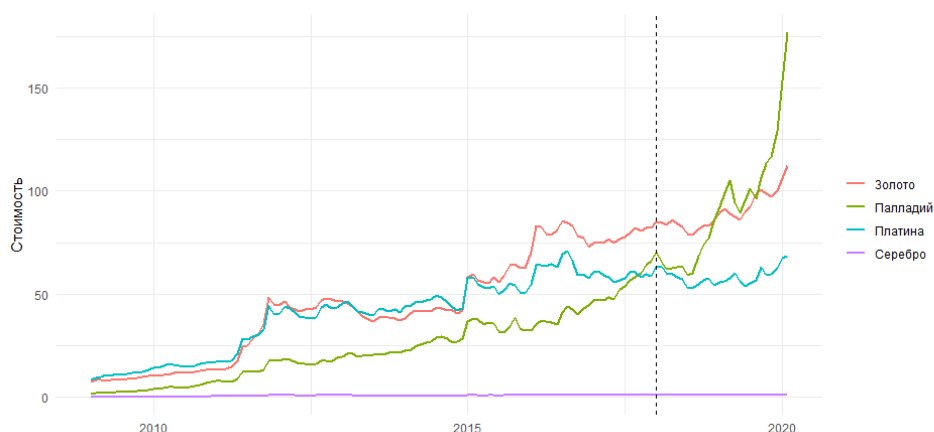


Рисунок 9. – Динамика цен на драгоценные металлы (по месяцам)

На основании полученных графиков можно сделать вывод, что наибольший рост цены наблюдается у палладия: начиная от 1.298 BYN за 1 грамм в начале 2009 года его цена поднялась до 200.750 BYN на начало 2020 года. Также стоит заметить, что в период с 2018 года (отмечен вертикальной пунктирной линией на рисунках 5 и 6) по настоящее время наблюдается ощутимый рост цены на данный драгметалл: прирост составил порядка 200%. Следует отметить, что еще в начале 2019 года цена палладия превысила цену золота. И если до 2018 года колебания цен на драгметаллы были связаны с трендами в экономике (например, экономические кризисы 2011 и 2015 годов) и эти колебания были одинаковы для всех металлов, то обозначенный взлет палладия явно выбивается из этого ряда.

Установление причин аномального роста. Для изучения причин описанного феномена проведено изучение аналитических источников при помощи средства для поиска параметризованных шаблонов в тексте [9].

После выбора ряда аналитических обзоров на тему палладия, полученная выборка была обработана при помощи инструмента поиска параметризованных шаблонов в тексте. Данный инструмент обладает мощным языком описания шаблонов, что позволяет осуществлять гибкий поиск разнообразных шаблонов [10].

Из многочисленных возможностей языка шаблонов использованы следующие: вариации (Variations), промежутки (Spans) для поиска слов на расстоянии, а также поиск лексем с заданным префиксом. Результат определен как Предложение, содержащее упоминание шаблона ПрименениеПалладия. Данный шаблон в свою очередь определен как варианты порядка следования шаблонов палладий и применение друг за другом на расстоянии

до пяти слов. Шаблоны *палладий* и *применение* представлены вариациями лексем, имеющих заданные префиксы. Итоговый шаблон поиска представлен на рисунке 10. Результаты анализа одного из обзоров приведены на рисунке 11.

```
#Результат = Предложение @having ПрименениеПалладия;  
#ПрименениеПалладия = {  
    палладий .. [0-5] .. применение,  
    применение .. [0-5] .. палладий  
};  
Предложение = Word ... {".", "~".}+Word, [2 LineBreak];  
палладий = {"паллад"*};  
применение = {"использ"*, "примен"*};
```

Рисунок 10. – Шаблон для поиска сфер применения палладия

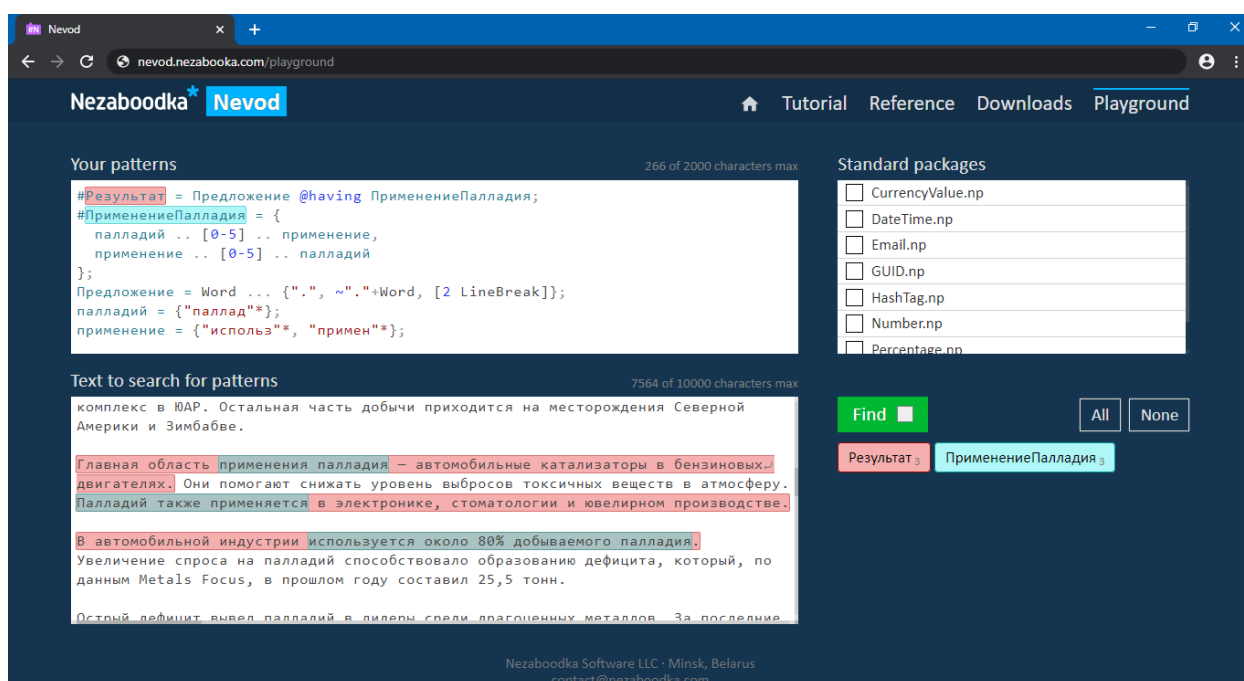


Рисунок 11. –Результат поиска заданного шаблона в тексте статьи

По данным анализа удалось выяснить, что основной сферой применения палладия является автомобилестроение. Доля используемого в нем металла составляет около 80% от добываемого объема [11]. Основной компонент, в изготовлении которого применяется палладий, – каталитические конвертеры в выхлопной системе автомобилей.

Известно, что в конце 2018 года представители Еврокомиссии, Европарламента, а также стран-участниц ЕС пришли к решению по ужесточению нормы выбросов углекислого газа автомобилями. 27 марта 2019 года Европарламент одобрил указанное решение, установив порядок снижения выбросов вплоть до 2030 года [12].

Заключение. В рамках данной работы при помощи возможностей языка R и его дополнительных библиотек был проведен анализ динамики цен на драгоценные металлы в Республике Беларусь в период с 2009 по 2020 года. Данные средства позволили выявить аномальный рост цены на палладий начиная с 2018 года. При помощи средства поиска параметризованных шаблонов в тексте был проведен текстологический разбор аналитических

обзоров на тему палладия и установлены причины указанного роста. Таким образом, использованные инструменты доказали свою состоятельность и эффективность при анализе данных и информационных источников.

Список литературы

- [1.] Паевой фонд ВТБ – Фонд Драгоценных металлов. Инвестиционная стратегия. Паевые инвестиционные фонды (ПИФы) // ВТБ Капитал Управление активами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vtbcapital-am.ru/products/pif/opif/vtbfdm/investment_strategy/. – Дата доступа: 05.02.2020.
- [2] InfoBank.by | Аналитика | Обзор рынка драгметаллов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infobank.by/obzor-rynka-dragmetallov/>. – Дата доступа: 05.02.2020
- [3] API получения цен на драгоценные металлы, устанавливаемые Национальным банком | Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/APIHelp/BankIngots>. – Дата доступа: 10.12.2019.
- [4] CRAN - Package curl // CRAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/curl/index.html>. – Дата доступа: 03.12.2019.
- [5] CRAN - Package jsonlite // CRAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/jsonlite/index.html>. – Дата доступа: 03.12.2019.
- [6] Деноминация | Национальный банк Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/coinsbanknotes/denomination>. – Дата доступа: 10.12.2019.
- [7] CRAN - Package ggplot2 // CRAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>. – Дата доступа: 03.12.2019.
- [8] CRAN - Package lubridate // CRAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/lubridate/index.html>. – Дата доступа: 03.12.2019.
- [9] Nevod // Nezaboodka Nevod [Электронный ресурс]. – <https://nevod.nezaboodka.com/>. – Дата доступа: 15.12.2019.
- [10] Nevod Reference // Nezaboodka Nevod [Электронный ресурс]. – <https://nevod.nezaboodka.com/tutorial>. – Дата доступа: 15.12.2019.
- [11] Палладий дороже золота. Как распознать пузырь на рынке металлов :: Новости :: РБК Quote – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://quote.rbc.ru/news/article/5d35b8d39a794798ae44d4ae>. – Дата доступа: 05.02.2020.
- [12] В Европе ужесточены нормы выбросов углекислого газа новыми авто // ИА "Финмаркет" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.finmarket.ru/database/news/4969004>. – Дата доступа: 05.02.2020.

USING R LANGUAGE TOOLS AND TEXT SEARCH TOOLS FOR ANALYZING THE PRECIOUS METALS MARKET

V.A. Savionok

*Master student of Software for
Information Technologies Department of
BSUIR, software engineer at
Nezaboodka Software LLC*

A.I. Paramonov

*PhD (Candidate of Computer Sciences),
Associate Professor at Software for
Information Technologies Department of
BSUIR, Associate Professor*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: savionak@gmail.com.*

Abstract. The application of R language tools and means for searching for parameterized patterns in the text is considered as a complex solution to the problem of analyzing the dynamics of prices for precious metals. Interaction with an open API to retrieve data is described. The possibilities of R language packages for exploratory statistical analysis and decomposition of time series are considered. Complex graphs of aggregated data are presented. Using the search tool for parameterized patterns in the text, a textual analysis of precious metals market reviews has been carried out. In particular, the question of the dynamics of the growth in palladium prices has been studied. An example of constructing a parametrized pattern for finding applications for palladium is given.

Keywords: price dynamics analysis, precious metals, palladium, parameterized patterns, R language, textual analysis.

УДК 303.71

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ ПО РАЗВИТИЮ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА



В.И. Ляликова

Доцент Гродненского
государственного университета
имени Янки Купалы



Е.М. Балицкая

Студентка 4 курса Гродненского
государственного университета
имени Янки Купалы

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь
E-mail: vlialikova@grsu.by, katerinka.ice27@mail.ru

В.И. Ляликова

Доцент кафедры математического и информационного обеспечения экономических систем, кандидат физико-математических наук, доцент

Е.М. Балицкая

Студентка 4 курса специальности «Информационные системы и технологии (в экономике)»

Аннотация. Проведен сравнительный анализ развития малого и среднего бизнеса в регионах Республики Беларусь за 2013-2017 годы. Была сформирована система показателей, отражающая результативность предпринимательства в регионах. С помощью методов прикладной статистики построен интегральный показатель для изучаемых регионов. На основании значений интегрального показателя произведена классификация регионов. В методике построения интегрального показателя не использованы экспертные оценки. Исходные показатели отсортированы по степени их влияния на рейтинг. Сформированы группы взаимосвязанных показателей.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, факторный анализ, кластерный анализ, интегральный показатель.

Введение. В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года особое внимание уделено сектору малого и среднего предпринимательства [1]. Это один из ведущих секторов, во многом определяющий темпы экономического роста, состояние занятости населения, структуру и качество внутреннего валового продукта.

Малые и средние предприятия в настоящее время стали неотъемлемой частью экономики большинства промышленно развитых стран. Они являются необходимым и, как показывает практика, наиболее эффективным элементом инновационного развития экономики.

Малый и средний бизнес может быть базой, за счёт которой осуществляется поворот к положительным хозяйственным процессам. Так же возможно создание хозяйственной среды с помощью малого и среднего бизнеса, то есть может быть начато реальное становление рынка. Малый и средний бизнес даёт конкурентные преимущества экономики рыночного типа, формирует предпосылки для развития экономики, создавая как конкурентную среду, так и основные нововведения.

Экономическая маневренность, гибкость принятия решений, территориально-пространственная мобильность делает малый бизнес необходимым в современном, постиндустриальном обществе.

Материалы и методы. В работе [2] был проведен анализ состояния и развития малого и среднего бизнеса в районах Гродненской области за 2007-2011 годы. При этом была использована система из четырех показателей. В настоящее время фиксируется значительно большее число показателей, в связи с этим для анализа развития малого и среднего бизнеса в регионах РБ была сформирована следующая система.

- Количество организаций на 1000 населения, единиц.
- Дебиторская задолженность, миллиардов рублей.
- Кредиторская задолженность, миллиардов рублей.
- Выручка от реализации продукции, миллиардов рублей.
- Объем производства продукции (работ, услуг), миллиардов рублей.
- Чистая прибыль, миллиардов рублей.
- Удельный вес убыточных организаций, процентов.
- Инвестиции в основной капитал, миллиардов рублей.
- Рентабельность продаж, процентов.
- Среднемесячная заработная плата, тысяч рублей.
- Накопленные иностранные инвестиции в реальный сектор экономики, миллиардов долларов США.
- Себестоимость реализованной продукции, товаров, работ, услуг, миллиардов рублей.
- Экспорт товаров, миллиардов долларов США.
- Импорт товаров, миллиардов долларов США.
- Удельный вес убыточных организаций, процентов.
- Рентабельность реализованной продукции, товаров, работ, услуг, процентов.

Данные получены из официальных источников национального статистического комитета Республики Беларусь [3].

Сравнительный анализ развития малого и среднего бизнеса по областям Республики Беларусь и городу Минск проведен путем построения интегрального показателя. Методика построения интегрального показателя основана на методах прикладной статистики, при этом экспертные оценки значимости показателей не используются [4].

Методика может быть представлена в виде следующего алгоритма.

- Формирование системы показателей для решения поставленной задачи.
- Устранение влияние размера региона путем деления исходных показателей на количество работников малого предпринимательства.
- Нормировка показателей, то есть приведение их к единой шкале измерения, например, из отрезка $[0,1]$.
- Преобразование исходных показателей с помощью метода главных компонент и оценка дисперсии главных компонент.
- Вычисление рейтинга изучаемых объектов на основании значений первых главных факторов, весом которых является процент сохраняемой ими дисперсии.
- Разбиение объектов исследования на группы с помощью метода k-средних кластерного анализа по значению интегрального показателя.
- Контроль различия средних значений интегрального показателя в построенных кластерах с помощью критериев однородности.

–Выявление основных факторов дифференциации.

Данная методика не использует экспертные оценки, что позволяет упростить исследование и сократить трудозатраты. Кроме этого, снижается размерность исходных данных и получается сжатое описание структуры зависимости анализируемых переменных. В результате исходные показатели отсортированы по степени их влияния на рейтинг, а также разбиты на группы взаимосвязанных показателей.

Результаты. Для сопоставимости регионов все исходные показатели были пересчитаны на число занятых в малом бизнесе. Затем показатели были нормированы на отрезке [0, 1] так, чтобы преобразованный показатель имел смысл «чем больше, тем лучше». К нормированным показателям был применен метод главных компонент факторного анализа.

В таблице 1 приведен процент сохраняемой и накопленной дисперсии тремя главными факторами за 2013-2017 годы.

Таблица 1. – Процент сохраняемой и накопленной дисперсии главными факторами

Факторы	2013		2014		2015		2016		2017	
	Фактор 1	78,65	78,65	73,57	73,57	76,87	76,87	73,91	73,91	74,33	74,33
Фактор 2	13,10	91,76	16,07	89,65	10,81	87,68	15,77	89,68	15,33	89,67
Фактор 3	5,36	97,12	6,56	96,21	7,09	94,77	7,72	97,40	7,55	97,22

В результате за 2013-2017 годы первый главный фактор объясняет от 74% до 79% дисперсии исходных показателей, второй – 11-16% дисперсии, третий – 5-8%. Суммарная дисперсия составляет 95-97%.

Так как первый главный фактор сохраняет основной процент суммарной дисперсии исходных показателей, то показатели, с ним связанные, имеют наибольшее влияние на рейтинг. В таблице 2 приведены значения факторных нагрузок для показателей развития малого и среднего предпринимательства, связанных с первым главным фактором, за каждый год изучения.

Таблица 2. – Факторные нагрузки первого главного фактора

Показатель	Фактор 1				
	2013	2014	2015	2016	2017
Импорт товаров	0,994	0,989	0,979	0,988	0,997
Выручка от реализации продукции	0,98	0,985	0,972	0,985	0,981
Среднемесячная заработная плата работ.	0,976	0,964	0,975	0,983	0,975
Число организаций на 1000 населения	0,993	0,99	0,994	0,996	0,971
Чистая прибыль	0,921	0,899	0,623	0,811	0,940
Доля населения, занятого в МП	0,985	0,970	0,977	0,977	0,923
Объем производства продукции	0,959	0,935	0,917	0,906	0,923
Экспорт товаров	0,983	0,915	0,936	0,887	0,912
Иностранные инвестиции	0,757	0,829	0,951	0,943	0,846
Инвестиции в основной капитал	0,557	0,092	0,014	0,277	0,127
Рентабельность продаж	-0,331	-0,081	0,652	-0,041	-0,046
Рентабельность реализованной продукции	-0,218	-0,036	0,670	-0,033	-0,066
Кредиторская задолженность	-0,982	-0,969	-0,902	-0,921	-0,978
Удельный вес убыточных организаций	-0,972	-0,96	-0,890	-0,964	-0,981
Себестоимость реализованной продукции	-0,978	-0,983	-0,969	-0,983	-0,982
Дебиторская задолженность	-0,938	-0,950	-0,958	-0,972	-0,995

Показатели отсортированы по данным 2017 года.

Первый главный фактор сохраняет более 70% дисперсии исходных показателей, с ним оказались связанными 13 показателей. В этом случае можно считать, что он является удовлетворительной аппроксимацией рассматриваемой системы. Со вторым главным фактором оказались связанными показатели рентабельности продаж и реализованной продукции. На эти показатели приходится от 11% до 16% дисперсии исходных показателей. С третьим главным фактором связаны инвестиции в основной капитал, на которые приходится от 5% до 8% дисперсии. Таким образом, на каждый показатель в среднем приходится одинаковая величина дисперсии: 5-8%. В данном случае для построения интегрального показателя использованы 3 главных фактора с целью сохранения информации всех показателей.

Основным фактором дифференциации за 2013 и 2017 годы оказался импорт товаров, а за остальные годы - число организаций на 1000 населения. Это вызвано кризисом конца 2014 года. Следующими по значимости в 2017 году оказались выручка от реализации продукции, среднемесячная заработная плата и чистая прибыль. За 2013-2017 годы выделяется доля населения, занятого в малом и среднем бизнесе. В 2017 году факторная нагрузка этого показателя несколько сократилась. Это свидетельствует о снижении дифференциации по данному показателю в регионах.

Кредиторская и дебиторская задолженность, удельный вес убыточных организаций и себестоимость реализованной продукции имеют отрицательные факторные нагрузки за каждый год изучения. Это говорит о том, что успешные регионы имеют меньшую задолженность, меньший процент убыточных организаций, а также меньшую себестоимость реализованной продукции. Значения факторных нагрузок для всех показателей, связанных с первым главным фактором, превышают 0,8. Это говорит о тесной взаимосвязи исходных показателей, как с первым главным фактором, так и между собой.

Далее были вычислены значения интегральных показателей конкурентоспособности регионов по формулам (1-5):

$$R_{2013}=78,65 \cdot F_1+13,10 \cdot F_2+5,36 \cdot F_3, \quad (1)$$

$$R_{2014}=73,57 \cdot F_1+16,07 \cdot F_2+6,56 \cdot F_3, \quad (2)$$

$$R_{2015}=76,87 \cdot F_1+10,81 \cdot F_2+7,09 \cdot F_3, \quad (3)$$

$$R_{2016}=73,91 \cdot F_1+15,77 \cdot F_2+7,72 \cdot F_3, \quad (4)$$

$$R_{2017}=74,33 \cdot F_1+15,33 \cdot F_2+7,55 \cdot F_3, \quad (5)$$

где F_1, F_2, F_3 – значения первых трёх главных факторов, коэффициенты - процент сохраняемой ими дисперсии.

Для классификации регионов к интегральному показателю применен метод k-средних кластерного анализа. Результаты ранжирования и классификации регионов приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Рейтинг регионов РБ по малому и среднему предпринимательству

Регион	2013		2014		2015		2016		2017	
	Р	Кл.	Р	Кл.	Р	Кл.	Р	Кл.	Р	Кл.
город Минск	150,3	1	160,6	1	149,5	1	141,1	1	155,5	1
Минская	64	2	29,2	2	51,8	2	60,9	2	32,2	2
Могилёвская	-62,2	3	-31,3	3	-61,9	3	1,6	2	-4,9	2
Брестская	-60,7	3	-30,8	3	-57,6	3	-53,9	3	-36,2	3
Витебская	-39,5	2	-45,1	3	-36	3	-64,4	3	-43,9	3
Гомельская	-36	3	-36,9	3	-28,7	3	-47,1	3	-54,5	3
Гродненская	-15,9	3	-45,7	3	-17,1	3	-38,3	3	-58,2	3

Достоверность различий средних значений интегрального показателя в кластерах проверена с помощью параметрических и непараметрических критериев однородности. Показано, что максимальное число кластеров равно трем.

В таблице 3 сортировка произведена по результатам 2017 года.

При построении главные факторы центрированы относительно нуля. В связи с этим средние значения интегрального показателя также равны нулю. В результате средние по уровню районы имеют интегральный показатель близкий к нулю. Положительные значения интегрального показателя свидетельствуют о более высоком уровне предпринимательской активности, чем средний, а отрицательные – о более низком уровне.

Лидером в развитии малого и среднего предпринимательства является город Минск, который составляет первый кластер. Во второй кластер входит Минская область. В 2013 году во второй кластер входила Витебская область, в 2016 и 2017 годах – Могилевская область.

Постоянными аутсайдерами по малому и среднему предпринимательству являются Гродненская, Гомельская, Витебская и Брестская области (3 кластер). Следовательно, в этих регионах недостаточно благоприятные условия развития малого и среднего предпринимательства. Уровень регионального развития предпринимательства во многом зависит от таких факторов, как выгодное географическое положение, уровень доходов населения, наличие развитой инфраструктуры, отношение со стороны местных властей.

Размах интегрального показателя от самого малого значения до самого большого представлен в таблице 4.

Таблица 4. – Размах интегрального показателя

Год	2013	2014	2015	2016	2017
Rmax- Rmin	212,5	206,3	211,4	205,5	213,7

Размах рейтинга от самого неблагоприятного до самого успешного в 2013 и 2017 году практически не отличается. Это свидетельствует о том, что дифференциация по малому и среднему бизнесу за анализируемый период не изменилась.

Заключение. Основным фактором дифференциации по развитию малого и среднего бизнеса за 2013 и 2017 годы оказался импорт товаров, а за остальные годы - число организаций на 1000 населения. В результате кризиса конца 2014 года число организаций сократилось, в настоящее время наблюдается рост. Надо отметить, что к 2018 году выросло число микроорганизаций, а не малых и средних.

Следующими по значимости оказались кредиторская и дебиторская задолженность, удельный вес убыточных организаций и себестоимость реализованной продукции. При этом их факторные нагрузки имеют отрицательные значения за каждый год изучения. Это говорит о том, что успешные регионы имеют меньшую задолженность, меньший процент убыточных организаций, а также меньшую себестоимость реализованной продукции.

Выручка от реализации продукции, среднемесячная заработная плата и чистая прибыль тесно связаны между собой. За 2013-2017 годы выделяется доля населения, занятого в малом и среднем бизнесе. В 2017 году факторная нагрузка этого показателя несколько сократилась. Это свидетельствует о снижении дифференциации по данному показателю в регионах.

В результате получено, что значимость каждого из анализируемых показателей практически не отличается. Рентабельности продаж и реализованной продукции составляют второй главный фактор, следовательно, не связаны с остальными показателями эффективности ведения бизнеса. Инвестиции в основной капитал составили третий главный фактор, это свидетельствует о привлечении заемных средств, а не из прибыли. Необходимо отметить, что иностранные инвестиции связаны с первым главным фактором, следовательно, иностранные инвестиции делаются в более успешные предприятия.

Лидером по малому и среднему бизнесу является город Минск, который составляет первый кластер за весь период изучения. Во второй кластер входит Минская область. В 2013 году во второй кластер входила Витебская область, в 2016 и 2017 годах – Могилевская область.

Постоянными аутсайдерами по малому и среднему предпринимательству являются Гродненская, Гомельская, Витебская и Брестская области (3 кластер).

За 2013-2017 дифференциация по малому и среднему бизнесу в регионах Беларуси не изменилась.

Список литературы

[1.] Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г / Официальный сайт Министерства экономики Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-gazvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 28.11.2019.

[2.] Ляликова, В.И. Классификация районов Гродненской области по уровню развития малого предпринимательства / В.И. Ляликова, М.В. Камына // Экономический бюллетень Научно-исследовательского института Министерства экономики РБ. – 2013. – № 11. – С.11-19.

[3.] Статистический сборник “Малое и среднее предпринимательство в Республике Беларусь”. – Гродно, 2018. – 70 с.

[4.] Ляликова, В.И. Методологические аспекты ранжирования экономических объектов с помощью методов прикладной статистики / В.И. Ляликова // Весник ГрГУ. Серия 5. – 2010. – №2. – С. 29-35.

REPUBLIC OF BELARUS REGIONS CLASSIFICATION ON THE DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM BUSINESS

V.I. LALIKOVA,

PhD, Professor of the Department of Mathematic and Softwar Support for Economic Systems of the Yanka Kupala State University of Grodno

E.M. BALITSKAYA

Student of the 4th course of specialty "Information systems and technologies (in economics)"

Grodno State university of Yanka Kupala, Republic of Belarus

E-mail: vlialikova@grsu.by, katerinka.ice27@mail.ru

Abstract. A comparative analysis of small and medium-sized businesses development in the Republic of Belarus regions for 2013-2017 was carried out. A system of indicators reflecting the entrepreneurship effectiveness in the regions was formed. Studied regions integral indicator was built using applied statistics methods. The regions were classified based on the integral indicator values. The methodology for building the integral indicator does not use expert estimates. Initial indicators were sorted by the degree of their influence on the rating. Groups of interrelated indicators were formed.

Keywords: small and medium businesses, factor analysis, cluster analysis, integral indicator.

УДК 004.272.34+004.415

ЗАКОН АМДАЛА И ГРАНИЦЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ



Д.И. Черемисинов

*Ведущий научный сотрудник ОИПИ НАНБ
кандидат технических наук, доцент*

*Объединений институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси,
Республика Беларусь
E-mail: cher@newman.bas-net.by*

Д.И. Черемисинов

Окончил Томский государственный университет, кандидат технических наук, доцент. Работает в ОИПИ НАН Беларуси в должности ведущего научного сотрудника и Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники в должности доцента.

Круг научных интересов: программирование, логическое проектирование и тестирование дискретных систем управления, реализация параллельных алгоритмов управления.

Аннотация. В области программирования параллелизм является средством повышения эффективности вычислений. Эффективность параллельной программы традиционно связывают с достижением более высокой производительности по сравнению с ее последовательным вариантом. Закон Амдала часто используется в параллельных вычислениях для прогнозирования теоретического ускорения при использовании нескольких процессоров. Закон Амдала гласит: «Общая скорость параллельной системы определяется самым медленным компонентом». Обсуждается процесс решения на параллельных вычислительных системах задачи булевой выполнимости (SAT). SAT является первой проблемой, которая оказалась NP-полной. Это означает, что все проблемы в классе сложности NP, который включает в себя широкий спектр естественных решений и оптимизационных задач, имеют сложность не менее, чем SAT. NP-полные задачи представляют интерес, поскольку все они не имеют теоретических высокопараллельных решений. Было обнаружено, что сложность задачи SAT «в среднем» зависит от того, разрешим ли экземпляр задачи SAT. Если проблема разрешима, то доля «сложных» экземпляров мала, а эффективный алгоритм имеет умеренную оценку сложности. Эта проблема находится в классе задач поиска, которые по своей сути недетерминированы. Этим объясняется факт наблюдения сверхлинейного ускорения параллельной программы. И наоборот, если проблема неразрешима, доля простых примеров мала, а эффективный алгоритм имеет оценку сложности наихудшего случая. Это экземпляры задачи выполнимости имеют детерминированный характер процесса решения. В этом контексте, если накладные расходы на деление области значений оптимизированы, ускорение подчиняется закону Амдала, и возможны близкие к линейным ускорения.

Ключевые слова: закон Амдала, параллельные вычисления, SAT-задачи, суперлинейное ускорение.

Введение. Сложность алгоритмов измеряется необходимыми ресурсами, в основном это продолжительность вычислений или необходимый объем памяти. Оценка вычислительной сложности задает зависимость требований алгоритма к времени и объему памяти от объема входных данных.

«Эффективным» алгоритмом, считается любой полиномиальный алгоритм, т. е. алгоритм, время выполнения которого ограничено некоторым полиномом от длины записи входных данных. Задачи, разрешимые такими алгоритмами, образуют класс, который

обозначается через P . Класс NP , в который попало большинство известных дискретных задач, удачно моделирует задачи, решаемые переборными алгоритмами. Задачи, принадлежащие классу NP , можно охарактеризовать как задачи, имеющие «короткое доказательство». Например, для знаменитой проблемы «Выполнимость – SAT» (от satisfiability), заключающейся в проверке наличия для формулы, заданной в виде к.н.ф., набора значений булевых переменных, на которых формула принимает значение «1», для доказательства решения задачи достаточно предъявить такой набор.

Было установлено существование «самых трудных» задач в классе NP , названных N -полными. Это те задачи, к которым полиномиально сводится любая задача из класса NP . Упомянутые классы составляют основу теории сложности вычислений, предметом которой являются пределы вычислений. В настоящее время все согласны с тем, что наихудшие экземпляры класса N -полных задач не могут быть решены за полиномиальное время без серьезного теоретического прорыва, а накопленные в этой области знания позволяют быстро оценивать и диагностировать предлагаемые алгоритмы.

Стоит отметить разницу между сложностью алгоритма и сложностью алгоритмической задачи. При анализе по худшему случаю получение нижних оценок сложности конкретного алгоритма почти всегда оказывается посильной задачей. Для этого достаточно подобрать набор входных данных, на которых алгоритм будет работать долго. Совсем другая ситуация со сложностью задач. Для получения нижних оценок сложности задачи требуется доказать, что не существует алгоритма ее решения со сложностью не выше заданной. Ввиду необозримого множества алгоритмов эта задача находится вне пределов возможностей современной теории сложности. Теория сложности выработала и ряд прагматических рекомендаций для исследователей, занимающихся решением прикладных задач. В тех случаях, когда интересующая разработчика практических алгоритмов задача оказывается N -полной, имеет смысл попробовать построить эффективный алгоритм для какой-либо класса ее модификаций или частных случаев, приемлемых с практической точки зрения.

Параллельные вычисления. В теории сложности класс NC («класс Ника» в честь Ника Пиппенгера, который первым исследовал сложность параллельных вычислений) представляет собой набор задач, разрешимых за полилогарифмическое время на параллельном компьютере с полиномиальным числом процессоров. Другими словами, проблема принадлежит классу NC , если существуют такие константы c и k , что ее можно решить за время $O(\log_c n)$, используя $O(n^k)$ параллельных процессоров.

Подобно тому, как класс P составляют поддающиеся решению проблемы, так и класс NC можно рассматривать как класс проблем, которые могут быть эффективно решены на параллельном компьютере. Класс NC является подмножеством P , потому что полилогарифмические параллельные вычисления могут быть смоделированы последовательными полиномиальными вычислениями. Неизвестно, является ли $NC = P$, но большинство исследователей подозревают, что это неверно, а это означает, что, вероятно, существуют некоторые проблемы, которые являются «по своей сути последовательными» и не могут быть значительно ускорены с помощью параллелизма. Поскольку любая задача в классе P может быть эффективно сведена (NC -редуцирована) к некоторой N -полной задаче, нахождение P -полной задачи внутри класса NC противоречило бы $P = NC$. Таким образом, если считать NP -полную задачу как «вероятно не решаемую за полиномиальное время», так и класс P -полных задач, при использовании NC -редуцирования, могут рассматривать как «вероятно, не распараллеливаемые» (неэффективно выполняемые параллельно) или «вероятно, последовательные». Следовательно, увеличение количества процессоров, решающих задачу, не может значительно ускорить ее решение для задач из класса P -полных.

Так как целью параллельных вычислений является сокращение времени работы алгоритма, то параллельные алгоритмы можно автоматически извлекать из последовательных

программ, разрабатывая компиляторы для параллельных вычислений. Проблема поиска параллельных алгоритмов в этом случае является проблемой оптимизации последовательных программ. Это устоявшаяся область исследований, как в научных кругах, так и в промышленности. За последние 20-30 лет здесь добились заметных успехов, но ограничения такого подхода также хорошо известны. Для многих задач успех в поиске асимптотически эффективных параллельных алгоритмов (вручную или с помощью умного компилятора) решил бы основные открытые проблемы теории сложности. Для некоторых задач эффективные параллельные алгоритмы известны, но настолько отличаются от наилучших последовательных алгоритмов, что нет никакой надежды на то, что компилятор превратит последовательный алгоритм в хороший параллельный алгоритм [1]. Компиляторы не могут изобрести совершенно новые алгоритмы.

Закон Амдала. Несмотря на мощь и перспективы параллельных вычислений, существуют ограничения на возможности, достижимые при использовании компьютеров с параллельной архитектурой. Распараллеливание последовательной программы выполняется для повышения производительности вычислений. Ограничение на сокращение вычислительного времени, достижимое за счет использования множества процессоров, известно как закон Амдала [1].

Параметром оценки эффективности при решении конкретной задачи с применением суперкомпьютера является коэффициент – ускорение S (Speedup),

$$S = t(1) / t(N)$$

где $t(1)$ – время, затраченное на решение задачи последовательным алгоритмом на одном процессоре, а $t(N)$ – время решения той же задачи параллельным алгоритмом с использованием N процессоров мультипроцессорной вычислительной системы. Чем больше значение S , тем выше эффективность применения суперкомпьютера для решения задачи.

Закон Амдала является оценкой идеального ускорения, которое может произойти, когда последовательная программа модифицирована для параллельной работы. Часто этот закон трактуется как универсальный, применимый к оценке любых вычислений параллельным оборудованием. Однако чтобы эта оценка ускорения вычислений была справедливой, необходимо, выполнение определенных условий. Главное условие применимости закона Амдала состоит в том, чтобы размер вычислительной работы при распараллеливании оставался неизменным.

Предположим, что последовательная программа модифицирована для параллельной работы. Далее, предположим, что объем работы, выполняемой программой, не изменяется в ее параллельной версии. При распараллеливании имеются части программы, которые распараллелить нельзя. Поэтому в параллельной программе некоторая доля вычислений выполняется последовательно. Пусть f – это доля таких вычислений в общем объеме, $0 < f < 1$. Предположим, что распараллеливание является «идеальным», то есть, при числе процессоров P , которые мы используем, ускорение параллельной части программы будет P . Максимальное ускорение S , достижимое на вычислительной системе из P процессоров, можно оценить при помощи следующей формулы (закон Амдала) [2]:

$$S = \frac{1}{(f + (1 - f)P^{(-1)})}$$

Из закона Амдала следует, что всегда при любом сколь угодно большом числе процессоров, независимо от качества реализации параллельной части кода, $S < 1/f$. Предположим, например, что мы можем распараллелить 90% последовательной программы.

В этом случае $S \leq 10$. Это говорит о том, что даже если мы проделали отличную работу по распараллеливанию 90% программы, и даже если у нас, скажем, 1000 ядер, мы никогда не получим ускорение лучше, чем 10. Ускорение равно P при числе процессоров P называется линейным. Ускорение в соответствии с законом Амдала всегда меньше линейного.

Тем не менее, суперлинейное ускорение обнаружено экспериментально при решении нескольких классов задач. Распространено мнение, что суперлинейное ускорение – это результат некорректной методики измерений времен $T(1)$ и $T(N)$ [3]. Считается, что одной из возможных причин служит эффект различия в алгоритмах кэширования вследствие различий оборудования и операционных систем.

Задача выполнимости КНФ. Булева задача выполнимости SAT (иногда называемая пропозициональной проблемой выполнимости) является проблемой вычисления интерпретации, которая удовлетворяет заданную булеву формулу. Дано множество булевых переменных $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$; любая переменная x_j или ее инверсия \bar{x}_j называется литералом \tilde{x}_j от этой переменной; дизъюнкция литералов от различных переменных называется элементарной дизъюнкцией $d_i(X) = \widehat{x}_{j_1} \vee \widehat{x}_{j_2} \vee \dots \vee \widehat{x}_{j_k}$; число k_i литералов в дизъюнкции называется ее рангом. Конъюнктивной нормальной формой (КНФ) называется конъюнкция некоторого множества элементарных дизъюнкций $K(X) = d_1(X) \wedge d_2(X) \wedge \dots \wedge d_m(X)$; дизъюнкции $d_i(X)$ называются членами КНФ. Набор значений переменных, обращающий КНФ в истинное высказывание $K(X) = 1$, – это интерпретация формулы. Такой набор (значение вектора X) называется выполняющим, и если он существует, то КНФ называется выполнимой, в противном случае – невыполнимой. В частности, выполнимой является пустая КНФ (не содержащая ни одного члена), так как она тождественно истинна по определению. Пустая дизъюнкция, по определению, тождественно ложна – следовательно, невыполнима.

SAT была первой известной NP-полной проблемой. NP-полнота задачи означает экспоненциальную оценку времени выполнения наихудших случаев. Доказательство NP-полноты некоторой задачи заключается в полиномиальном сведении задачи SAT к данной задаче, возможно в несколько шагов, то есть с использованием нескольких промежуточных задач. Не известен алгоритм, который бы эффективно (т.е. с оценкой времени выполнения наихудших случаев лучшей экспоненциальной) решал каждую проблему SAT, и обычно считается, что такого алгоритма не существует. Отсюда следует, что все известные алгоритмы решения задачи SAT имеют эту оценку достижимой.

Поиск с возвратом (backtracking search procedure) – универсальный метод, позволяющий исследовать пространство (экспоненциальной мощности) значений переменных задачи SAT. Он состоит в пошаговом формировании решения; на каждом шаге решение доопределяется, получая некоторое приращение (в данном случае определяется значение одной или нескольких переменных). Приращения могут быть безальтернативными (например, элементарная дизъюнкция первого ранга выполнима единственным способом) или альтернативными, когда необходимо испытать несколько различных шагов. Каждое доопределение приводит к изменению ситуации (в нашем случае делает истинными некоторые члены КНФ). В новой ситуации мы имеем ту же задачу, но меньшей размерности, и поиск продолжается. В точках ветвления поиска необходимо запомнить все остающиеся альтернативы для возвращения к ним из тупика; цепочка точек ветвления образует стек. Тупиком называется ситуация, в которой обнаруживается, что на данной ветви поиска задача не имеет решения (в нашем случае признаком невыполнимости являются противоречивые безальтернативные приращения или обнаружение пустой дизъюнкции среди членов КНФ). Выход из тупика состоит в возвращении к последней точке ветвления и выборе очередной альтернативы. Непустое множество остающихся альтернатив сохраняется в стеке, по исчерпанию же альтернатив последняя запись в стеке уничтожается. Если при возвращении из тупика обнаруживается, что стек пуст, то поиск заканчивается с ответом, что решения не

существует. Когда же очередное доопределение приводит к конечному результату (в нашем случае – к пустой КНФ), поиск заканчивается с положительным ответом. Быстродействие алгоритма, реализующего поиск с возвратом, во многом зависит от удачного или неудачного способа формирования набора альтернатив в точках ветвления. На сегодняшний день наиболее эффективны так называемые «CDCL-решатели» (от Conflict Driven Clause Learning), базирующиеся на процедуре поиска с возвратом. В частности, CDCL-SAT-решатель MiniSAT, представляет собой общедоступную последовательную программу длиной около 600 строк.

Трудность наихудших случаев и большинства случаев. Из теории вычислительной сложности алгоритмов известно [5], что, хотя все NP-полные задачи эквивалентны в отношении сложности наихудших случаев, отдельные экземпляры задачи SAT могут значительно отличаться по своей сложности от сложности наихудших случаев. Сложность проблемы «в среднем» определяется следующим образом: существует эффективный алгоритм, который решает проблему с некоторой оценкой времени выполнения для всех экземпляров задачи, за исключением незначительной доли «сложных» экземпляров. В зависимости от доли часто встречающихся экземпляров задачи различают «умеренно сложный» алгоритм (т. е. такой, в котором вычисления трудны на небольшой части экземпляров) и алгоритм высокой сложности, которой не лучше алгоритма, случайно угадывающего ответ.

С практической точки зрения интересна оценка сложности задачи SAT для ее экземпляров, возникающих в «реальной жизни». Примеры задачи SAT в автоматизации проектирования СБИС включают в себя формальную проверку эквивалентности схем, автоматическую генерацию тестов, трассирование соединений в ПЛИС, планирование задач, и т. д. Известно, что генерация сложных примеров NP-полных задач требует суперполиномиальных вычислений. Трудно представить, как неодушевленный мир будет выполнять огромное количество вычислений, необходимых для создания сложного экземпляра. Криптография, таким образом, исключается как источник задач «реальной жизни».

Задача SAT является самовосстанавливаемой (self-reducible), то есть каждый алгоритм, который правильно отвечает, что экземпляр SAT является разрешимым, можно использовать для поиска выполняющего набора значений вектора X . Сложность задачи SAT «в среднем» зависит от того, является ли экземпляр SAT разрешимым. Если задача разрешима, то доля «сложных» экземпляров невелика и эффективный алгоритм имеет умеренную оценку сложности. Наоборот, если задача неразрешима, невелика доля простых экземпляров и эффективный алгоритм имеет оценку сложности наихудшего случая. Эти характеристики сложности задачи SAT «в среднем» можно обнаружить в результатах экспериментов на псевдослучайных КНФ [6]. Задача SAT «в среднем» легка на большинстве экземпляров, если КНФ выполнима, и трудна на большинстве экземпляров, когда КНФ невыполнима.

Сложность параллельных вычислений SAT. Используя точки ветвления в поиске с возвратом можно получить декомпозицию исходной SAT-задачи на несколько SAT-задач меньшей размерности. Выберем некоторую переменную $x_{i1} \in X$ и расщепим исходную КНФ $K(X) = d_1(X) \wedge d_2(X) \wedge \dots \wedge d_m(X)$ на две – $K|_{x_i=0}$ и $K|_{x_i=1}$. Здесь через $K|_{x_i=\alpha}$ обозначена КНФ, полученная в результате подстановки в K значения $\alpha \in \{0,1\}$ переменной x (с последующим выполнением возможных элементарных булевых операций). КНФ $K|_{x_i=0}$ и $K|_{x_i=1}$ могут быть точно так же расщеплены по некоторым переменным из $X \setminus \{x_{i1}\}$. В результате некоторого числа шагов данного процесса будет построено двоичное дерево. Решив все SAT-задачи, соответствующие листьям данного дерева (часть из них могут оказаться тривиальными), мы решим и исходную SAT-задачу. Действительно, по выполняющему набору КНФ, соответствующей некоторому листу, эффективно строится набор, выполняющий исходную КНФ K , а если все КНФ, соответствующие листьям,

невыполнимы, то невыполнима и К. Очевидно, что SAT-задачи, соответствующие листьям описанного дерева, можно решать на независимых узлах параллельной вычислительной среды.

Если КНФ К невыполнима, то время вычислений определяется временем работы узла, выполняющего наибольший объем работы. Если имеется несбалансированность загрузки процессоров, то часть процессоров вынуждена простаивать, пока остальные заканчивают свою вычислительную работу. Время решения задачи определяется временем «самого медленного» (последнего из закончивших работу) процессора, а общее время зависит от равномерности распределения нагрузки между процессорами при декомпозиции исходной задачи на частные подзадачи. Объем вычислительной работы параллельного и последовательного алгоритмов одинаков, и ускорение при идеальной сбалансированности определяется законом Амдала. Несбалансированность нагрузки процессоров делает ускорение по Амдалу недостижимой верхней оценкой. В этом случае (класс J в [7]) исходная задача решается узлами параллельной вычислительной среды совместно (jointly).

Если КНФ К выполнима, то решение любой частной задачи, полученное любым из узлов в ходе соревнования (competition) по времени с другими, является решением общей задачи (класс С в [7]). Когда какой-либо узел находит решение, все остальные должны прекратить работу, т.е. время решения задачи определяется «самым быстрым» узлом. Объем выполняемой работы зависит от сбалансированности нагрузки. При идеальной балансировке объем вычислительной работы параллельного и последовательного алгоритмов одинаков. Чем хуже балансировка, тем меньший объем вычислительной работы выполняет параллельный алгоритм. В этом случае работа параллельной системы характеризуется суперлинейным ускорением (рис. 1), его величина случайна и может быть очень большой. Суперлинейное ускорение в SAT задачах наблюдалось, например, в конкурсах параллельных SAT-решателей в решениях параллельной программы ManySAT [8].

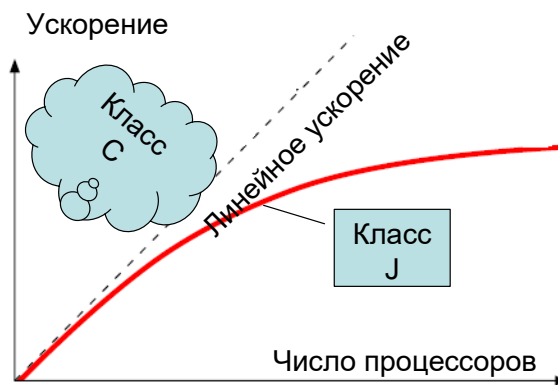


Рисунок 1. – Поведение ускорения для выполнимой и невыполнимой КНФ

Если выполняющий вектор отсутствует, то процесс решения из класса С переходит в класс J, так как для доказательства отсутствия решений каждый из подчиненных процессоров должен обследовать все свое подпространство до конца.

Заключение. В работе [9] сообщается о суперлинейном ускорении решения задачи SAT и делается попытка поставить под сомнение методику измерения ускорения. Используя компьютер с несколькими ядрами было достигнуто ускорение по сравнению с последовательной программой в ~200 раз. Утверждается, что ускорение было измерено некорректно: сравнивались эвристический приближенный (suboptimal sequential) последовательный алгоритм с эвристическим приближенным параллельным алгоритмом. Суперлинейность объяснялась разницей в эвристиках. В этой работе описана класс

экземпляров задачи SAT, в которых суперлинейность объясняется разницей в работе (объеме исследованного пространства решений) параллельной и последовательной программы, использующих точные алгоритмы. Использование программ для параллельных вычислений действительно позволяют превратить кремний (предварительно разработанные процессорные ядра) в суперкомпьютер без увеличения тактовой частоты и мощности рассеивание на ядро. СБИС этого суперкомпьютера стоят на вес дороже, чем золота. Это оставляет далеко позади мечты древних алхимиков превратить свинец в золото, так как из песка делается что-то намного дороже золота.

Список литературы

- [1] Greenlaw R., Hoover H. J., Ruzzo W. L. Limits to Parallel Computation: P-completeness Theory In URL: <https://homes.cs.washington.edu/~ruzzo/papers/limits.pdf> (access date: 4.11.2019).
- [2] Amdahl G.M. Validity of the single processor approach to achieving large-scale computing capabilities. AFIPS Conf Proc. 1967.– pp. 483–485.
- [3] Черемисинов Д.И. О суперлинейном ускорении вычислений на кластерном компьютере // Третья Международная конференция «Суперкомпьютерные системы и их применение» (SSA'2010): доклады конференции (25-27 мая 2010 года, Минск) : в двух томах. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2010. –Т.1. – С. 165-170.
- [4] Schreiner, W. Superlinear Speedup / W. Schreiner // [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.risc.uni-linz.ac.at/education/courses/ws96/intropar/theory/index_5.html. – Date of access: 01.02.2010.
- [5] Arora S., Barak B. Computational Complexity. A Modern Approach – Cambridge University Press, 2009. – 605 pp.
- [6] Уткин, А.А. Экспериментальное исследование задачи о выполнимости / А.А Уткин // Препринт Ин-т техн.кибернетики АН БССР – Минск, 1988.– 30 с.
- [7] Параллельные логико-комбинаторные вычисления в среде MPI / Н.Р. Торопов // Информатика. – 2005. – № 3. – С. 82–90.
- [8] Hamadi Y. ManySAT: a Parallel SAT Solver / Y. Hamadi, S. Jabbour, L. Sais // Journal on Satisfiability, Boolean Modeling and Computation. – 2009. – Vol. 6. – P. 245-262.
- [9] Markov I. L. Know your limits (review of "limits to parallel computation: p-completeness theory"; greenlaw, r., et al; 1995) [book review] // IEEE Design & Test – Volume: 30 , Issue: 1 , Feb. 2013. – P. 78-83.

AMDAHL'S LAW AND BOUNDS ON SPEEDUP

D.I. Cheremisinov

*Leading researcher of UIIP of NAS of Belarus,
candidate of technical sciences, associate
professor*

*United Institute of Informatics Problems of National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus
cher@newman.bas-net.by*

Abstract. Amdahl's law is often used in parallel computing to predict the theoretical speedup when using multiple processors. Amdahl's law states, "Overall parallel system speed is governed by the slowest component". The solving process for examples of the Boolean satisfiability problem (SAT) on parallel computing systems is discussed. SAT is the first problem that was proven to be NP-complete. This means that all problems in the complexity class NP, which includes a wide range of natural decision and optimization problems, are at most as difficult to solve as SAT. NP-complete problems are of interest because they all appear to lack theoretical highly parallel solutions. It was found that the complexity of the SAT task "on average" depends on whether the SAT instance is solvable. If the problem is solvable, then the proportion of "complex" instances is small and an effective algorithm has a moderate complexity estimate. This problem is in a class of search problems what are intrinsically nondeterministic. They encountered this fact in the form of observing superlinear speed-ups. Conversely, if the problem is unsolvable, the proportion of simple instances is small and an effective algorithm has an estimate of the complexity of the worst case. This computational problems solved on a computer have a deterministic nature. In that context, if the overhead of dividing is well controlled, speedups are on Amdahl's law and linear or close to linear speedups are possible.

Key words: Amdahl's law, High performance computing, Boolean satisfiability problem (SAT), Superlinear speedup.

УДК 502.174:004(575.1)

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕСУРСОВ С ПОМОЩЬЮ SMART-ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА: ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT



И.Н. Цырельчук
Кандидат
технических наук,
доцент, советник
ректора



Ю.В. Писецкий
Доктор технических наук,
доцент, декан факультета
информационных
технологий



М.Ф. Османова
Магистрант 2
курса



К.А. Вотинов
Магистрант 2
курса

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий,
Республика Узбекистан
E-mail: tsyrelchuk@gmail.com

И.Н. Цырельчук

Кандидат технических наук, доцент, советник ректора Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезмий.

Ю.В. Писецкий

Доктор технических наук, доцент, декан совместного факультета информационных технологий Ташкентского университета информационных технологий и Белорусского государственного университета информатики, и радиоэлектроники

М.Ф. Османова

Магистрант 2 курса Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезмий

К.А. Вотинов

Магистрант 2 курса Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезмий

Аннотация. В последнее время все большую актуальность обретает правило о бесконечности потребностей и ограничении ресурсов. Вопрос энергопотребления и экономия ресурсов является критическим для всей планеты. Повсеместный рост населения и городов, а также изменение климата приводят к росту водопотребления и использования энергоресурсов на душу населения и к увеличению общего дефицита ресурсов во всем мире. Безусловно, самым важным методом борьбы является воспитание у населения культуры эффективного потребления. Но немаловажную роль в этом процессе играет современные технологии, а именно интернет вещей (Internet of Things, IoT). Стандарт NB-IoT был разработан консорциумом 3GPP с учетом требований, предъявляемых операторами: услуги IoT должны передаваться по технологии передачи, известной как «энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия» (Low-Power and Wide-Area, LPWA) и использовать существующую инфраструктуру оператора. С точки зрения универсальности, NB-IoT – это наиболее подходящее решение LPWA для предприятий различных отраслей, с помощью которого можно подключать к сети оператора счетчики коммунальных услуг, датчики мониторинга, системы отслеживания объектов и массу других устройств.

Ключевые слова: стандарт NB-IoT, Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ), интернет вещей, оптимизация, защита окружающей среды.

Введение. В последнее время все большую актуальность обретает правило о бесконечности потребностей и ограничении ресурсов. Вопрос энергопотребления и экономия ресурсов является критическим для всей планеты. Повсеместный рост населения и городов, а также изменение климата приводят к росту водопотребления и использования энергоресурсов на душу населения и к увеличению общего дефицита ресурсов во всем мире. Безусловно, самым важным методом борьбы является воспитание у населения культуры эффективного потребления. Но немаловажную роль в этом процессе играет современные технологии, а именно интернет вещей (Internet of Things, IoT).

Материалы и методы. Сфера применения IoT очень широкая: энергетика, промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, транспорт, здравоохранение и др. В зарубежной практике известны успешные примеры внедрения IoT по инициативе как государства, так и бизнеса. Например, при поддержке государства в странах Евросоюза, Южной Кореи, Китае и Индии внедряются технологии «умного города», которые позволяют повышать эффективность управления энергопотреблением и транспортными потоками. В Великобритании и США реализованы масштабные программы по внедрению «умных счетчиков» для удаленного контроля энергопотребления в домохозяйствах. В Узбекистане сфера внедрения умных счетчиков также является приоритетным направлением развития, утвержденная на государственном уровне. В соответствии с Постановлением Президента от 23.10.2018 г., планируется обеспечить подключение к Автоматизированной системе контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) 7 млн потребителей, с доведением доли охвата АСКУЭ к концу 2021 года до 100% от общего числа абонентов..

IoT-решения для жилищно-коммунальных хозяйств предполагают установку датчиков и счетчиков на инфраструктурных объектах, а также поставляют системы, которые помогают организовать и оптимизировать вывоз мусора, эффективно управлять лифтовым хозяйством, обслуживанием задний и многими другими направлениями.

Где могут быть использованы IoT-решения в ЖКХ:

- поставка воды, газа, тепла и других ресурсов;
- учет и оптимизация энергопотребления;
- вывоз и утилизация отходов;
- управление лифтовыми хозяйствами;
- обслуживание зданий, придомовых территорий.

В сфере жилищно-коммунального хозяйства наиболее распространены и популярны беспроводные системы, работающие автоматически. Они позволяют коммунальным службам и частным компаниям по обслуживанию населения собирать и обрабатывать данные о том, сколько потребляется энергоресурсов. Кроме того, подобные системы помогают мониторить техническое состояние объектов и их отдельных элементов (газовых и водопроводных труб, батарей центрального отопления). Это предотвращает аварийные ситуации, утечки, предупреждает перерасход ресурсов. Удобно, что масштаб развертывания подобных систем никак не ограничен и может охватывать как несколько домов, так и весь город. Для использования в системе ЖКХ есть отдельное решение под названием – NB-IoT.

Стандарт NB-IoT был разработан консорциумом 3GPP с учетом требований, предъявляемых операторами: услуги IoT должны передаваться по технологии передачи, известной как «энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия» (Low-Power and Wide-Area, LPWA) и использовать существующую инфраструктуру оператора. С точки зрения универсальности, NB-IoT – это наиболее подходящее решение LPWA для предприятий различных отраслей, с помощью которого можно подключать к сети оператора счетчики коммунальных услуг, датчики мониторинга, системы отслеживания объектов и массу других

устройств. Одной из особенностей технологии является возможность подключать к одной соте базовой станции до 100 тысяч устройств, что в десятки раз превышает возможности существующих стандартов мобильной связи. Использование низкочастотного диапазона позволит обеспечить покрытием такие труднодоступные места, как цокольные помещения, подвалы, подземные парковки и т.д. Кроме того, при работе в новом стандарте устройства экономнее расходуют аккумулятор, что позволяет им работать без подзарядки гораздо дольше. Например, счетчик воды с автономным аккумулятором при работе в стандарте NB-IoT может служить до 10 лет без подзарядки и принимать сигнал, будучи установленным в подвальном помещении. На рисунке 1 наглядно показано сравнение беспроводных технологий.

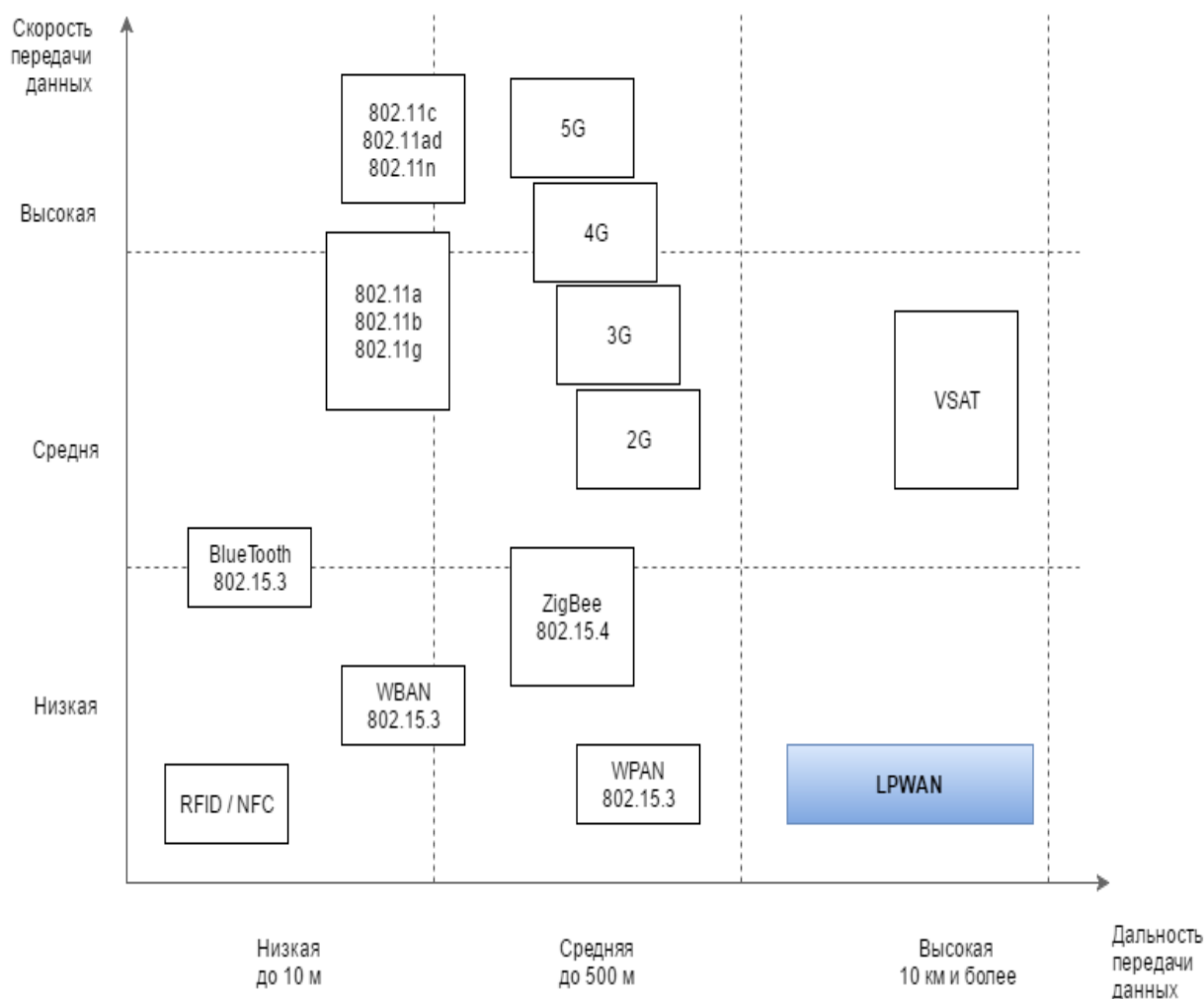


Рисунок 1. – Сравнение беспроводных технологий

По прогнозам ассоциации, GSMA, к 2020 году количество подключений Интернета вещей по сетям мобильной связи и LPWA превысит 3 миллиарда. Счетчики ресурсов, наручные часы и браслеты, ошейники для домашних питомцев, датчики на парковках – каждому из устройств понадобится доступ к сети. Подробнее о преимуществах NB-IoT можно узнать из рисунка 2.

Существует три технологических варианта развертывания NB-IoT, а именно:

- в полосе частот наряду с LTE-сервисами;
- в неиспользованной части радиоспектра между частотными диапазонами (в целях

предотвращения помех от смежного канала на границах существующих LTE-частот);

– использование отдельно выделенного спектра (далее в статье мы обсудим компромиссные решения и связанные с ними факторы, определяющие наилучший выбор технологии при развертывании NB-IoT).



Рисунок 2. – Преимущества сети NB-IoT

Три варианта развертывания «узкополосного IoT» влияют на производительность не только для NB-IoT RAN (Radio access network; сеть радиодоступа в различных стандартах сотовой связи), но и для одновременного развертывания и IoT, и MBW (mobile broadband, мобильный широкополосный доступ).

С точки зрения сети радиодоступа (RAN) существует три варианта развертывания NB-IoT. Два из этих вариантов подходят для развертывания в спектре, который уже прошел лицензирование.

Вариант «внутри полосы», где NB-IoT развертывается внутри существующего LTE спектра, используемого для предоставления мобильных широкополосных (MBW) услуг;

Вариант «защищенной полосы» с использованием спектра по краям канала (т.е. в неиспользуемой части спектра) существующих LTE. Однако здесь вероятны помехи от смежного канала на границах, существующих LTE базовых станций. «Защищенные полосы» могут быть использованы без учета мощностей основных базовых станций LTE);

Третий вариант заключается в развертывании NB-IoT с использованием присвоения выделенных частот (т.е. «автономного» развертывания), а также использования совокупности различных выделенных базовых станций специально для LTE и MBW.

В таблице 1 приведено сравнение преимуществ и недостатков NB-IoT.

Таблица 1. – Преимущества и недостатки NB-IoT

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> - Низкое энергопотребление оконечных устройств - Долгий срок действия устройств (до 10 лет) - Относительно быстрое развертывание сети. Можно реализовать на базе существующего сотового оператора. - Большой энергетический бюджет линии связи (GSMA называла цифру 164 дБ) - Теоретически низкая стоимость модемов (модулей) и услуг связи - Обслуживание массивного количества устройств 	<ul style="list-style-type: none"> - Возможны большие задержки связи при использовании режимов энергосбережения. - Отсутствие поддержки мобильности - Низкие скорости приёма и передачи данных

Заключение. Стандарт NB-IoT разработан с учетом потребностей устройств интернета вещей. На февраль 2020 года он позволяет подключать сотни тысяч устройств одновременно, причем технологии энергосбережения и малое энергопотребление обеспечивают работу устройств в течение 10 лет от одной батарейки. Сигнал сети NB-IoT хорошо проникает в труднодоступные места, такие как подвалы и подземные парковки, что открывает потенциал для обслуживания до десяти тысяч устройств в зоне действия одной базовой станции. Территориально сигнал покрывает площадь с радиусом до 20 км. Технические особенности стандарта NB-IoT позволяют создавать и развивать различные промышленные и потребительские сценарии для широкого круга отраслей: «умных» зданий, «умного» промышленного производства, оптимизации инфраструктуры ЖКХ, защиты окружающей среды, повышения безопасности дорожного движения и многих других.

В Узбекистане в целях реализации инициатив президента Шавката Мирзиёева по проекту АСКУЭ, можно в установленный срок быстро покрыть населенные пункты связью NB-IoT. Для примера можем рассмотреть столицу Узбекистана город Ташкент. Населения Ташкента составляет чуть более 3 млн человек, а площадь города составляет 334,8 квадратных км. Одна БС стандарта NB-IoT развернутая на частоте 450 МГц покрывает территорию радиусом до 20 км. Если даже брать площадь в 2 раза меньше (10 км), в целях более качественного охвата выбранной территории, то площадь покрытия составит 98 квадратных км. Всего 4 штук БС установленные в нужных географических зонах, теоретически охватит связью всю территорию города.

Список литературы

- [1] Постановление Президента Республики Узбекистан от 23.10.2018 г. № ПП-3981 «О мерах по ускоренному развитию и обеспечению финансовой устойчивости электроэнергетической отрасли», <https://lex.uz/docs/4015711>
- [2] Patel P.K., Patel S.M. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges//International Journal of Engineering Science and Computing. 2016. V. 6, Iss. 5. P. 6122-6131.
- [3] Lauridsen M., Kovacs I.Z., Mogensen P., Sorensen M., Holst S. Coverage and Capacity Analysis of LTE-M and NB-IoT in a Rural Area//2016 IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Canada. P. 1-6.
- [4] Yang W., Wang M., Zhang J., Zou J., Hua M., Xia T., You X. Narrowband Wireless Access for Low-Power Massive Internet of Things: A Bandwidth Perspective//IEEE Wireless Communications. 2017. V. 24, Iss. 3. P. 138-145.
- [5] Рекомендация МСЭ-Т У.2060. Обзор интернета вещей.
- [6] Рекомендация МСЭ-Т E.164. Международный план нумерации электросвязи общего пользования.

SAVING RESOURCES USING SMART TECHNOLOGIES IN UZBEKISTAN. FEATURES OF NB-IOT TECHNOLOGY

I.N. Tsyrelchuk
*PhD., associate
Professor, adviser
to the rector*

Yu.V. Pisetskiy
*Doctor of technical Sciences,
associate Professor, Dean of the
faculty of information technology*

M. F. Osmanova
*Master student 2
courses*

K. A. Votinov
*Master student 2
courses*

Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Xorazmiy, Republic of Uzbekistan

E-mail: tsyrelchuk@gmail.com

Abstract. Recently, the rule of infinite needs and limited resources has become increasingly relevant. The issue of energy consumption and resource savings is critical for the entire planet. Widespread population and urban growth, as well as climate change, lead to an increase in water and energy use per capita and to an increase in the overall resource deficit worldwide. Of course, the most important method of struggle is to develop a culture of effective consumption among the population. But an important role in this process is played by modern technologies, namely the Internet of things (IOT). The NB-IoT standard was developed by the 3GPP consortium to meet the requirements of operators: IoT services must be transmitted using a transmission technology known as a "low-Power and Wide-Area network" (LPWA) and use the operator's existing infrastructure. From the point of view of versatility, NB-IoT is the most suitable LPWA solution for enterprises of various industries, with which you can connect utility meters, monitoring sensors, object tracking systems and a lot of other devices to the operator's network.

Keywords: NB-IoT standard, automated power control and accounting system (ASC), internet of things, optimization, environmental protection.

УДК 004.42:81'221.2

ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОГО ОБУЧЕНИЯ И ЗАХВАТ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЯЗЫКА ЖЕСТОВ



А.А. Кунцевич
инженер-программист
Rail SkyWay Systems Ltd



Г.В. Кулик
инженер-программист
LemelLabs LLC



М.Е. Житник
инженер-программист
ITechArt Group

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
ЗАО «Струнные технологии», ООО "ЛемелЛабс", ООО «Техартгруп», Республика Беларусь
E-mail: kuntsevichandrey@gmail.com, kulik.dev@gmail.com, m.zhytnik@gmail.com

А.А Кунцевич

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Обучается в магистратуре БГУИР. Работает в Rail SkyWay Systems Ltd в должности инженера-программиста.

Г.В Кулик

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Обучается в магистратуре БГУИР. Работает в LemelLabs LLC в должности инженера-программиста.

М.Е Житник

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Обучается в магистратуре БГУИР. Работает в ITechArt Group в должности инженера-программиста.

Аннотация. В разработке данного приложения преследуется благая цель - помощь в налаживании контакта между людьми использующими язык жестов и людьми говорящими на английском языке. В работе представлены инструменты и методы разработки мобильных приложений с технологиями машинного обучения и захвата изображений, рассматривается создание модели CoreML с помощью Microsoft Custom Vision, интеграция модели в приложение, отправка запросов в модель и обработка результата в реальном времени. В результате был получен прототип приложения, распознающий отдельные буквы языка жестов с точностью более 80% в реальном времени.

Ключевые слова: ARKit, CoreML, Microsoft Custom Vision, NSLinguisticTagger, мобильное приложение, язык жестов, распознавание изображений.

Введение. Согласно лингвистическим принципам, жестовые языки обладают всеми компонентами полноценных языков, собственными морфологическими и синтаксическими структурами и постоянно развиваются.

Жестовые языки практически не зависят от звуковых: например, между амсленом и русским языком жестов немало общего, так как оба основаны на французской сурдопедагогической методике.

Однако, язык жестов для немых, не смотря на свою универсальность, достаточно сложен для понимания обычным человеком. Задумавшись именно об этом мы решили разработать приложение, которое помогло бы убрать языковой барьер между немым человеком и пользователем.

Целью данной работы является создание мобильного приложения для упрощения понимания языка жестов и общения с немыми людьми.

Достаточно простое на первый взгляд приложение имеет под собой достаточно сложную модульную структуру, поэтому было решено разделить процесс разработки на несколько основных этапов:

1. Создание обучающей и тестовой выборки;
2. Обучение модели;
3. Создание графического интерфейса мобильного приложения
4. Получение графических данных
5. Обработка графических данных
6. Форматирование данных после обработки.
7. Вывод результата в графический интерфейс.

Материалы и методы. В На WWDC'17 Apple представила новый фреймворк для работы с технологиями машинного обучения Core ML. На основе него в iOS реализованы собственные продукты Apple: Siri, Camera и QuickType. Core ML позволяет упростить интеграцию машинного обучения [1]. Модели Core ML работают локально и оптимизированы для работы на мобильных устройствах, сводя к минимуму объем используемой памяти и энергопотребление.

Создание Core ML модели происходило с помощью Microsoft Custom Vision.

Для Custom Vision потребовалось не более 60 изображений для обучения распознаванию одного объекта [2].

Обучение модели требовало качественно подготовить исходные данные. Использовались изображения жестов с разных ракурсов, при хорошем и не очень освещении и прочих факторах. Модель используется для инициализации запроса `VNCoreMLRequest`. Запрос использует масштабирование изображения и гарантирует, что оно вписывается в размеры входного параметра для алгоритма. Для получения запросу назначается `classificationCompleteHandler`.

Для захвата изображения используется `CVPixelBuffer`, данные для которого обеспечивает `ARKit`. `ARKit` захватывает пиксельные буферы в плоском формате `YCbCr` полного диапазона (также известном как `YUV`) в соответствии со стандартом `ITU R. 601-4`. В отличие от некоторых применений этого стандарта, `ARKit` захватывает значения цветового пространства полного диапазона [3].

Получив изображения в пиксельный буфер, происходит инициализация объекта `CImage`, который в дальнейшем будем отправлен в `VNImageRequestHandler`.

После обработки изображения, `VNImageRequestHandler` отправляет результат в `classificationCompleteHandler VNCoreMLRequest`, параметрами которого являются `VNRequest` и `Error`. Обработав ошибки, если они возникли, можно приступить к обработке результатов классификации изображений.

`VNRequest` содержит массив объектов `VNObservations`, которые отдадут результат классификации по 26 буквам английского алфавита.

Результат классификации содержит ключ буквы и вероятность соответствия. В дальнейшем приложение сможет запоминать последовательность букв, формируя из них слова, с помощью `NSLinguisticTagger` [4].

На рисунке 1 изображен графический интерфейс мобильного приложения с результатами анализа жеста, соответствующего букве "W" [5].

Графический интерфейс мобильного приложения представляет собой сцену, окно вывода точности распознавания жеста, окно вывода результата обработки.



Рисунок 1. – Графический интерфейс мобильного приложения с результатами анализа жеста, соответствующего букве “W”

Заключение. На основании проделанной работы, были сформированы обучающая и тестовые выборки, обучена модель на основе вышеописанных данных, создано графическое приложение для работы с моделью. Удалось достичь результатов распознавания изображений с точностью свыше 80% на каждый объект.

Список литературы

- [1.] Документация разработчика Apple [Электронный ресурс] Электронные данные. – Режим доступа: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>
- [2] Документация Microsoft Azure [Электронный ресурс] Электронные данные. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/custom-vision-service/>
- [3] Документация разработчика Apple [Электронный ресурс] Электронные данные. – Режим доступа: <https://developer.apple.com/documentation/arkit/>
- [4] Документация разработчика Apple [Электронный ресурс] Электронные данные. – Режим доступа: <https://developer.apple.com/documentation/foundation/nslinguistictagger>
- [5] Алфавит глухонемых [Электронный ресурс] Электронные данные. – Режим доступа: <https://blogs.ucl.ac.uk/library-rnid/2017/07/14/a-manual-alphabet-for-the-deaf-and-dumb-circa-1870s/>

MOBILE APPLICATION FOR GESTURE LANGUAGE RECOGNITION

A.A. Kuntsevich
Software engineer
Rail SkyWay Systems Ltd

G.V. Kulik
Software engineer LemelLabs
LLC

M.E. Zhytnik
Software engineer
Itechart group

*Belarusian State University Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
Rail SkyWay Systems Ltd, LemelLabs LLC, ITechArt Group, Republic of Belarus
E-mail: kuntsevichandreya@gmail.com, kulik.dev@gmail.com, m.zhytnik@gmail.com*

Abstract. The development of this application pursues a good goal - to help establish contact between people using sign language and people who speak English. This project describes and uses tools and methods for developing mobile applications with machine learning and image capture technologies, discusses the creation of a CoreML model using Microsoft Custom Vision, integrating the model into an application, sending requests to the model and processing the result in real time. As a result of our work we got a prototype application that recognizes individual sign language letters with an accuracy of more than 80% in real time.

Key words: ARKit, CoreML, Microsoft Custom Vision, NSLinguisticTagger, mobile application, gesture language, image recognition.

УДК 004.932

ОПЕРАТОРЫ НЕЧЕТКОЙ МОРФОЛОГИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ



А. В. Инютин

Научный сотрудник ОИПИ НАН Беларуси

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск
E-mail: avin@lsi.bas-net.by*

А.В. Инютин

Окончил Белорусский государственный университет транспорта. Научный сотрудник лаборатории идентификации систем ОИПИ НАН Беларуси. Проводит научные исследования в области обработки и распознавания изображений методами математической морфологии.

Аннотация. Представлены операторы нечеткой морфологии для удаления шума с черно-белых изображений топологических объектов. Фильтры, использующие такие операторы, имеют высокое пространственное разрешение (способность разделять близко расположенные элементы на изображении). Показано, что использование фильтров на основе операторов нечеткой морфологии позволяет удалять шум с изображений слоев печатных плат, не изменяя связи между дорожками.

Ключевые слова: топологические изображения, математическая морфология, удаление шума.

Введение. Объект на изображении будет называться топологическим, если рассматривать этот объект с точки зрения связей между его элементами. Для изображений слоев печатных плат топологическими объектами являются дорожки, которые состоят из элементов топологии: проводников, контактных площадок, концевых контактов, экранов и т. д. Для печатной платы топология – это рисунок (чертеж), определяющий форму элементов фотошаблона, их взаимное расположение, геометрические размеры и предельные отклонения размеров. В задачах оптического контроля топологии необходимо локализовать и классифицировать ее дефекты на изображении, в результате чего принимается решение о качестве проверяемой платы.

Для повышения качества контроля с изображения необходимо удалить шум, обусловленный процессами, происходящими в матрице ПЗС датчика, а также пылью и другими загрязнениями объекта съемки. При этом необходимо не допустить появления коротких замыканий и обрывов в процессе работы фильтра. Фильтры для удаления шума могут быть различными: использующими трансформацию в частотной области после Фурье или вэйвлет-преобразования; семантическими; основанными на сканировании изображения окном маски (медианными, морфологическими и т. п.) [1].

Использование морфологических фильтров, которые имеют такие параметры, как размер и форма структурирующего элемента (СЭ), позволяет более гибко управлять процессом удаления шума с изображения. Мягкий морфологический фильтр [2] имеет дополнительный параметр – порог фильтрации, а также обладает возможностью многократного его применения с минимальным СЭ, что дает дополнительную вариативность его применения. В докладе предложена модификация фильтра, заключающаяся в замене

операторов мягкой математической морфологии на операторы, основанные на использовании нечеткой функции принадлежности.

На сегодняшний день не существует однозначного определения операторов нечеткой математической морфологии [3–7], основанных на понятии нечетких множеств [8]. В источниках [3–7] нечеткая функция принадлежности, как правило, определяется как функция яркости пикселей изображения $\mu_{\tilde{A}}(x) = f_A(x)$.

В качестве нечеткой функции принадлежности предлагается использовать отношения мощностей множеств n_{fit} и n_{unfit} :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = |n_{fit}| / |n_{unfit}|, \forall x \in \tilde{A},$$

где

$n_{fit} = \{\overline{a_i \wedge b_i}\}$ – множество ненулевых пикселей на изображении в границах используемого СЭ, совпавших по значению с ненулевыми пикселями СЭ;

$n_{unfit} = \{a_i \wedge b_i\}$ – множество пикселей на изображении в границах используемого СЭ, значения которых не совпали со значениями соответствующих пикселей СЭ.

Для работы с бинарными изображениями предлагается использовать следующие операторы нечеткой математической морфологии:

$$FuzzyErode(A, B, t) = \left\{ \begin{array}{l} |n_{fit}| + t \leq |n_{unfit}| \rightarrow a = 0, \\ |n_{fit}| + t > |n_{unfit}| \rightarrow a = 1, \end{array} \right. \quad a \in A \quad (1)$$

$$FuzzyDilate(A, B, t) = \left\{ \begin{array}{l} |n_{fit}| + t \leq |n_{unfit}| \rightarrow a = 1, \\ |n_{fit}| + t > |n_{unfit}| \rightarrow a = 0, \end{array} \right. \quad a \in A \quad (2)$$

где t – порог подобия, A – черно-белое изображение, B – структурирующий элемент. Нечеткость операторов (1) и (2) определяется нечеткой степенью подобия СЭ элемента изображению.

Фазификация производится на этапе вычисления функции принадлежности как отношения мощностей множеств n_{fit} и n_{unfit} . Дефазификация осуществляется при определении значения пикселя исходя из значения его функции принадлежности.

Особенностью операторов (1) и (2) является определение значения для каждого пикселя изображения только один раз на основе вычислений в маске СЭ, что обеспечивает фильтру высокое пространственное разрешение, т. е. способность разделять близко расположенные элементы на изображении. Использование порога подобия позволяет варьировать степень влияния на результат даже минимального СЭ.

Было проведено исследование и сравнение результатов работы фильтров, которые используют морфологические отмыкание, замыкание, последовательные фильтры OpenClose и CloseOpen с СЭ в виде квадрата и ромба размерами от 2×2 до 5×5 пикселей, а также аналогичные операции нечеткой морфологии, в том числе нечеткая эрозия и дилатация, которые при определенных параметрах могут удалять шум с изображения без искажения размеров. Значение порога подобия задавалось в интервале от одного пикселя до половины числа пикселей СЭ, количество итераций фильтра – от одной до трех.

В качестве исходных данных использовался набор из трех изображений печатных плат размером от 640×480 до 1280×960 пикселей с различной минимальной шириной дорожки и синтезированным шумом. На всех изображениях присутствовали обрывы и короткие замыкания различного размера (с минимальной шириной дефекта от одного до трех пикселей). После фильтрации вычислялось количество обрывов и коротких замыканий,

которые образовались в процессе работы фильтра.

В таблице приведен список некоторых из исследованных фильтров, отсортированных по интегральному критерию качества k , а также представлены: коэффициенты $k_{шум}$ – среднее отношение площади шума на изображении S_{noise} , оставшегося после применения фильтра, к площади изображения S_{img} для всего набора тестовых изображений; k_1 – значение $k_{шум}$ с учетом вычислительной сложности фильтра $k_1 = k_{шум} * i * d$, где i – количество итераций фильтра; d – условная оценка его вычислительной сложности, равная произведению высоты и ширины СЭ (или их сумме для квадратных СЭ в операциях классической математической морфологии); k_2 – количество привнесенных обрывов и замыканий. Чем меньше значение k , тем лучше и быстрее фильтр удаляет шум с изображения с минимальным количеством привносимых искажений топологии.

Таблица 1. – Оценка эффективности исследованных фильтров

№	Тип фильтра	Форма СЭ	Размер СЭ	Порог подобия	i	$k_{шум}$	k_1	k_2	$k_{сум}$
1	FuzzyErode	ромб	3	2	1	0,0074	0,067	0	0,067
2	FuzzyDilate	ромб	3	2	1	0,0074	0,067	0	0,067
3	FuzzyOpen	ромб	3	2	1	0,0061	0,109	0	0,109
4	FuzzyErode	ромб	3	2	2	0,0062	0,112	0	0,112
5	FuzzyClose	ромб	3	2	1	0,0062	0,112	0	0,112
19	FuzzyErode	квадрат	3	4	1	0,0069	0,062	3	3,062
20	FuzzyDilate	квадрат	3	4	1	0,0069	0,062	3	3,062
21	FuzzyOpenClose	квадрат	3	3	1	0,0070	0,252	4	4,252
45	CloseOpen	квадрат	2	0	1	0,0066	0,105	6	6,105
54	OpenClose	квадрат	2	0	1	0,0067	0,106	9	9,106
62	FuzzyOpenClose	ромб	3	1	2	0,0040	0,289	12	12,289
63	FuzzyOpenClose	ромб	3	1	3	0,0040	0,434	12	12,434
64	FuzzyErode	ромб	3	4	2	0,1735	3,122	11	14,122
65	Close	квадрат	2	0	1	0,0090	0,072	15	15,072
75	Open	квадрат	2	0	1	0,0133	0,107	18	18,107
162	Open	квадрат	4	0	1	0,0223	0,356	277	277,356
163	Close	квадрат	4	0	1	0,0186	0,297	297	297,297
164	Open	квадрат	5	0	1	0,0356	0,713	309	309,713
165	Open	ромб	5	0	1	0,0254	1,271	372	373,271
166	Close	квадрат	5	0	1	0,0378	0,756	403	403,756
167	FuzzyDilate	квадрат	3	1	3	0,2208	5,962	460	465,962
168	FuzzyErode	ромб	3	4	3	0,2564	6,924	751	757,924

Фильтры № 62 и 63, лучшие по шумоподавлению, приводят к появлению 12 обрывов и коротких замыканий. Фильтр № 19 имеет лучшее шумоподавление с учетом вычислительной сложности, но тоже приводит к искажению связей между дорожками печатной платы.

Заключение. Фильтры на основе предложенных операторов удаляют шум с изображений слоев печатных плат, не изменяя связи между дорожками, и могут применяться для обработки изображения слоев интегральных микросхем, элементами топологии которых будут проводники и контактные окна.

Дальнейшая разработка операторов нечеткой математической морфологии для удаления шума с черно-белых изображений топологических объектов позволит создать набор алгоритмов для обработки бинарных, полутоновых и цветных изображений.

Список литературы

- [1] Гонсалес, Р. Мир цифровой обработки. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 660 с.
- [2] Инютин, А. В. Фильтрация изображений с использованием операций мягкой морфологии / А. В. Инютин // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 217–228.
- [3] Bloch, I. Fuzzy mathematical morphologies: A comparative / I. Bloch, H. Maitre // Pattern Recognition. – 1995. – Vol. 28, № 9. – P. 1341–1387.
- [4] De Baets, B. The fundamentals of fuzzy mathematical morphology : Part 1 / B. de Baets, E. E. Kerre, M. M. Gupta // Intern. J. of General Systems. – 1995. – № 23. – P. 155–171.
- [5] Kitainik, L. Fuzzy Decision Procedures with Binary Relations / L. Kitainik. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1993. – P. 255.
- [6] Nachtegaele, M. Connections between binary, gray-scale and fuzzy mathematical morphologies / M. Nachtegaele, E. E. Kerre // Fuzzy Sets and Systems. – 2001. – Vol. 124, № 1. – P. 73–85.
- [7] Sinha, D. Fuzzy mathematical morphology / D. Sinha, E. R. Dougherty // J. of Visual Communication and Image Representation. – 1992. – Vol. 3, № 3. – P. 286–302.
- [8] Zadeh, L. Fuzzy sets / L. Zadeh // Information and Control. – 1965. – № 8. – P. 338–352.

FUZZY MORPHOLOGICAL OPERATORS FOR PROCESSING LAYOUT IMAGES

Alexander INYUTIN

Researcher of the UIIP NAS of Belarus

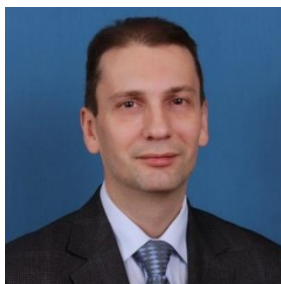
*United Institute of Informatics Problem, National Academy of Science of Belarus
E-mail: avin@lsi.bas-net.by*

Abstract. Operators of fuzzy morphology are presented to remove noise from black-and-white images of topological objects. The filters that use these operators have a high spatial resolution, i.e. the ability to separate the closely spaced elements in the image. Filters based on fuzzy morphology operators remove noise from images of layers of circuit boards without distorting the links between tracks.

Keywords: mathematical morphology, noise reduction, layout, image.

УДК 339.138: 004.738.5

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ: МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ



А.В. Александров

*Заведующий кафедрой маркетинга и менеджмента
Белорусско-Российского университета,
кандидат экономических наук, доцент*

*Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь
e-mail: alexandrov@bru.by*

А.В. Александров

Окончил Могилевский машиностроительный институт по специальности «Коммерческая деятельность, аспирантуру Белорусского государственного экономического университета. В 2002 году защитил кандидатскую диссертацию по специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством». С 1997 года работает в Белорусско-Российском университете (бывший Могилевский машиностроительный институт, Могилевский государственный технический университет), с 2003 года – в должности заведующего кафедрой. Имеет более 110 научных и учебно-методических трудов.

Аннотация. В статье рассматриваются мировые тенденции и особенности поведения потребителей в сети интернет, использования социальных платформ, осуществления онлайн-покупок. Анализ данных преимущественно охватывает период 2018-2020 гг. и выполнен в региональном разрезе. Результаты могут быть использованы при разработке маркетинговых стратегий продвижения товаров и услуг с использованием интернет-технологий.

Ключевые слова: интернет, интернет-пользователь, мобильный интернет, социальные медиа, электронная коммерция, тенденции, регионы мира, маркетинг.

Стремительное развитие информационных технологий неизбежно переводит значительную часть активности человека в интернет-пространство. Объем информации, передаваемой (получаемой) через различные информационно-коммуникационные каналы, растет в геометрической прогрессии. Сегодня интернет все больше используется не только для проведения досуга, но и в прикладных целях – потребители здесь ищут информацию о товарах (услугах) и совершают покупки, а производители и продавцы продвигают свою продукцию и взаимодействуют с потенциальными и реальными покупателями. Поэтому понимание особенностей использования интернет-технологий потребителями и их поведения онлайн является важным условием разработки успешного коммерческого предложения организации в современных условиях.

Сбором такой информации занимается большое количество различных субъектов – агентства маркетинговых исследований, интернет-компании и социальные сети, правительственные и общественные организации, средства массовой информации и т. п. Одной из таких организаций является компания «Кепиос» (Kepios Pte. Ltd), которая обобщает данные, полученные из различных источников, и публикует открытые отчеты на портале DataReportal [1].

На основании размещенных на указанном портале за последние три года данных о состоянии глобального цифрового рынка [2-4] проведен анализ тенденций использования интернета, социальных платформ и других электронных площадок в мировом масштабе.

Использование интернета

Общее число интернет-пользователей в мире в 2020 г.⁵ достигло 4,5 млрд человек (рисунок 1), что составляет 59 % всего населения.

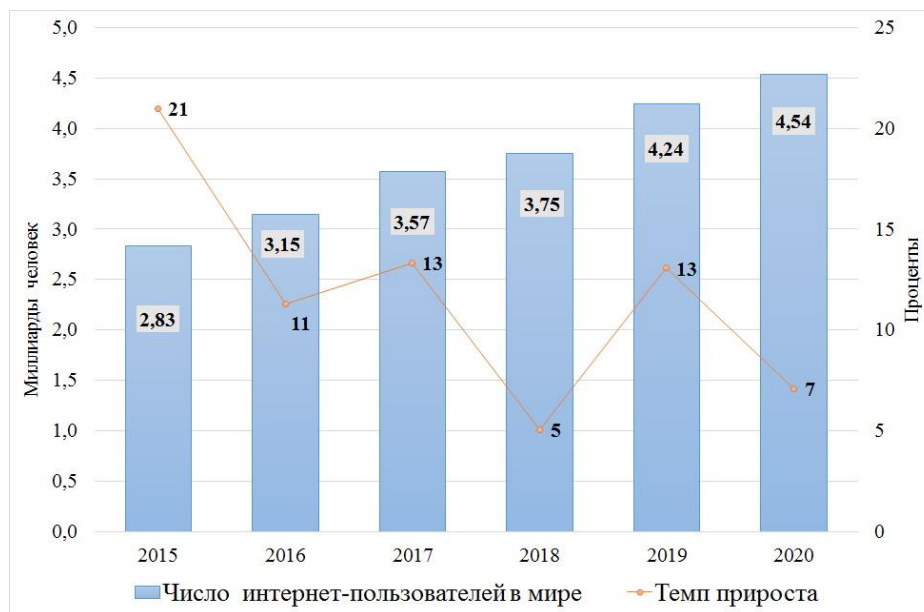


Рисунок 1. – Динамика числа интернет-пользователей в мире

Средний темп прироста числа интернет-пользователей за рассматриваемый период составил 10,7 %; при этом наблюдается его замедление в последние три года. Однако можно утверждать, что тенденция роста числа пользователей сети интернет сохранится в ближайшие будущее, поскольку данной технологией охвачено менее 2/3 населения земного шара.

В территориальном разрезе более половины интернет-пользователей (2,42 млрд человек) сосредоточены в Азиатско-Тихоокеанском регионе (рисунок 2), что обусловлено большой численностью населения соответствующих стран. Следовательно, данный регион предоставляет значительные рыночные возможности для международных компаний. Европа по числу интернет-пользователей занимает лишь третье место, незначительно уступая странам Америки.

Однако по уровню распространения интернета среди населения лидирует Европа (около 85 %), существенно опережая все остальные регионы (таблица 1).

Следует отметить, что только в Азиатско-Тихоокеанском регионе наблюдается последовательное увеличение удельного веса интернет-пользователей в общей численности населения в рассматриваемом периоде, в остальных же регионах в 2020 г. наблюдается незначительное снижение данного показателя. По-видимому, это объясняется достижением некоторого предела в виде наличия социальных групп населения, которые в силу своего экономического положения не могут пользоваться услугами интернета при нынешней стоимости, прежде всего, требуемого оборудования.

В наименьшей степени охвачены сетью интернет жители Африки (треть населения) и Азиатско-Тихоокеанского региона (чуть более половины). В то же время, указанные регионы, а также Ближний Восток демонстрируют значительные темпы прироста количества

⁵ Здесь и далее – по состоянию на январь соответствующего года, если не оговорено иное.

интернет-пользователей в 2018-2020 гг., что обусловлено ростом численности населения в этих странах. Соответственно, данные регионы являются перспективными для онлайн-продвижения и продажи товаров и услуг.

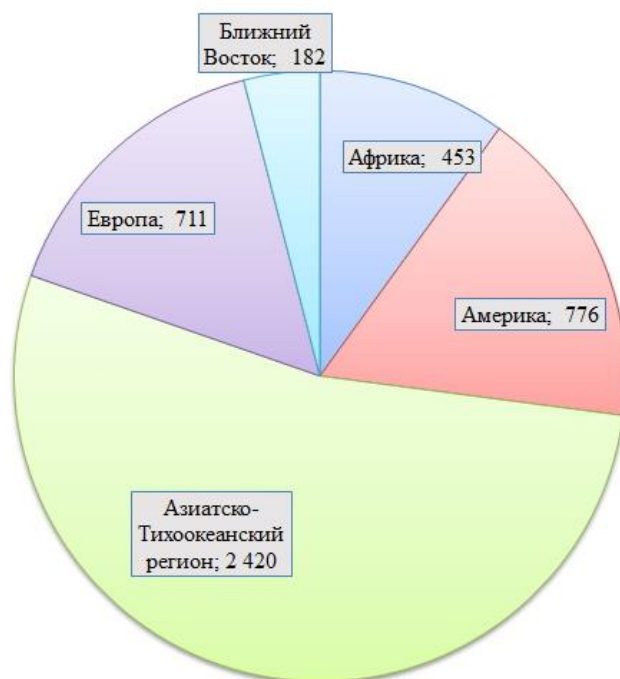


Рисунок 2. –Число интернет-пользователей в региональном разрезе в 2020 г., млн чел.

Таблица 1. Динамика интернет-пользователей в региональном разрезе

Регион	Число интернет-пользователей в процентах к населению, %			Темп прироста числа интернет-пользователей по сравнению с предыдущим годом, %		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Африка	34	36	34	20	8,7	10
Америка	73	78	76	3	7,7	2,3
Азиатско-Тихоокеанский регион	48	52	56	5	10	9,2
Европа	80	86	84	6	7,6	1,6
Ближний Восток	65	71	70	11	11	14

Более подробная информация о возможном росте количества пользователей сети интернет представлена в таблице 2.

Наибольшим потенциалом увеличения числа интернет-пользователей обладают страны Южной Азии (более 1 млрд человек или 52 % численности населения), одновременно демонстрирующие высокие темпы прироста их количества за последний год (20 %). Кроме того, международным компаниям следует обратить внимание на такие регионы, как Восточная и Центральная Африка, где интернетом пользуется менее четверти всего населения (суммарный потенциал – почти 0,5 млрд человек). Очевидно также, что экономически наиболее развитые страны (Западная и Северная Европа) практически исчерпали возможности роста количества интернет-пользователей.

Таблица 2. – Потенциал роста пользователей сети интернет

Регион	Количество человек, не подключенных к сети интернет в 2020 г.		Справочно: темп прироста числа интернет-пользователей относительно 2019 г., %
	млн чел.	в процентах к населению, %	
Южная Азия	1012	52	20
Восточная Азия	625	37	2,2
Восточная Африка	339	77	7,8
Западная Африка	252	64	4,5
Юго-Восточная Азия	229	34	8,2
Центральная Африка	138	78	40
Южная Америка	121	28	3,7
Северная Африка	115	47	14
Западная Азия	78	28	11
Восточная Европа	65	22	1
Центральная Америка	60	34	1,5
Северная Америка	44	12	0,9
Центральная Азия	34	46	6,3
Южная Африка	27	40	3,2
Южная Европа	25	17	3,1
Страны Карибского бассейна	17	40	8,5
Западная Европа	16	8	0,7
Австралия и Океания	13	30	2,1
Северная Европа	5	5	0,6

Среднее время, которое пользователь проводит в сети интернет в день, незначительно превышает четверть суток (рисунок 3).

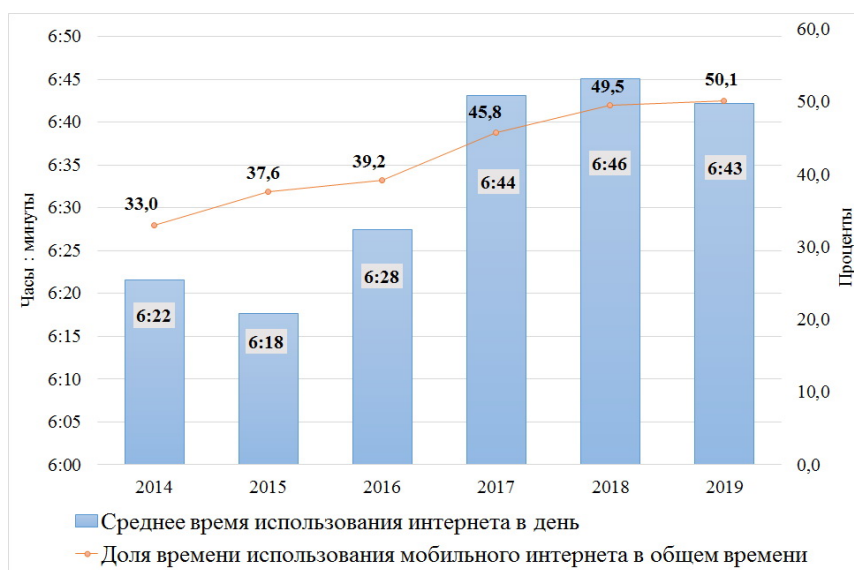


Рисунок 3. – Среднее время использования интернета в день пользователями в возрасте от 16 до 64 лет (по данным за 3 квартала соответствующего года)

Причем на данном уровне достигнута относительная стабилизация – за 2014-2019 гг. размах вариации рассматриваемого показателя составляет всего 28 минут, в том числе за последние два года отклонения не превышают трех минут. Дальнейший существенный рост среднечасового времени использования интернета вряд ли возможен, что обусловлено распорядком жизни человека (необходимость сна и выполнения трудовых обязанностей).

Следует отметить постоянный рост среднего времени использования мобильного интернета, которое в 2019 г. составило 3 часа 22 минут за день. Данная тенденция объясняется увеличением доступности соответствующих услуг, как с технической, так и с экономической точки зрения. В настоящее время доля пользователей мобильного интернета составляет 92 % от общего числа интернет-пользователей (в том числе 91 % – с использованием смартфонов), доля мобильного трафика – 53,3 % (прирост за 5 лет – 21,5 п. п.). Поэтому адаптация сайтов и их контента под мобильные устройства является обязательным условием успешной деятельности любого хозяйствующего субъекта в сети интернет.

Особый интерес представляет изучение поведения пользователей в сети интернет, поскольку это позволит правильно определить способы и инструменты коммуникационного воздействия на них. В таблице 3 представлены отдельные виды интернет-активности пользователей.

Таблица 3. – Действия пользователей в сети интернет (по данным за 3 квартала соответствующего года)

Действие	Доля интернет-пользователей в возрасте 16-64 лет, совершающих действие ежемесячно, %	
	2019	2020
Просмотр видео онлайн	92	90
Просмотр влогов	н/д	51
Просмотр телевидения онлайн	58	67
Прослушивание музыки онлайн	н/д	70
Прослушивание радио онлайн	н/д	47
Прослушивание подкастов	н/д	41
Онлайн-игры	30	25
Просмотр онлайн-игры, в которые играют другие	23	20
Просмотр турниров по киберспорту	16	14

Наиболее распространенными способами времяпровождения в сети интернет являются просмотр видео (не менее 90 % пользователей ежемесячно) и прослушивание музыки (70 %). Существенно увеличилась доля тех, кто смотрит телевидение онлайн (67 %), что позволяет говорить об успешной адаптации этого традиционного средства массовой информации к новым цифровым реалиям. В то же время, радио слушают онлайн менее половины интернет-пользователей, что может быть объяснено конкуренцией со стороны музыкальных стриминговых сервисов, а также доступностью радиостанций офлайн. Необходимо также отметить снижение интереса у пользователей к онлайн-играм и всему, что с ними связано. С другой стороны, специалистам по продвижению следует обратить внимание на такие каналы взаимодействия с потребителями, как влоги и подкасты.

Социальные платформы (сети и мессенджеры)

Как и в случае интернет-пользователей, число активных пользователей социальных платформ на протяжении 2015-2020 гг. увеличивается существенными темпами (среднегодовой прирост – 11,2 %) и в 2020 г. составляет 3,8 млрд человек (рисунок 4). Таким

образом, социальными сетями и мессенджерами охвачены:

- 49 % мирового населения;
- 83,7 % всех пользователей сети интернет.

В таблице 4 представлена соответствующая информация в региональном разрезе.

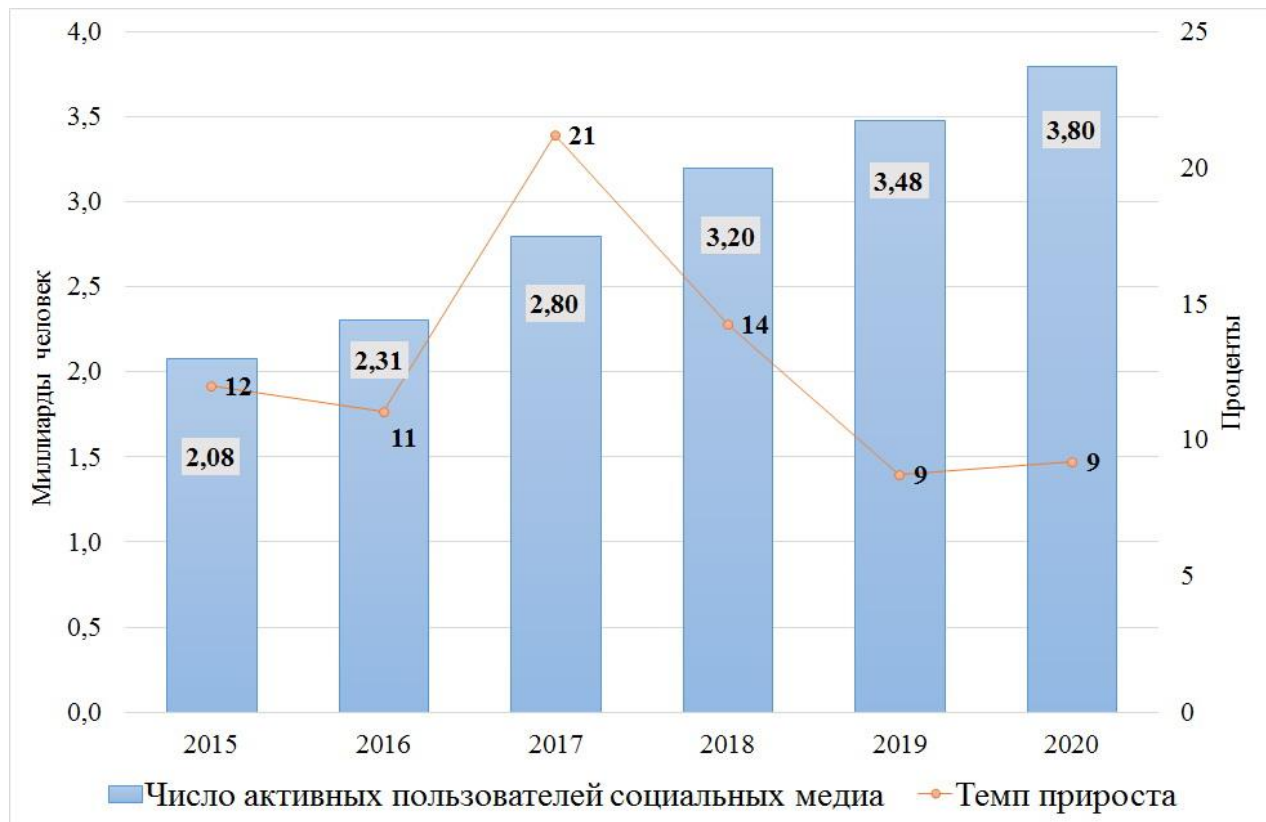


Рисунок 4. – Динамика числа активных пользователей социальных медиа в мире

Таблица 4. – Динамика активных пользователей социальных медиа в региональном разрезе

Регион	Число активных пользователей социальных медиа					
	в процентах к населению, %			в процентах к числу интернет-пользователей, %		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Африка	15	17	16	44,1	47,2	47,1
Америка	64	66	67	87,7	84,6	88,2
Азиатско-Тихоокеанский регион	42	47	50	87,5	90,4	89,3
Европа	53	55	55	66,3	64,0	65,5
Ближний Восток	52	53	48	80,0	74,6	68,6

В наибольшей степени социальными медиа охвачены жители Америки (более двух третей населения), в наименьшей – Африки (16 %); в остальных регионах данный показатель в целом соответствует среднемировому уровню. В динамике последовательный рост данного показателя наблюдается в странах Азиатско-Тихоокеанский региона (+ 8 п. п. за два года). В других регионах изменения доли охвата населения социальными медиа минимальны, за исключением Ближнего Востока, где наблюдается резкое снижение ее уровня за последний год (-5 п. п.). Это, по-видимому, объясняется влиянием происходящих в этом регионе политических событий (протестное движение и усиление контроля социальных сетей со стороны властей).

Что касается степени охвата социальными медиа интернет-пользователей, то лидирующие позиции занимают страны Америки и Азиатско-Тихоокеанский региона (около 90 %), тогда как Европа занимает лишь предпоследнее место (65,5 %). Последний факт может быть объяснен отсутствием в отчетах аналитиков DataReportal (из-за недоступности соответствующих источников информации) данных о социальной сети ВКонтакте, которой охвачено большинство жителей России и стран СНГ. В динамике рассматриваемого показателя наблюдались незначительные колебания за два года, кроме стран Ближнего Востока, в которых доля интернет-пользователей, активно вовлеченных в социальные медиа, существенно уменьшилась – с 80 до 68,6 % (возможные причины изложены выше).

Более подробная характеристика пользователей социальных платформ в региональном разрезе представлена в таблице 5.

Таблица 5. – Характеристика активных пользователей социальных медиа в региональном разрезе в 2020 г.

Регион	Темп прироста числа пользователей (апрель 2019 г.- январь 2020 г.), %	Число пользователей в процентах ко всему населению, %	Число пользователей в процентах к населению старше 13 лет, %	Удельный вес, %	
				женщин	мужчин
Северная Америка	3,1	69	82	52	48
Центральная Америка	6,8	64	84	50	50
Страны Карибского бассейна	11	51	64	51	49
Южная Америка	8	67	83	52	48
Северная Европа	3,3	67	79	53	47
Восточная Европа	3,1	49	57	54	46
Западная Европа	5,8	54	62	49	51
Южная Европа	5,1	52	66	49	51
Центральная Азия	31	22	30	47	53
Восточная Азия	1,7	71	84	48	52
Западная Азия	6,5	56	74	35	65
Южная Азия	38	27	36	24	76
Юго-Восточная Азия	7,7	63	80	48	52
Океания	4,9	57	71	52	48
Северная Африка	9,6	39	55	37	63
Западная Африка	12	13	21	36	64
Центральная Африка	18	6	10	39	61
Восточная Африка	12	8	13	39	61
Южная Африка	18	36	49	50	50

Наибольшие темпы прироста числа активных пользователей социальных платформ наблюдаются в странах Южной и Центральной Азии (соответственно 38 и 31 %), наименьший – в странах Восточной Азии (1,7 %). Очевидна отрицательная корреляция между данным показателем и степенью охвата всего населения социальными медиа – как правило, регионы со степенью охвата менее 50 % демонстрируют двузначные темпы прироста (кроме Восточной Европы – о причинах см. выше), а при охвате более двух третей населения прирост не превышает 5 % (за исключением стран Южной Америки – 8 %).

Что касается степени охвата всего населения социальными медиа, то лидерами являются такие регионы, как Восточная Азия, Северная Америка, Южная Америка и Северная

Европа (активно вовлечены более 2/3 населения), аутсайдерами – Центральная Азия, Западная Африка, Восточная Африка, Центральная Африка (менее четверти населения). В то же время, в последних регионах имеется значительный потенциал роста пользователей социальных медиа.

Однако более корректным является изучение степени охвата населения социальными платформами в отношении не всех жителей (любого возраста), а только тех, кому исполнилось 13 и более лет, поскольку такой возрастной порог, как правило, определен как минимальный для регистрации в социальных сетях и мессенджерах (правомочная аудитория). Очевидно, что значения данного показателя выше предыдущего – в девяти регионах число активных пользователей социальных медиа превышает две трети правомочной аудитории, причем в пяти из них – 80 % (Восточная Азия, Центральная Америка, Южная Америка, Северная Америка, Юго-Восточная Азия). Следует отметить, что по данному показателю страны Северной Европы уже не входят в число лидеров, что связано с относительно малой долей детей и подростков в общей численности населения. Наибольшая же относительная разница между двумя рассматриваемыми удельными показателями (более 1,6 раза) наблюдается в таких регионах, как Центральная Африка, Восточная Африка, Западная Африка, что позволяет охарактеризовать их население как достаточно юное, а сами страны – как перспективные рынки для охвата социальными платформами.

С гендерных позиций в мировом масштабе пользователи социальных медиа распределены следующим образом: женщины – 45 %, мужчины – 55 %. Наибольший вклад в такое различие вносят страны всех регионов Африки (доля женщин составляет 36-39 %), а также Западной и многонаселенной Южной Азии (соответственно, 35 и всего 24 %), что объясняется культурными и социальными традициями. В остальных регионах гендерная разница составляет не более 8 п. п., причем количество регионов с преобладанием женщин среди пользователей социальных медиа (5) больше, чем с преобладанием мужчин (4). Наибольшее число женщин-пользователей наблюдается в Восточной Европе (54 %), абсолютное гендерное равенство зафиксировано в Центральной Америке и Южной Африке.

Очевидно, что описанные региональные различия необходимо учитывать SMM-специалистам, по крайней мере, в ближайшие годы.

Поведение пользователей медиаплатформ в возрасте 16-64 лет характеризуется следующими показателями в 2020 г.:

- 99 % получают доступ к социальным медиа посредством мобильного телефона;
- 97 % заходили или использовали медиаплатформы за последний месяц;
- 87 % активно использовали социальные медиа за последний месяц;
- 2 часа 24 минуты в день затрачивается в среднем на пользование социальными платформами, что составляет 36 % от общего времени использования интернета (с учетом преимущественного использования для этих целей мобильных телефонов 76 % времени использования мобильного интернета приходится на социальные сети и мессенджеры);
- 8,6 аккаунтов приходится в среднем на одного интернет-пользователя;
- 43 % интернет-пользователей используют социальные медиа в рабочих целях.

Все это свидетельствует о том, что медиаплатформы прочно вошли в повседневную жизнь людей и должны использоваться как эффективное средство коммуникации с потребителями и воздействия на них.

В таблице 6 представлена информация о наиболее популярных социальных медиа.

Таблица 6. – Наиболее популярные в мире социальные медиа по числу активных пользователей за месяц, активных аккаунтов, рекламной аудитории или уникальным посетителям за месяц (в миллионах)

Социальная платформа	2018	2019	2020	Темп прироста, %	
				2019/2018	2020/2019
Facebook	2167	2271	2449	4,8	7,8
Youtube	1500	1900	2000	26,7	5,3
Whatsapp	1300	1500	1600	15,4	6,7
FB Messenger	1300	1300	1300	0,0	0,0
Weixin / WeChat	980	1083	1151	10,5	6,3
Instagram	800	1000	1000	25,0	0,0
Douyin / TikTok	н/д	500	800	–	60,0
QQ	843	803	731	-4,7	-9,0
Qzone	568	531	517	-6,5	-2,6
Sina Weibo	376	446	497	18,6	11,4
Reddit	250	330	430	32,0	30,3
Snapchat	255	287	382	12,5	33,1
Twitter	330	326	340	-1,2	4,3
Pinterest	200	250	322	25,0	28,8

На первых четырех позициях предсказуемо находятся медиаплатформы транснациональной корпорации Google, развитие которых осуществляется уже длительное время. Однако в последние годы существенную конкуренцию им начинают оказывать китайские социальные медиа. Так, мессенджер Weixin / WeChat по количественным показателям почти сравнялся с FB Messenger, демонстрируя лучшие темпы роста; видеохостинг Douyin / TikTok за два года функционирования вошел в семерку наиболее популярных социальных медиа с приростом количественных показателей на 60 % за последний год. С другой стороны, ряд китайских медиаплатформ (QQ, Qzone) теряют своих пользователей, что обусловлено распространением вышеназванных медиа. Следует отметить также высокие темпы развития новых неазиатских платформ (Reddit, Snapchat, Pinterest), что может трактоваться как протест потребителей против монополизма Google.

С коммерческой точки зрения помимо популярности различных социальных платформ представляет интерес характеристика их рекламных аудиторий (таблица 7).

Таблица 7. – Характеристика рекламных аудиторий наиболее распространенных социальных медиа

Показатель	2019	2020
FACEBOOK		
Число пользователей, которые могут быть охвачены рекламой, млн чел.	2121	1950
в процентах к численности населения старше 13 лет	35,0	32,0
Удельный вес, %:		
женщин	43	44
мужчин	57	56
INSTAGRAM		
Число пользователей, которые могут быть охвачены рекламой, млн чел.	894,9	928,5
в процентах к численности населения старше 13 лет	15,0	15,0
Удельный вес, %:		
женщин	50,3	50,9
мужчин	49,7	49,1

Продолжение таблицы 7

Показатель	2019	2020
LINKEDIN		
Число пользователей, которые могут быть охвачены рекламой, млн чел.	604,4	663,3
в процентах к численности населения старше 18 лет	11,0	12,0
Удельный вес, %:		
женщин	44	43
мужчин	56	57
SNAPCHAT		
Число пользователей, которые могут быть охвачены рекламой, млн чел.	306,5	381,5
в процентах к численности населения старше 18 лет	5,1	6,3
Удельный вес, %:		
женщин	60*	61*
мужчин	38*	38*
TWITTER		
Число пользователей, которые могут быть охвачены рекламой, млн чел.	250,8	339,6
в процентах к численности населения старше 13 лет	3,6	5,6
Удельный вес, %:		
женщин	34,5	38
мужчин	65,5	62
*Примечание – SNAPCHAT публикует данные о гендерном составе своей рекламной аудитории только как «женщины» и «мужчины», но их суммарный удельный вес не равен 100 %.		

Лидером рекламного рынка социальных медиа ожидаемо является Facebook с охватом около трети мирового населения старше 13 лет, остальные платформы существенно уступают. В то же время, следует отметить снижение рекламной аудитории Facebook в 2020 г. на 171 млн человек, тогда как «конкуренты» демонстрируют рост. В наибольшей степени свое присутствие на данном рынке увеличили Twitter (+35 %) и Snapchat (+25 %).

Сравнивая данные таблиц 7 и 6, можно сделать вывод о том, что рекламная аудитория Facebook значительно уступает заявленному числу активных пользователей (более чем на 20 % в 2020 г.), несколько меньшая разница наблюдается у Instagram (7 %). Для Snapchat и Twitter количество активных пользователей и пользователей, которые могут быть охвачены рекламой, практически совпадают.

Соотношение мужчин и женщин среди рекламных аудиторий Facebook и LinkedIn практически совпадают со среднемировым соотношением пользователей социальных медиа (женщины – 45 %, мужчины – 55 %). Значительное преобладание мужской аудитории над женской наблюдается в Twitter (62 % против 38 % соответственно). Этот факт объясняется изначальным позиционированием данной медиаплатформы как ресурса, позволяющего узнать информацию о «главных новостях, развлечениях, спорте и политике», что в значительно большей степени интересует мужчин в силу культурных и социальных традиций общества.

В то же время, гендерная разница между пользователями Twitter существенно сократилась за последний год (с 31 до 24 п. п.). Обратная ситуация характерна для рекламной аудитории Snapchat – доля женщин составляет 61 %, что также обусловлено первоначальной целевой направленностью платформы (быстрый обмен фотографиями). С другой стороны, необходимо отметить отсутствие различий в гендерном составе пользователей Instagram, что может быть объяснено другой технологией обмена медиафайлами.

Электронная коммерция

В 2019 г. мировой рынок электронной торговли потребительскими товарами и

услугами характеризовался следующими ключевыми показателями. Объем рынка составил 3,43 трлн долларов США, что на 18 % больше предыдущего года. Доля электронной торговли в общем объеме розничных продаж достигла 16 %, при этом половина из этих транзакций осуществляется посредством мобильных устройств. Годовой продажи в расчете на одного потребителя – 2 594 доллара США. Все это свидетельствует о существенном потенциале данного канала распределения продукции.

Развитие электронной коммерции невозможно без использования потребителями соответствующих финансовых инструментов и технологий (таблица 8).

Таблица 8. – Финансовые факторы электронной коммерции

Показатель	2018	2019	2020
Удельный вес в населении старше 15 лет, %			
владельцев банковских счетов	62	69	67,1
владельцев кредитных карт	18	18	18,4
женщины	16	17	17
мужчины	19	20	19,9
лиц, имеющих счета мобильных денег	2	4,4	4,4
лиц, совершающих онлайн-транзакции	17	29	29
женщины	16	28	27,7
мужчины	17	30	30,3

Простейшую возможность совершать безналичные расчеты дает потребителю наличие банковского дебетового (расчетного) счета. Охват платежеспособного рынка данным финансовым инструментом довольно высок – около 2/3 населения. Кроме того, потенциальный спрос увеличивают кредитные карты, которые позволяют совершать покупки при недостаточности собственных финансовых средств. Ими владеет почти каждый пятый житель земли в возрасте старше 15 лет. При этом наблюдаются незначительные различия в уровне данного показателя по гендерному признаку (доля мужчин больше), что объясняется сложившимися социальными устоями общества. Относительно новый финансовый инструмент – мобильные деньги и соответствующие платежи – распространен пока не столь широко. В конечном итоге, почти 30 % платежеспособного населения совершают онлайн-транзакции, причем с тем же гендерными различиями, которые описаны выше.

Что касается динамики рассмотренных показателей, то после заметного роста к началу 2019 г. большинства из них в дальнейшем произошла стабилизация, а доля владельцев банковских счетов даже снизилась. В то же время, поскольку представленные показатели являются удельными, а численность населения в мире ежегодно увеличивается, то можно утверждать о продолжении абсолютного роста сегмента электронной торговли.

Основные действия, которые совершают потребители в сфере электронной коммерции, представлены на рисунке 5.

Подавляющее большинство интернет-пользователей используют сеть для получения информации о товарах и услугах, как путем простого поиска (80 %), так и посредством изучения ассортимента интернет-магазинов (90 %). В данном случае преимущества для потребителей очевидны – экономия времени, снижение транспортных расходов на поездки в различные точки продаж, а также получение подробной информации о продукции, в том числе посредством изучения фото- и видеоматериалов, отзывов о ней других покупателей. Поэтому большую роль сегодня играет контент соответствующих сайтов, наличие обратной связи, а также возможности совершить покупку онлайн, ведь почти 3/4 интернет-пользователей совершают такое действие хотя бы раз в месяц. Следует отметить, что каждый второй пользователь осуществляет покупки с использованием мобильного устройства. Это означает,

что наличие полнофункциональных мобильных версий соответствующих сайтов будет способствовать привлечению онлайн-покупателей и увеличению продаж.

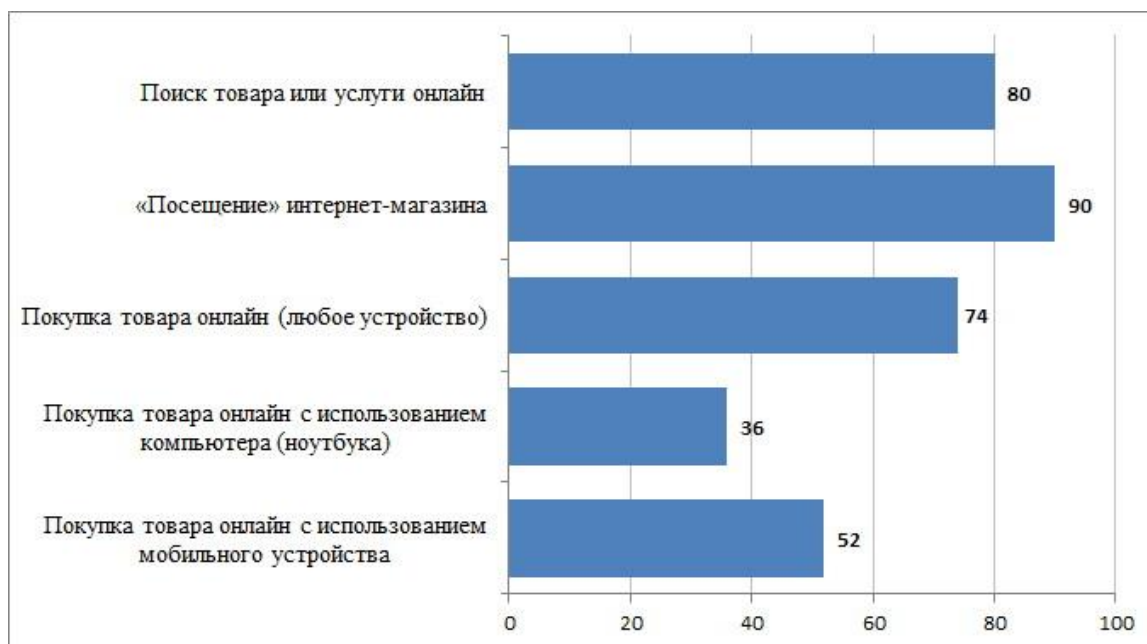


Рисунок 5. – Удельный вес интернет-пользователей от 16 до 64 лет, совершивших действия за последний месяц, % (по состоянию на 3-й квартал 2019 года)

Динамика продаж отдельных категорий товаров и услуг представлена в таблице 9.

Таблица 9. – Потребительские расходы в электронной коммерции по категориям товаров и услуг, млрд долл. США

Товарная категория	2017	2018	2019	Темп прироста, %	
				2018/2017	2019/2018
Мода и красота	408,0	524,9	620,1	28,7	18,1
Электроника и носители информации	359,4	392,6	456,9	9,2	16,4
Продукты и средства гигиены	139,8	209,5	168,8	49,9	-19,4
Мебель и бытовая техника	225,5	272,5	316,7	20,8	16,2
Игрушки, товары для рукоделия и хобби	341,5	386,2	383,2	13,1	-0,8
Путешествия (включая проживание)	212,7	750,7	1190,0	252,9	58,5
Цифровая музыка	11,2	12,1	13,6	7,6	12,8
Видеоигры	52,5	70,6	83,2	34,4	17,8

Главенствующую позицию, значительно превосходя другие категории, занимает оплата потребителями путешествий – более 1 трлн долларов США в 2019 г. Причем данная категория демонстрирует наиболее существенный рост в рассматриваемом периоде – более чем в пять раз за два года. Причины этого очевидны и не требуют пояснений. После потери лидерства в 2017 г. второе место предсказуемо занимают расходы потребителей на моду и красоту – 620 млрд долларов США.

В анализируемом трехлетнем периоде увеличились продажи по всем категориям, однако в 2019 г. по сравнению с 2018 г. почти на 20 % сократились расходы потребителей на продукты и средства гигиены, что может быть вызвано конъюнктурными факторами, не подлежащим идентификации в рамках имеющихся данных. С другой стороны

увеличивающиеся темпы прироста демонстрируют такие категории, как электроника и носители информации, цифровая музыка. Необходимо также обратить внимание на значительные темпы прироста продаж видеоигр, суммарно за два года уступающие только путешествиям. Все эти категории, по мнению автора, имеют наибольшие перспективы дальнейшего роста.

Таким образом, выявленные особенности использования современными потребителями интернет-технологий позволяют сделать вывод о дальнейшем росте их влияния на жизнь общества и деятельность коммерческих организаций. Количество пользователей сети интернет в мире будет неуклонно увеличиваться, главным средством доступа в сеть станут мобильные устройства, виртуальная жизнь сосредоточится в социальных медиа, объемы онлайн-транзакций продолжают расти высокими темпами. В то же время, существуют значительные региональные различия в использовании интернет-технологий, которые требуют углубленного изучения. Все вышесказанное необходимо учитывать при разработке маркетинговой стратегии любому субъекту хозяйствования, особенно на международных рынках.

Список литературы

- [1.] DataReportal – Global Digital Insights [Электронный ресурс] / Kepios. – Режим доступа : <https://datareportal.com>. – Дата доступа : 24.02.2020.
- [2.] Digital 2018 [Электронный ресурс] : Global Digital Overview / Hootsuite, We Are Social. – Режим доступа : <https://datareportal.com/reports/digital-2018-global-digital-overview>. – Дата доступа : 24.02.2020.
- [3.] Digital 2019 [Электронный ресурс] : Global Digital Overview / Hootsuite, We Are Social. – Режим доступа : <https://datareportal.com/reports/digital-2019-global-digital-overview>. – Дата доступа : 24.02.2020.
- [4.] Digital 2020 [Электронный ресурс] : Global Digital Overview / Hootsuite, We Are Social. – Режим доступа : <https://datareportal.com/reports/digital-2020-global-digital-overview>. – Дата доступа : 24.02.2020.

ANALYSIS OF CONSUMER USE OF INTERNET TECHNOLOGIES: WORLD TRENDS

A.V. Aliksandrau

*Head of the Department of Marketing and Management
of Belarusian-Russian University,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

*Belarusian-Russian University, Republic of Belarus
e-mail: alexandrov@bru.by*

Abstract. The article describes global trends and features of consumer behavior on the Internet, of use of social platforms, of making online purchases. The data analysis mainly covers the period 2018-2020 is performed in a regional context. The results can be used to develop marketing promotion strategies for goods and services using Internet technologies.

ey words: internet, internet user, mobile internet, social media, e-commerce, trends, world regions, marketing.

УДК 004.6:004.42

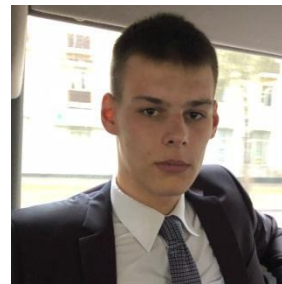
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIG DATA В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ



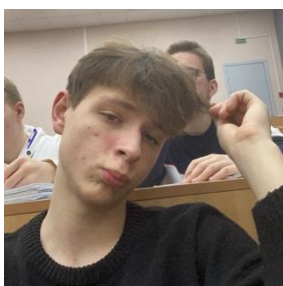
И.Д. Стаселько
Студент БГУИР



Т.Д. Позняков
Студент БГУИР



А.Ю. Сычев
Студент БГУИР



А.П. Протасов
Студент БГУИР



В.Я. Анисимов
Доцент кафедры физико-математических наук

Аннотация. Большие данные стали актуальным понятием, так как интернет сфера постоянно расширяется и прогрессирует. В данной работе анализируется использование больших данных в видеоиграх, технологии баз данных для решения задач игровой отрасли, и такие сервисы как Amazon Web Service. Нами рассматриваются примеры использования больших данных в видеоиграх и способы монетизации данных приложений. Проблемы разработки видеоигр касаются в основном игрового дизайна и количества различных характеристик

Ключевые слова: Большие данные, Supercell, Blizzard, технологии NoSQL.

Введение. Big data — это различные инструменты, подходы и методы обработки как структурированных, так и неструктурированных данных для того, чтобы их использовать для конкретных задач и целей. В современном мире Big data—социально-экономический феномен, который связан с тем, что появились новые технологические возможности для анализа огромного количества данных. Большие данные помогают разработчикам балансировать, тестировать и монетизировать свои игры. В будущем большие данные, скорее всего, будут иметь еще больше вариантов использования в видеоиграх и их разработке. Есть несколько примеров того, как игровые компании успешно внедряют решения больших данных с самого начала разработки своих продуктов, и есть некоторые компании, которые адаптировались к ним позже. Игровым компаниям не обязательно использовать большие данные, чтобы предоставлять свои услуги должным образом, в отличие от популярных социальных сетей, которые обрабатывают огромные объемы данных каждую секунду. Тем не менее, такие компании, как Supercell и Zynga, являются прекрасными примерами того, как большие данные могут помочь игровой компании добиться успеха. Петри Кяркес из Supercell принял участие в Aalto Big Data Breakfast в декабре 2015 года и в своей презентации он перечислил следующие варианты использования больших данных в своей компании:

1. Ежедневные показатели
2. Игровой баланс и показатели популяции игроков

3. А / В тестирование
4. Маркетинговая оптимизация
5. Обнаружение бота

Supercell - не единственная компания, использующая большие данные для решения тактических и стратегических задач. Рассмотрим некоторые варианты использования с примерами.

Уравнивание шансов. Балансировка является важной частью разработки как одиночной, так и многопользовательской игры, т.к. игра должна оставаться честной и захватывающей. Сложность однопользовательских игр должна увеличиваться постепенно, чтобы игроки не выходили из игры, потому что игра слишком легкая или слишком сложная. Многопользовательские игры требуют балансировки для асимметричных функций, таких как игровые персонажи с разными атрибутами и способностями. Большие данные можно использовать для балансировки как одиночной, так и многопользовательской игры, но в рамках данной работы мы рассмотрим многопользовательский аспект.

Балансировка персонажа. Blizzard Entertainment собрала более 35 миллионов игроков для игры в шутер от первого лица Overwatch [1]. Игра была запущена в мае 2016 года с 22 различными игровыми персонажами, известными как герои, было представлено четыре различных режима игры и девять разных карт. Существует четыре разные категории героев, и все герои имеют разные навыки, которые Blizzard необходимо сбалансировать[2]. Игры с таким количеством героев и способностей не могут быть полностью сбалансированы для всех режимов игры, карт и навыков игрока(от уровня начинающих до профессиональных игроков). Поэтому некоторые комбинации героев стали так называемым «мета», что означает, что эти герои и комбинации предпочтительнее других. В течение 2017 года игроки высказывали опасения, что некоторые, более мобильные герои стали слишком сильными, и так называемая «dive comp meta»(группировка некоторых персонажей с целью координации атак на противника) не позволяет полноценно играть другими героями, что делает игру предсказуемой и однозначной. Дайв Комп вкратце означает использование состав определенных мобильных героев для осуществления скоординированных атак противника. Директор игры Джефф Каплан ответил длинным постом, посвященным многим вопросам в то же время со следующими частями, решающими проблему погружения, используя статистику показать, что все хорошо. Во-первых, он упомянул шесть наиболее выбираемых героев из более привычного игрового режима Quick и только один из них, Генджи, является одним из героев «Dive Comp Meta». Во-вторых, он перечислил семь самых популярных персонажей из режима соревновательной игры, и в этом списке были как очень мобильные герои, ориентированные на «Дайв Комп», так и медленные герои, которые считаются избитыми героями «Дайв Комп» [3]. Он закончил статистику своего героя, заявив, что самая популярная героиня среди лучших игроков соревнований - Ана. Ана это герой поддержки, который не считается лучшим вариантом для погружений. Ответ Каплана был эффективным методом использования статистики, полученной с использованием инструментов сбора больших данных от Blizzard, чтобы доказать свою точку зрения и избежать поспешности только потому, что игроки чувствовали, что изменение было необходимо.

Балансировка игровой среды. В дополнение к балансировке героев, некоторые карты в играх также нуждаются в балансировке. Приведем соответствующий пример. В режиме игры под названием «Штурм» атакующая команда, состоящая из шести человек, имеет десять минут, чтобы захватить две команды защиты, также состоящих из шести человек, делающих все возможное для предотвращения захвата. На официальном игровом форуме игроки начали высказывать опасения по поводу режима игры, благоприятствующего защищающейся стороне. Когда игрок отправил вопрос о проценте побед на картах Assault в режиме быстрой игры, игровой директор Джефф Каплан ответил статистикой за период времени около двух месяцев.

Технологии баз данных для решения задач игровой отрасли. Реляционные базы данных широко применяются с момента их первого использования в 1970-х годах. Несмотря на взрывной рост баз пользователей онлайн-приложений и соответственно данных, генерируемых онлайн-системами и мобильными системами в течение этого времени, новые решения, которые лучше подходили бы для управления данными такого большого объема, не появлялись и не получали широкого распространения вплоть до недавнего времени. Вместо этого были внедрены различные методы увеличения емкости традиционных систем.

– *Шардинг*— методика разделения данных по разным серверам, которая требует знания местонахождения сервера с данными и ограничена отсутствием возможности объединения данных с разных серверов. Необходимо сопровождение схем для каждого сервера.

– *Денормализация*— еще один метод, включающий группирование и индексирование избыточных данных, зачастую приводящий к задержке и проблемам с поддержанием параллелизма в системах реляционных баз данных.

– *Распределенное кэширование*, которое предусматривает кэширование последней полученной информации в памяти, полезно, если может возникнуть потребность в этих данных. Приложение (Web-приложение, игра, социальная сеть, поисковая система и т. д.) сначала проверяет наличие необходимых данных в системе распределенного кэширования (например, memcached) вместо обращения к реляционной базе данных.

Новейшие технологии NoSQL позволяют обойти типичные недостатки реляционных баз данных и избежать вытекающей из этих недостатков необходимости применения методов расширения, описанных в предыдущем абзаце. Этим технологиям не требуются схемы и объединения, они не являются реляционными. Такие базы данных могут обрабатывать структурированные, полуструктурированные и неструктурированные данные. Дополнительные данные могут добавляться в хранилища в любое время независимо от формата и незамедлительно становятся доступными для анализа. Эти базы данных легко справляются с иерархическими вложенными структурами данных и благодаря своей гибкости поддерживают возможность автоматического распределения данных по серверам по мере увеличения и уменьшения объема информации без какого-либо влияния на производительность.

Существует множество типов баз данных NoSQL, включая документо-ориентированные хранилища, поколоночные хранилища, хранилища типа «ключ-значение», базы данных XML и базы данных на основе графов. На данный момент применяется более 150 баз данных NoSQL, и их число продолжает увеличиваться. Существует несколько популярных вариантов NoSQL с открытым исходным кодом, включая поколоночные хранилища (например, Apache CouchDB и MongoDB) и поколоночные хранилища с широкими строками (например, Apache Cassandra, Apache Hadoop и Hbase). Существуют также аналитические инструментальные средства с открытым исходным кодом, работающие поверх СУБД, например парадигма MapReduce в СУБД Hadoop. Механизм машинного обучения Apache Mahout обеспечивает классификацию, кластеризацию и совместную фильтрацию. Для исполнения статистической обработки с массовым параллелизмом непосредственно на узлах Hadoop была интегрирована система R с открытым исходным кодом. Также популярны коммерческие варианты NoSQL, которые интегрируются с Hadoop и другими инструментальными средствами с открытым исходным кодом и значительно расширяют возможности последних, добавляя средства аналитики, глубинного анализа текста, внутренней обработки приложений, функции MapReduce и возможности построения графиков.

Сервисы Amazon для обслуживания компании Supercell. Игры Supercell требуют тысячи серверов в любой момент времени. Для каждого из своих игроков Supercell нуждается в сеансе на стороне сервера—и количество серверов, которые требуются, растет с увеличением числа одновременных пользователей, играющих в игру. Вся игровая инфраструктура работает на Amazon Web Services (AWS). Supercell использует инстансы Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), распределенные по нескольким зонам доступности, для повышения доступности и Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) для хранения до 10 терабайт данных о событиях игр каждый день. Долгосрочное хранение, резервное копирование и архивирование осуществляется в недорогом сервисе Amazon Glacier storage. Эластичная балансировка нагрузки используется для распределения входящего веб-трафика и трафика событий между экземплярами. Supercell использует Amazon CloudFront, Amazon ElastiCache, Amazon API Gateway и AWS Lambda для доставки динамического веб-контента по всему миру, используя пограничные местоположения для улучшения задержки. Supercell использует Amazon Kinesis для доставки внутриигровых данных в режиме реального времени, обрабатывая 45 миллиардов событий в день. В то время как недавно он запустил собственные экземпляры Hadoop на Amazon EC2, теперь он использует Amazon Elastic MapReduce (Amazon EMR) для предоставления управляемой платформы Hadoop перед передачей данных в службу хранилища данных, работающую поверх экземпляров Amazon EC2. Данные Kinesis также считываются в Amazon DynamoDB. "Amazon DynamoDB хорош для таких случаев использования, как наш, где масштабируемость и скорость имеют решающее значение", - говорит Илихарью. Для мониторинга, управления и контроля своей среды Supercell использует ряд инструментов в консоли AWS. Amazon CloudWatch и AWS CloudTrail позволяют ему отслеживать текущую среду и предоставлять подробный журнал всех действий в среде разработки и производства. "AWS API—один из самых важных сервисов для нас, мы часто его используем", - говорит Илихарью. "Например, команды API позволяют нам легко управлять и загружать новые серверы и даже запускать среды полного нагрузочного тестирования для моделирования различных ситуаций и определения наших потребностей в емкости". Supercell также хорошо использует Amazon API Gateway и использует AWS Lambda для запуска кода в ответ на события и автоматического управления соответствующими вычислительными ресурсами. Yliharju говорит: "Мы используем AWS Lambda и API Gateway при создании API-сервисов, которые нуждаются в масштабируемости."

Тестирование. Существуют различные методы и инструменты для тестирования видеоигр. Как правило, тестировщики игр и агенты обеспечения качества (QA) постарайтесь убедиться, что [6]:

Игра сбалансирована;

Игра не падает ни в каких ситуациях;

Как старые, так и новые функции работают по назначению;

Большие данные предлагают помощь в тестировании игр, предоставляя возможность собирать большие выборки тестовых данных и анализировать данные в прямом эфире. "Наша главная бизнес-задача состоит в том, чтобы выяснить, что заставляет людей играть в наши игры, что делает их привлекательными. Сначала мы проявляем творческий подход, а затем используем полученные данные для подтверждения правильности принятых решений. У нас есть гипотеза, игра идет в прямом эфире, и мы проверяем нашу гипотезу. -Янне Пельтола, менеджеры данных компании Supercell на примере компании Hewlett Packard Enterprise о больших данных решения Supercell [7]. А/Б тестирование означает, что помимо живой версии игры существует еще и другая вариация игры. Эти изменения могут включать, например, изменения в пользовательском интерфейсе (Пользовательский Интерфейс) или способности в персонажах игрока. Цель состоит в том, чтобы собрать достаточно данных с обеих сторон. Актуальная версия, также известная как "контрольная" версия, и вариант версии, чтобы увидеть, если модификация приводит к желаемым результатам в варианте исполнения. "Один

интересный тест A/B Supercell провел о подключении Facebook. Тест был разработан, чтобы посмотреть, хотели ли люди, которым понравились игры, также звать их друзей, играть, и посмотреть, как эти переменные влияют на удержание игрока. С точки зрения A / B тестирования, теперь мы вытаскиваем данные в HPE Vertica. Что-то, что занимало два-три часа, в прошлом сейчас занимает четыре минуты." Blizzard имеет отдельную среду PTR (Public Test Realm), где все игроки могут протестировать следующий патч до фактического выпуска на живых серверах. PTR полезен для тестирования новых героев и карт, чтобы убедиться, что нет ничего слишком сильного в них, прежде чем они будут выпущены для миллионов игроков [8]. К нарушающим правила игры вещам относятся, например: слабые способности, слабые персонажи игроков и ошибки в картах или героях, которые ломают весь игровой сервер. Проблема с тестированием в PTR заключается в том, что оно не очень популярно по сравнению с их нынешними активными серверами и поэтому объемы собранных данных действительно небольшие по сравнению с их тестовыми серверами [9]. Согласно сообщению на форуме игрового директора - Джеффа Каплана в январе 2017 года только 0,26% игроков Overwatch вошли в PTR. В то время общее количество игроков для Overwatch было где-то между 20 и 25 миллионов так что количество игроков в области PTR было где-то между 52000 и 65000 [10]. Несмотря на то, что PTR не так популярен, как хотелось бы Blizzard, более 50000 игроков, предоставляющих данные в тестовой среде, для них все равно намного больше, чем количество сотрудников, из всей организации Activision Blizzard [11]. Также стоит отметить, что некоторые игроки не просто играют на PTR, но и сообщают о своих находках в официальный игровой форум или другие форумы Overwatch, такие как различные субреддиты Overwatch, сообщество Reddit [12].

Монетизация. Монетизация является самым важным фактором для игровой компании, потому что без хорошей системы монетизации на самом деле не имеет значения, является ли игра хитом или нет. В конце концов, деньги - главная цель игровой компании, быть прибыльной компанией без хорошо продуманной модели монетизации невозможно. Большие данные могут быть очень полезны для модели монетизации F2P, поскольку экономическая архитектура A-R-M-D, позволяет улучшать монетизацию игры постоянно, используя данные игрока в процессе. Премиум-модель не обязательно обладает этим преимуществом, потому что большинство разработок делается до начала монетизации.

Zynga была одной из первых компаний, внедривших разработку игр на основе данных в своих странах. F2P Facebook игры, такие как FarmVille и Mafia Wars. Член-учредитель Андрей Трейдер сказал в интервью The Wharton School: "грязный маленький секрет Zynga - из пяти корпоративных ценностей ни одна не является более важной, чем управление метриками. Для Zynga, это означало, что если вы не можете измерить что-то, не стройте его". Zynga внимательно следила за охватом, удержанием позиций и доходом при этом удержание является наиболее важным фактором. Их доход был получен за счет продажи внутриигровых предметов, которые хотели их клиенты. Как например, было упомянуто, что женщины покупали вещи в основном для внешности, в то время как мужчины покупали вещи, чтобы обыграть своих друзей в игре. Они использовали свои показатели, чтобы выяснить, что их игроки хотели [4]. Глядя на цифры игроков и продаж, Supercell является одним из лучших примеров использования модели F2P и больших данных для получения максимальной прибыли, не пугая неплательщиков. Supercell использует облачные сервисы Amazon, в частности Amazon MapReduce вместе с платформой Hadoop для сбора и анализа более 45 миллиардов игровых событий в день. В принципе, каждое действие, происходящее в играх Supercell, отправляется на их облако и анализируется с использованием большого набора данных, чтобы убедиться, что все находится под контролем [5].

Заключение. Индустрия видеоигр выросла больше, чем кто-либо мог себе представить в то время, когда впервые были опубликованы коммерческие видеоигры. Этого не произошло бы без помощи Интернета, хотя игры имели свою большую долю игроков еще до настоящего

Интернета и распространялись по всему миру. Видеоигры могут быть запущены на различных видах устройств, и подключение к Интернету воспринимается как должное для многих из этих новых игр, которые появились в 21 веке. Объем данных в интернете вырос неожиданно быстро, и в конечном итоге традиционные реляционные базы данных не могли больше идти в ногу с объемом, скоростью и разнообразием данных. В то время как реляционные базы данных все еще служат своей цели для небольших томов, скорости и разнообразия данных, концепция больших данных была необходима, чтобы справиться с этой проблемой с базами данных NoSQL и фреймворками, такими как Hadoop и HPCSS. Большие данные принесли больше в таблицу разработчиков игр с точки зрения балансировки, монетизации и тестирования. Решения по балансировке и монетизации все еще могут быть приняты интуитивно, но всегда есть данные, доступные для изучения эффектов должным образом. Разработчики также могут объяснить свои действия или бездействие, показав сырую статистику своим игрокам. С надеждой, что игроки все равно будут услышаны, хотя разработчики могут просто посмотреть на данные и увидеть, если кажется, что что-то не так вместо того, чтобы читать мнения игроков на игровых форумах.

Список литературы

- [1]. Tweet by PlayOverwatch. [Online]. Available: <https://twitter.com/PlayOverwatch/status/919925924769906688> [Accessed: 3- December-2017]. Starodubtseva, M.N. Atomic force microscopic observation of peroxynitrite-induced erythrocyte cytoskeleton reorganization / M.N. Starodubtseva, T.G. Kuznetsova, S.A. Chizhik, N.I. Yegorenkov // Micron. – 2007. – Vol. 38, № 8. – P. 782-786.
- [2]. "Heroes – Overwatch". [Online]. Available: <https://playoverwatch.com/en-us/heroes/> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [3]. "OW Update/Balancing cycle is excruciatingly slow: Part 2". [Online]. Available: <https://us.battle.net/forums/en/overwatch/topic/20757706588?page=2#post-27> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [4]. K. Watanabe, T.Fukamachi, N.Ubayashi and Y.Kamei, Poster: Automated A/B Testing with Declarative Variability Expressions, IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), IEEE 2017 "Supercell Case Study". [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/solutions/casestudies/supercell/> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [5]. L. Levy and J.Novak, "Game Development – Game QA & Testing", 2009, pp. 58-69.
- [6]. "Supercell adopts HPE Vertica Analytics Platform". [Online]. Available: <https://www.vertica.com/wp-content/uploads/2017/06/Supercell-Success-Story.pdf> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [7]. K. Watanabe, T.Fukamachi, N.Ubayashi and Y.Kamei, Poster: Automated A/B Testing with Declarative Variability Expressions, IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), IEEE 2017.
- [8]. "Is the Sky Really Falling?". [Online]. Available: <https://us.battle.net/forums/en/overwatch/topic/20752500232?page=5#post-99> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [9]. Tweet by PlayOverwatch. [Online]. <https://twitter.com/PlayOverwatch/status/824757676693270529> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [10]. "Activision Blizzard on Forbes Global 2000". [Online]. Available: <https://www.forbes.com/companies/activision-blizzard/> [Accessed: 29-Nov-2017].
- [11]. "Undocumented PTR nerfs to Winston and Reinhardt". [Online]. Available: https://www.reddit.com/r/Competitiveoverwatch/comments/7e1lc4/undocumented_ptr_nerfs_to_winston_and_reinhardt/ [Accessed: 29-Nov-2017]
- [12]. "Clash of Clans" Maker Supercell Posts \$2.3B In Revenue, \$930M In Profit For 2015 As Growth Slows. [Online]. Available: <http://www.ibtimes.com/clash-clans-makersupercell-posts-23b-revenue-930m-profit-2015-growth-slows-2333237> [Accessed: 29- Nov-2017].

USING BIG DATA IN COMPUTER GAMES

I.S. Staselko
Student of BSUIR

T.D. Poznyakov
Student of BSUIR

A.P. Protasov
Student of BSUIR

V. Ya. Anissimov
*Assistant Professor, Candidate of Physico-
Mathematical Sciences*

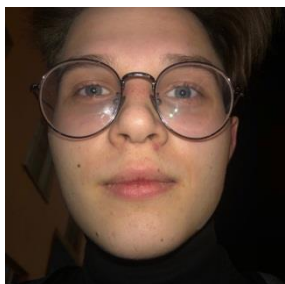
A.Y. Sichev
Student of BSUIR

Abstract. Big data has become a relevant concept since the Internet sphere is constantly expanding and progressing. In this paper, we analyze the use of big data in video games, database technology for solving the problems of the gaming industry, and services such as Amazon Web Service. We consider examples of the use of big data in video games and ways to monetize application data. The problems of developing video games relate mainly to game design and the number of different characteristics.

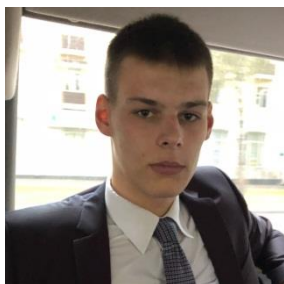
Keywords: Big Data, Supercell, Blizzard, NoSQL technologies.

УДК 004.6

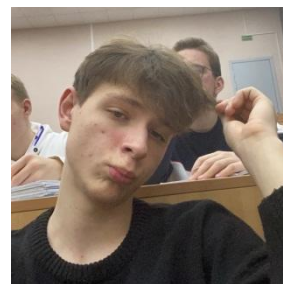
ФОРМАТЫ ФАЙЛОВ БОЛЬШИХ ДАННЫХ: ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В ЭКОСИСТЕМЕ HADOOP



И.Д. Стаселько
Студент БГУИР



А.Ю. Сычев
Студент БГУИР



А.П. Протасов
Студент БГУИР



Ю.И. Алексеев
Ассистент кафедры Информатики,
магистр технических наук



Т.Д. Позняков
Студент БГУИР

Аннотация. В данной статье мы рассматриваем одну из технологий хранения данных Big Data. Hadoop. Hadoop предлагает один из самых экономичных и эффективных способов хранения данных в огромных объемах. Структурированные, полуструктурированные и неструктурированные типы данных могут храниться и затем обрабатываться с использованием таких инструментов, как Pig, Hive и Spark. Также описываются различные форматы хранения данных и происходит сравнение форматов файлов Big Data

Ключевые слова: Hadoop, Big Data, Spark.

Введение. Big data — это различные инструменты, подходы и методы обработки как структурированных, так и неструктурированных данных для того, чтобы их использовать для конкретных задач и целей. В современном мире Big data — социально-экономический феномен, который связан с тем, что появились новые технологические возможности для анализа огромного количества данных. Big Data использует различные технологии хранения данных, в данной статье мы рассмотрим поближе технологию Hadoop.

Hadoop предлагает один из самых экономичных и эффективных способов хранения данных в огромных объемах. Кроме того, структурированные, полуструктурированные и неструктурированные типы данных могут храниться и затем обрабатываться с использованием таких инструментов, как Pig, Hive и Spark для получения результатов, необходимых для любого будущего анализа и визуализации. Hadoop позволяет пользователю хранить данные в своей репозитории несколькими способами. Некоторые из общедоступных и понятных рабочих форматов включают XML, CSV и JSON. Хотя JSON, XML и CSV являются удобочитаемыми форматами, но не являются лучшим способом хранения данных в группе Hadoop. Фактически, в некоторых случаях хранение данных в таких необработанных форматах может оказаться крайне неэффективным. Кроме того, параллельное хранение невозможно для данных, хранящихся в таких форматах. Ввиду того, что эффективность

хранения данных и параллелизм являются двумя ведущими преимуществами использования Hadoop, использование необработанных форматов файлов может быть вариантом разрешения поставленной задачи. CERN выбрал четыре технологии-кандидата: ORC , Parquet , Kudu и Avro для этой цели. Однако мы включили к этому другие форматы файлов данных, такие как Avro и текстовые форматы файлов данных. На рис. 2 показана классификация и иерархия форматов файлов больших данных. Каждый из этих форматов файлов имеют ряд преимуществ и недостатков. В этом разделе рассматриваются эти аспекты файла больших данных и обсуждаются критерии, которые должны использоваться для выбора формата файла.

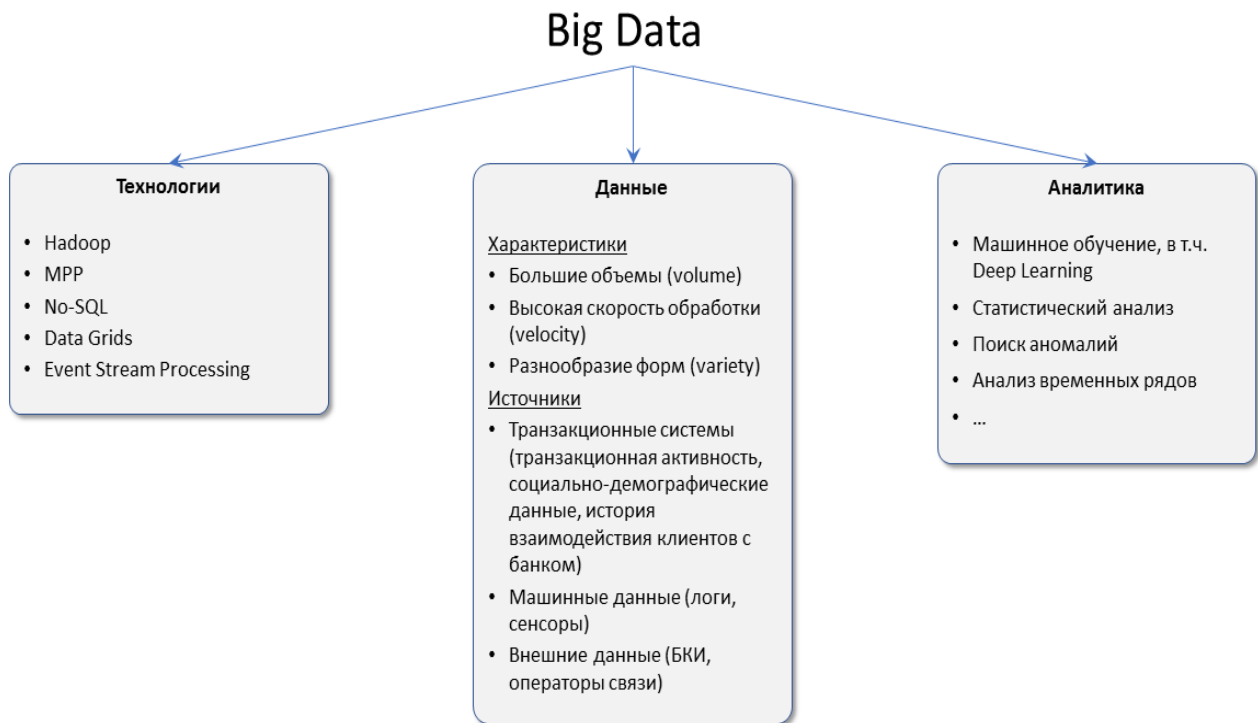


Рисунок 1. – Распределение Больших Данных

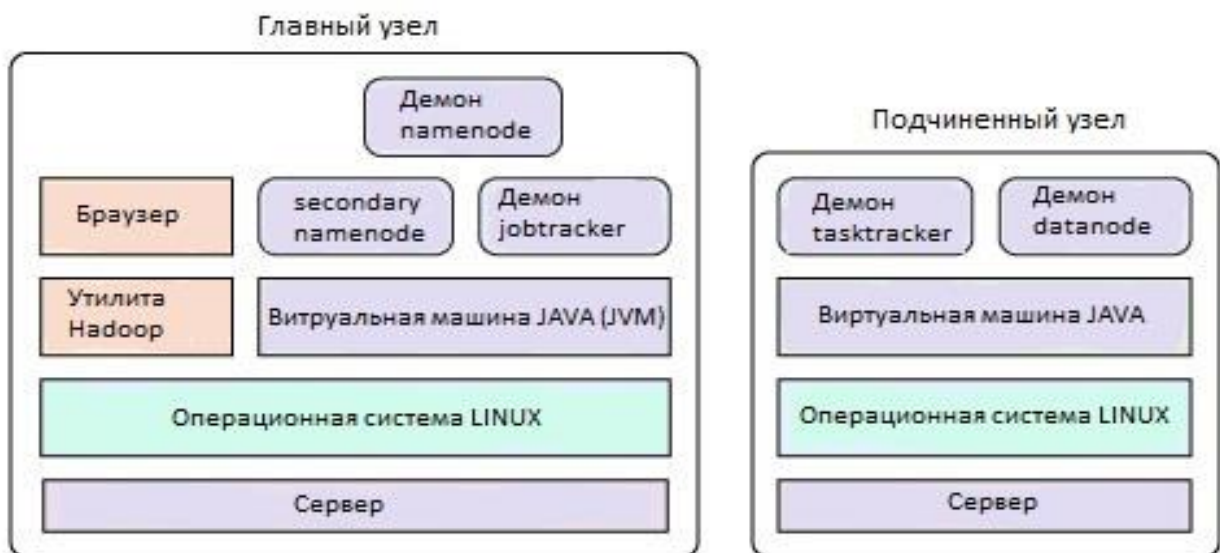


Рисунок 2. – Классификация и иерархия форматов файлов Больших Данных.

Текстовые форматы.Простейшим примером такого формата файла данных являются записи, хранящиеся построчно, оканчивающиеся символом новой строки или перевод каретки. Для сжатия данных необходимо использовать кодек сжатия на уровне файла, такой как BZIP2, а также необходимо использовать три формата, а именно текст или CSV , JSON и XML доступные в этой категории.

В этой категории доступны форматы, а именно текст или CSV , JSON и XML .

Открытый текст.Данные, хранящиеся в этом формате, в основном форматируются таким образом, что поля имеют фиксированную ширину или разделитель. Отдельные записи в формате CSV разделяются запятыми.

XML.Можно использовать определения внешних схем в XML. Однако производительность сериализации и десериализации, как правило, является плохой.

JSON.Нотация объектов JavaScript (JSON) эффективнее XML, но существует проблема с производительностью сериализации и десериализации.

Основные на ряде форматы

SequenceFile.Этот формат файла поддерживается, как часть инфраструктуры Hadoop, в составе которой большой файл имеет контейнер двоичных пары "ключ-значение" для хранения нескольких файлов небольшого размера. Поэтому пары "ключ-значение", соответствующие записям, являются закодированными. Формат файла данных SequenceFile легко интегрируется с Hadoop ввиду того, что первый был разработан для второго[2].

Avro.Apache Avro используется для компактного двоичного формата в качестве стандарта сериализации данных. Как правило, используется для хранения постоянных данных, относящихся к протоколам связи и HDFS . Одно из главных преимуществ использования Apache Avro - высокая производительность приема, что связано с быстрой и легкой десериализацией и сериализацией, при том же условии. Важно отметить, что у Avro нет внутреннего индекса. Однако для облегчения произвольного доступа к данным можно использовать метод разбиения по указанию, доступный в HDFS. Алгоритмы сжатия данных, поддерживаемые Apache Avro, включают DEFLATE и Snappy.

Существуют и другие структуры сериализации и десериализации, такие как буферы Furf и Protocol соревнующиеся с Avro. Однако Avro является встроенным компонентом Hadoop, в то время, как эти фреймворки являются внешними. Кроме того, определение схемы в Avro выполняется с использованием JSON, в то время, как буферы Trafft и Protocol зависят от интерфейса языков определения (IDLs) для определения схемы.

Основанные на колонке форматы:

Формат файла столбца записи (RC).Это самый примитивный формат записи в столбце, который был создан в рамках проекта Apache Hive. RCFile двоичный формат, подобный SequenceFile, который гарантирует высокое сжатие для операций, которые включают несколько рядов столбцов , которые сохраняются, как записи в виде столбцов путем создания разделений строк. Вертикальные секции создаются в строке.

Разбиение на столбцы. Метаданные сохраняются для каждой строки, разделенной как ключ, и соответствующие данные сохраняются, как его стоимость.

Формат оптимизированного столбца строк (ORC).Оптимизированный столбец строк похож на Parquet и RCFile в том смысле, что все эти три формата файлов данных существуют в рамках программы Hadoop. Производительность чтения лучше. Однако скорость записи ниже среднего, кроме этого, возможности кодирования и сжатия этого формата файла лучше, чем у его аналогов с поддержкой ORC Zlib и Snappy .

Parquet.Apache Parquet - это стандарт сериализации данных, который ориентирован на столбцы и, как известно, значительно повышает эффективность. Этот формат данных также включает оптимизации, такие, как сжатие ряда значений. Такая же колонка приводит к

улучшенным соотношениям сжатия. Кроме этого, имеются кодировки, такие как bit packing, dictionary и run

Доступно дополнительное кодирование длины. Для сжатия данных поддерживаются алгоритмы Snappy и GZip.

CarbonData. Этот формат данных был разработан компанией Huawei для устранения существующих недостатков в уже имеющихся форматах.

CarbonData – это относительно новый формат файла данных, который позволяет разработчикам использовать преимущества формата ориентированного на столбцы, но при этом иметь возможность обработки запросов произвольного доступа. Данные сгруппированы в блокноты, т.е. хранятся наряду с другой информацией о данных, такой как схема, индексы и смещения[3]. Метаданные хранятся в верхних и нижних колонтитулах, что обеспечивает значительную оптимизацию производительности во время сканирования и обработки последующих запросов.

Форматы, хранящиеся в памяти

Apache Arrow - платформа для разработки приложений с использованием данных в памяти. Более того, она работает на всех языках, что делает ее стандартом для формата столбчатой памяти, обеспечивая поддержку, как иерархических, так и плоских данных. Данные организованы для обеспечения высокопроизводительной аналитики на современном оборудовании. Коммуникация между процессами и потоковая передача работает с нулевой копией или без десериализации и сериализации[5]. Кроме этого, она предоставляет много вычислительных библиотек для решения сложных задач.

Услуги хранения данных

Kudu - это система хранения данных, обеспечивающая масштабируемость и основанная на концепции распределенной системы хранения данных. Данные хранятся внутри таблиц. Кроме того, этот формат данных обеспечивает оптимизированный компромисс между производительностью и скоростью приема, который связан с организацией данных в столбцах и поддержанием индекса. Алгоритмы сжатия данных, поддерживаемые Apache Kudu, включают LZ4, Zlib и Snappy.

Сравнение форматов файлов Big Data

Решение о выборе формата файла приложения зависит от варианта использования или алгоритма, используемого для обработки данных. Следовательно, выбранный формат файла должен соответствовать некоторым основным требованиям, которые будут считаться подходящими для систем Big Data. Формат приложения зависит от варианта использования или алгоритма, используемого для обработки данных. Следовательно, выбранный формат файла должен соответствовать некоторым основным требованиям, которые будут считаться подходящими для систем больших данных.

Во-первых, выбранный формат файла больших данных должен быть выразительным и четко определенным. Во-вторых, он должен поддерживать различные структуры данных. Некоторые из основных структур, которые должны поддерживаться - это структуры, карты, числа, строки, записи и массивы. И наконец, формат файла больших данных должен быть двоичным, простым и обеспечивать поддержку сжатия.

Одним из самых важных требований в приложениях, связанных с HDFS, которые используют такие технологии, как Spark и Hadoop является сокращение времени чтения и записи данных[1]. Проблемы, такие, как ограничения хранилища, эволюция схем и большие данные еще больше усложняют системные требования. Для устранения этих проблем в доменах приложений были созданы несколько форматов файлов больших данных.

Использование соответствующего формата файла может принести следующие преимущества для системы:

1. Время чтения уменьшается.
2. Время записи сокращается.

3. Файлы могут быть разделены, что, другими словами, означает, что больше нет необходимости читать весь файл для получения меньшего его подраздела.

4. Существует поддержка эволюции редактирования схемы, и схема может быть изменена по запросу в зависимости от изменения потребностей системы.

5. Имеются усовершенствованные кодеки сжатия для обеспечения возможности сжатия файлов без потери преимущества базового формата.

Заключение. С учетом вышеупомянутых преимуществ выбор правильного формата файла данных может существенно оптимизировать производительность системы. Однако, в этом отношении имеется множество нюансов. В то время, как некоторые форматы файлов разработаны для общего использования, есть другие форматы, которые предлагают преимущества оптимизации для конкретных приложений или улучшают конкретные особенности. Поэтому для облегчения принятия решения о том, какой файл данных лучше всего подходит для приложения, необходимо провести предварительный анализ и сравнение форматов с учетом конкретных требований.

Список литературы

[1.] Mishra, R. K. (2018). The Era of Big Data, Hadoop, and Other Big Data Processing Frameworks. In PySpark Recipes (pp. 1-14). Apress, Berkeley, CA.

[2.] Bansal, K., Chawla, P., & Kurle, P. (2019). Analyzing Performance of Apache Pig and Apache Hive with Hadoop. In Engineering Vibration, Communication and Information Processing (pp. 41-51). Springer, Singapore.

[3.] Asemota, E., Gallagher, S., Mcrobbie, G., & Cochran, S. (2018). Defining case based reasoning cases with xml

[4.] K. Watanabe, T.Fukamachi, N.Ubayashi and Y.Kamei, Poster: Automated A/B Testing with Declarative Variability Expressions, IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), IEEE 2017"Supercell Case Study". [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/solutions/casestudies/supercell/> [Accessed: 29-Nov-2017].

[5.] Gallego, J. J. C., & Fernández-Bermejo, M. D. M. (2018). Analysis of the impact of file formats for open data analytics efficiency: a case study with R. GSTF Journal on Computing (JoC)

BIG DATA FILE FORMATS:STORING DATA IN THE HADOOP ECOSYSTEM

I.S. Staselko
Student of BSUIR

A.U. Sichev
Student of BSUIR

A.P. Protasov
Student of BSUIR

Y.I. Alekseev
Assistant of the
Department of
Informatics, Master of
Technical Sciences.

T.D. Pozhyakov
Student of BSUIR

Abstract. In this article, we consider one of the Big Data storage technologies. Hadoop.Hadoop offers one of the most economical and efficient ways to store huge amounts of data. Structured, semi-structured, and unstructured data types can be stored and then processed using tools such as Pig, Ulive, and Spark. Various storage formats are also described and compared Big Data File Formats

Keywords: Hadoop, Big Data, Spark.

УДК 004.6

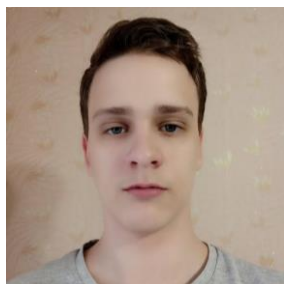
NOSQL - РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ХРАНЕНИЯ БОЛЬШИХ ДАННЫХ



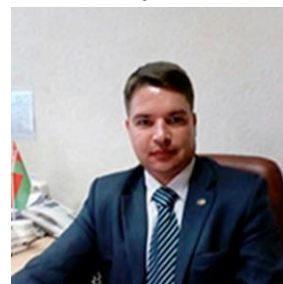
И.В. Чибисов
Студент БГУИР



В.В. Шиманский
Ассистент кафедры Информатики
БГУИР



И.А. Клапатов
Студент БГУИР



Ю.А. Чернявский
Доцент кафедры
информатики. Доцент, кандидат
технических наук.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: knigaykinjan@gmail.com, klapatok1980@gmail.com

Аннотация. Из-за роста объемов данных и усложнения структуры хранимых данных потребовались новые методы построения инфраструктуры баз данных. Сейчас использование одного сервера является дорогостоящим и сложным. В связи с этим используют облачные хранилища данных. Также новые гибкие методы позволили обрабатывать запросы быстрее. Это достигается с помощью двух подходов: ручной шардинг и распределенный кэш. Таким образом появились системы NoSQL. Они имеют ряд преимуществ перед традиционными базами данных. NoSQL – общий термин, который описывает множество технологий, которые обладают общими характеристиками. NoSQL является общим решением некоторых проблем, которые возникают при организации хранения данных.

Ключевые слова: NoSQL, ручной шардинг, распределенный кэш, Динамические схемы, Авто-шардинг, Автоматическая репликация, Интегрированное кеширование.

Идея разработки реляционных баз данных состояла в том, чтобы обеспечить подход к хранению данных, который использует язык структурированных запросов или SQL [1]. Введение этих баз данных восходит к 1970-м годам, когда схемы данных были не такие сложные, как сегодня. Кроме того, хранение было дорогостоящей операцией, и не все данные считались архивными. С ростом социальных платформ объем хранящихся данных о событиях, объектах и людях вырос в геометрической прогрессии. Использование данных в наше время не ограничивается только архивированием данных, также необходим частый поиск и обработка данных, чтобы достигать такие цели, как генерирование в реальном времени индивидуальной подачи материала [2] и индивидуальных рекламных объявлений [3], в дополнение ко многим другим объявлениям и рекламам.

Из-за сложности обрабатываемой информации и необходимости обрабатывать несколько, порядка сотен, запросов к базе данных просто для ответа на один запрос API или

для отображения веб-страницы, требования к современной системе баз данных постоянно растут. Некоторые из ключевых факторов в этой области - это потребность в интерактивности, увеличении сложности и постоянное развитие сети пользователей [4]. Для удовлетворения этих растущих потребностей используются сложные стратегии развертывания и улучшенная вычислительная инфраструктура [7]. С учетом сказанного, использования одного сервера являются дорогостоящими и очень сложными, что вызвало сдвиг в сторону использования облачных аппаратных средств хранения [5] для этой цели. Помимо этого, использование гибких методов также сократило время разработки и развертывания [6], что позволяет быстрее реагировать на потребности пользователей.

Было бы неправильно утверждать, что реляционные базы данных не были созданы для управления требованиями гибкости и масштабируемости современных систем. Кроме того, они также не приспособлены для работы с облачным средством хранения и принимают главное преимущество своего более дешевого хранения и возможностей обработки. Эти недостатки могут быть устранены с помощью двух основных технических подходов, которые обсуждаются ниже:

– ***Ручной шардинг***

Чтобы использовать распределенную парадигму, таблицы должны быть сегментированы на более мелкие единицы, которые затем должны храниться на разных машинах. Этот процесс расщепления называется ручным шардингом [8]. Однако эта функция недоступна в традиционной базе данных и должна быть реализована разработчиком. Кроме того, хранение данных в каждом экземпляре выполняется в анонимном режиме. Код приложения несет ответственность за сегментацию данных, их хранение в распределенном режиме, а также управление запросами и агрегирование результатов для представления пользователю. Дополнительный код необходим для поддержки перебалансировки данных, выполнения операций объединения, обработки сбоев ресурсов и репликации. Важно отметить, что ручное разбиение может снизить некоторые преимущества реляционных баз данных, таких как целостность транзакций

– ***Распределенный кэш***

Кэширование [9] является широко используемым процессом, который в основном используется для улучшения производительности чтения системы. Следует отметить, что использование кэша не влияет на производительность записи и способно существенно увеличить сложность всей системы. Поэтому, если требования к системе это интенсивное чтение, то следует рассмотреть использование распределенного кэша. С другой стороны, приложения, интенсивно использующие запись или чтение / запись, не требуют распределенного кэша [10].

Известно, что базы данных NoSQL [11] смягчают проблемы, связанные с традиционными базами данных. Кроме того, они также раскрывают истинную мощь облачных средств хранения, используя обычное аппаратное обеспечение, которое снижает стоимость и упрощает развертывание, делая жизнь разработчика намного проще, поскольку больше нет необходимости поддерживать несколько уровней кэша.

Некоторые из преимуществ решений NoSQL перед традиционными базами данных следующие:

– ***Масштабируемость***

NoSQL позволяет системам масштабироваться горизонтально [11]. Более того, это можно сделать быстро, не влияя на общую производительность системы с помощью облачных технологий хранения данных. Масштабирование традиционных баз данных требует ручного разделения, что связано с большими затратами и сложностью. С другой стороны, решения NoSQL предлагают автоматическое разбиение, уменьшая сложность и стоимость системы [11].

– *Производительность*

Как упоминалось ранее, системы NoSQL можно масштабировать по мере необходимости. С увеличением количества систем производительность системы NoSQL также соответственно улучшается. Тот факт, что в этих системах используется автоматическое разбиение, означает, что накладные расходы, связанные с ним, также устраняются, что дополнительно способствует повышению производительности системы.

– *Высокая и глобальная доступность*

Реляционные базы данных зависят от первичного и вторичного узлов для выполнения требований доступности. Это не только увеличивает сложность системы, но и делает ее в меру доступной. Напротив, решения NoSQL используют архитектуру без хозяина, и данные распределяются по нескольким системам [11]. Следовательно, даже после сбоя узла доступность приложения остается неизменной как для операций чтения, так и для операций записи. Решения NoSQL предлагают репликацию данных между ресурсами [11]. Следовательно, пользовательский опыт является последовательным

независимо от местонахождения пользователя. Кроме того, это также играет важную роль в снижении задержки с дополнительным преимуществом переноса внимания разработчика с администрирования баз данных на бизнес-приоритеты.

– *Гибкое моделирование данных*

В NoSQL можно реализовать постоянно меняющиеся и гибкие модели данных [11]. Это позволяет разработчикам реализовывать параметры запросов и типы данных, которые подходят для приложения, а не те, которые соответствуют схеме. При этом взаимодействие между базой данных и приложением упрощается, что делает этот подход лучшим вариантом для гибкой разработки.

NoSQL – это общий термин, используемый для описания множества технологий, каждая из которых влечет за собой следующие общие характеристики [12]

Динамические схемы

Реляционные базы данных [13] имеют внутреннее требование заранее создавать схемы. Данные добавляются в базу данных только после выполнения этого требования. Например, если системе необходимо хранить данные о сотрудниках, такие как имя, отдел, возраст, пол и зарплата, то таблица, созданная для нее, должна иметь соответствующую схему.

Такое требование неприемлемо для гибкой среды разработки, поскольку поля данных могут со временем меняться. В качестве новой итерации может быть добавлено новое требование, и впоследствии, возможно, придется изменить схему. Это трудоемкая задача, если база данных велика. В результате база данных может быть заблокирована для любого использования в течение значительного периода времени для внесения необходимых изменений. Более того, если процесс разработки требует нескольких итераций, базу данных, возможно, придется блокировать довольно часто на значительное количество времени. Очевидно, что реляционные базы данных не подходят для хранения больших, неструктурированных и неизвестных данных [13].

NoSQL удовлетворяет этому требованию, поскольку не имеет предопределенных схем. Кроме того, для вставки данных не требуется, чтобы разработчик заблаговременно определял схему. В результате этого изменения в данных и структуре данных могут быть сделаны в режиме реального времени без необходимости блокировать базу данных для любого другого использования [12]. Есть несколько преимуществ использования этого подхода. Помимо того, что он сокращает время администратора, такой подход также уменьшает время, необходимое для разработки, и упрощает процесс интеграции кода.

Авто-шардинг

Реляционные базы данных структурированы таким образом, что им необходим сервер, который контролирует остальные системы, чтобы обеспечить требования к надежности и

доступности решения для базы данных. Поэтому такая система может поддерживать только вертикальное масштабирование [12], что не просто дорого, но приводит к появлению небольшого количества точек отказа. Помимо этого, это также накладывает ограничение на масштабирование, которое может поддерживать система.

С учетом системных требований решение для базы данных должно поддерживать горизонтальное масштабирование [11]. Следовательно, должна быть возможность добавить серверы в *ensemble* и избавиться от ограничения, которое фокусируется на тестировании мощности одного сервера. Облачные средства хранения предлагают лучшее решение в этом отношении, предоставляя услуги по требованию и неограниченные возможности масштабирования [14]. Таким образом, системе больше не нужно полагаться на один сервер для выполнения своих задач. Еще одним важным аспектом использования облачных средств является его встроенное администрирование базой данных. Более того, разработчику больше не нужно создавать сложные платформы, и он может просто сосредоточиться на написании кода приложения. И наконец, использование облачных многопользовательских серверов обходится значительно дешевле, чем использование одного сервера большой емкости.

Чтобы выполнить сегментирование базы данных, охватывающей несколько серверов, необходимо создать сложные механизмы, позволяющие нескольким серверам работать в одной системе. С другой стороны, базы данных NoSQL поддерживают авто-шардинг. Другими словами, база данных автоматически распределяет данные по нескольким системам без необходимости администратора знать о составе пула серверов. Балансировка нагрузки [15] для данных и запросов также автоматически выполняется системой. Это позволяет системе предлагать высокую доступность. Когда сервер выходит из строя, его можно легко заменить, а операции остаются без изменений.

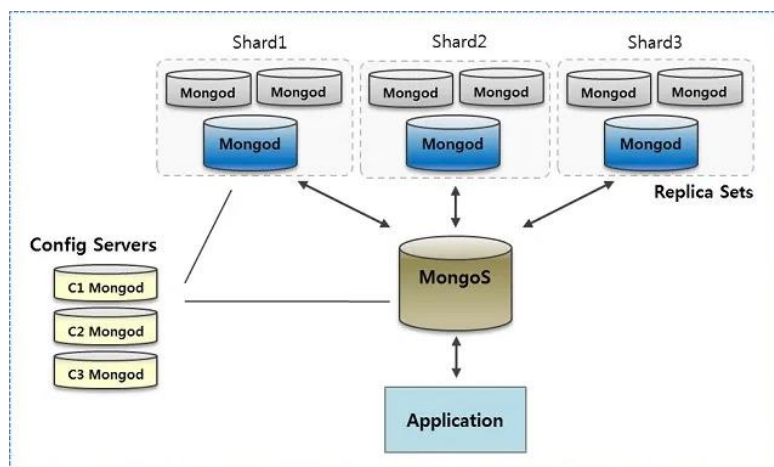


Рисунок 1. – Авто-шардинг

Автоматическая репликация

Репликация выполняется автоматически для любой системы NoSQL [12]. Таким образом, система может достаточно легко восстанавливаться после аварий, что также обеспечивает высокую степень доступности. С точки зрения разработчика, программисту больше не нужно учитывать эти аспекты разработки в коде приложения.

Интегрированное кеширование

Интегрированные возможности кэширования [12] систем NoSQL достаточно хорошо оснащены, и большинство часто используемых данных хранятся в системной памяти для обеспечения быстрого доступа. Следовательно, нет необходимости поддерживать несколько уровней кэширования на уровне приложения.

Таким образом была рассмотрена система NoSQL, как вариант нереляционной системы баз данных. В целом такая система имеет широкое применение там, где необходима гибкая и динамично меняющаяся схема баз данных. В этом плане системы NoSQL имеют явное преимущество над стандартными реляционными базами данных. Также в качестве преимущества систем NoSQL можно выделить авто-шардинг, он делает возможным продолжение работы системы даже при сбое на одном из серверов, что в реляционных базах данных было бы явной проблемой и остановило бы все процессы на неопределенное время. Подводя итоги можно сказать, что в современном мире при увеличении сложности структуры данных, а также потребностей приложений в гибкости, такие системы, как NoSQL будут набирать популярность и всегда будут иметь место на рынке систем баз данных.

Список литературы

- [1.] Köhler, H., & Link, S. (2018). SQL schema design: foundations, normal forms, and normalization. *Information Systems*, 76, 88-113.
- [2.] Rathore, P., Rao, A. S., Rajasegarar, S., Vanz, E., Gubbi, J., & Palaniswami, M. (2018). Real-time urban microclimate analysis using internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(2), 500-511.
- [3.] Albayrak, N., Özdemir, A., & Zeydan, E. (2019, February). An Artificial Intelligence Enabled Data Analytics Platform for Digital Advertisement. In *2019 22nd Conference on Innovation in Clouds, Internet and Networks and Workshops (ICIN)* (pp. 239-241). IEEE.
- [4.] Rao, T. R., Mitra, P., Bhatt, R., & Goswami, A. (2018). The big data system, components, tools, and technologies: a survey. *Knowledge and Information Systems*, 1-81.
- [5.] Stergiou, C., Psannis, K. E., Kim, B. G., & Gupta, B. (2018). Secure integration of IoT and cloud 28 computing. *Future Generation Computer Systems*, 78, 964-975.
- [6.] Lous, P., Tell, P., Michelsen, C. B., Dittrich, Y., & Ebdrup, A. (2018, May). From Scrum to Agile: a journey to tackle the challenges of distributed development in an Agile team. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Software and System Process* (pp. 11-20). ACM.
- [7.] Khan, S., Shakil, K. A., Alam, M. (2017). Big Data Computing Using Cloud-Based Technologies: Challenges and Future Perspectives In: *Networks of the Future: Architectures, Technologies, and Implementations*. Chapman and Hall/CRC.
- [8.] Cordeiro, J. R., & Postolache, O. (2018, September). Big Data Storage for a Health Predictive System. In *2018 International Symposium in Sensing and Instrumentation in IoT Era (ISSI)*(pp. 1-6). IEEE.
- [9.] Zhao, J., Lai, M., Tian, H., & Chang, Y. (2019). U.S. Patent Application No. 10/205,673. [10] Reddy, K. S., Moharir, S., & Karamchandani, N. (2018, May). Effects of storage heterogeneity in distributed cache systems. In *2018 16th International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks (WiOpt)* (pp. 1-8). IEEE.
- [10.] Strauch, C., Sites, U. L. S., & Kriha, W. (2011). NoSQL databases. *Lecture Notes*, Stuttgart Media University, 20
- [11.] Acharya, B., Jena, A. K., Chatterjee, J. M., Kumar, R., & Le, D. N. (2019). NoSQL Database Classification: New Era of Databases for Big Data. *International Journal of Knowledge-Based Organizations (IJKBO)*, 9(1), 50-65.
- [12.] Batra, R. (2018). A History of SQL and Relational Databases. In *SQL Primer* (pp. 183-187). Apress, Berkeley, CA.
- [13.] Varghese, B., & Buyya, R. (2018). Next generation cloud computing: New trends and research directions. *Future Generation Computer Systems*, 79, 849-861.
- [14.] Ragmani, A., El Omri, A., Abghour, N., Moussaid, K., & Rida, M. (2018). A performed load balancing algorithm for public Cloud computing using ant colony optimization. *Recent Patents on Computer Science*, 11(3), 179-195

NOSQL – A SOLUTION FOR BIG DATA STORAGE ISSUES

I.V. Chybisov

Student of the BSUIR

V.V. Shimanskiy

Assistant of the Department of Informatics of the BSUIR

I.A. Klapatok

Student of the BSUIR

Y.A. Cherniavskiy

Associate Professor at the Department of Informatics.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus,
E-mail: knigaykinjan@gmail.com, klapatok1980@gmail.com*

Abstract. Due to the growth of data volumes and the complexity of the structure of stored data, new methods for building a database infrastructure were required. Using one server is expensive and complicated right now. In this regard, they use cloud data storage. Also, new flexible methods allowed processing requests faster. This is achieved using two approaches: manual sharding and distributed cache. Thus, NoSQL systems appeared. They have several advantages over traditional databases. NoSQL is a generic term that describes many technologies that share common characteristics. NoSQL is a common solution to some of the problems that arise when organizing data storage.

Keywords: NoSQL, Manual Sharding, Distributed Cache, Dynamic Schemas, Auto-Sharding, Automatic Replication, Integrated Caching.

УДК [611.018.51+615.47]:612.086.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В РОБОТОТЕХНИКЕ НА ПРИМЕРЕ SLAM



А.Ю. Кульша

Студент кафедры информатики БГУИР



М.А. Климович

Студент кафедры информатики БГУИР



М.В. Стержанов

Доцент, кандидат технических наук,
доцент кафедры информатики БГУИР.



И.Ю. Изгачев

Студент кафедры информатики БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: alexanderkulsha@gmail.com

Аннотация. Концепция больших данных - или технологические методы сбора, анализа и распространения огромного количества необработанных данных - оказала глубокое влияние практически на все научные области. В сравнении с другими областями, робототехника выделяется тем фактом, что она позволяет воплощенному объекту (англ. embodied agent) взаимодействовать с миром физически. Технологии больших данных сталкиваются с новыми проблемами будучи применяемыми к задачам робототехники, которые в свою очередь характеризуются не только многомерным пространством входных данных, но и к тому же многомерным, непрерывно вычисляемым пространством выходных данных. Этот огромный цикл создания данных и обучения должен привести к значительному прогрессу в робототехнике и в то же время обогащению наук, смежных с Большими данными, развивая такие области как инкрементное и интерактивное обучение. Примером направления, тесно связанным с большими данными, является SLAM технология. В представленной работе заключены основные понятия о технологии, описан общий принцип работы алгоритма решения одной из типовых SLAM задач, дана оценка перспективе дальнейшей интеграции методов больших данных и робототехники.

Ключевые слова: SLAM, робототехника, фильтр Калмана, большие данные.

Введение. На сегодняшний день Большие данные - или технологические методы сбора, анализа и распространения огромного количества необработанных данных - играют важную роль во многих аспектах науки и техники. Они оказали глубокое влияние практически на все научные области, коммерцию и бизнес. Даже небольшие компании видят преимущества сбора и анализа огромного объема информации, поступающей из различных видов онлайн-источников.

Хотя термин «большие данные» является относительно новым, концепция уже давно стала частью мира робототехники. Согласно оперативному определению робототехники речь

идет о многократном выполнении следующей трехэтапной последовательности: сбор данных, планирование и выполнение.

Сбор данных необходим, чтобы воспринимать окружающую среду робота, чтобы он знал о том, что происходит вокруг него, но это также требует самосознания текущего положения робота в окружающей среде. Планирование выполняется с учетом желаемой цели и необходимой степени надежности в сложных условиях. Отслеживание и выполнение запланированных действий служит для непосредственного достижения запланированных задач.

Неудивительно, что все эти шаги предполагают очень интенсивное использование данных. Современные мехатронные устройства располагают широким спектром сенсорных приборов, таких как датчики измерения дальности, датчики положения, визуальные, тактильные датчики и другие механизмы, некоторые из которых вырабатывают большие объемы данных. Таким образом, робототехники имеют значительную историю работы с большими данными без явного упоминания этой концепции как таковой.

Материалы и методы. Специалисты в области робототехники также всегда занимались аналитикой. Обработка данных сенсоров и связывание этой информации с выполнением тех или иных действий посредством планирования включает в себя обработку и анализ данных на всех этапах вышеупомянутого цикла «сбор данных-планирование-выполнение». Инженеры в значительной степени полагаются на известные аналитические методы, основанные на машинном обучении, статистике, оптимизации и компьютерном зрении, и заимствуют их.

Но иногда робототехники придумывают оригинальные методы, которые изначально были разработаны для решения конкретных задач робототехники, такие как SLAM (англ. simultaneous localization and mapping — одновременная локализация и построение карты), которые позже используются в других целях. Задача SLAM связана с построением карты неизвестного пространства мобильным роботом во время навигации по строящейся карте. Задача SLAM состоит из множества частей [1]: нахождение ориентиров в пространстве, поиск их соответствий, вычисление местоположения, уточнение местоположения и положений ориентиров. Существуют различные способы реализации разных подзадач.

Метод SLAM сочетает в себе изначально отдельные процессы наблюдения и моделирования окружающей среды робота с оценкой собственной позиции робота в модели его среды. Данная концепция применяется для решения проблем, связанных, например, с поддержанием ситуационной осведомленности людей или групп, работающих в неопределенных и меняющихся условиях.

Задача SLAM, как правило, разбивается на следующие подзадачи:

1. Рекурсивный фильтр [2].
2. Нахождение ориентиров в пространстве.
3. Поиск соответствий между ориентирами.
4. Пересчет положения робота.
5. Уточнение положения ориентиров на карте.

На протяжении выполнения всего алгоритма, схематично проиллюстрированного выше, данные, получаемые датчиками, обрабатываются. На основании этих данных происходит поиск ориентиров и составляется их описание, которое далее используется для поиска соответствий. Ориентиры и описания хранятся в специальных структурах, динамически создаваемых во время выполнения алгоритма. При обнаружении ориентира происходит поиск соответствия в структуре, и, если данного ориентира в ней не существует, то он добавляется туда вместе со своим описанием. Ориентиры в структуре используются для вычисления и корректировки положения. Для того, чтобы уточнить положение объекта, применяется рекурсивный фильтр. Он также используется для оценки положения и скорости устройства основываясь на множестве полученных неточных данных о локации. Затем, на

основании результатов работы фильтра происходит корректировка положений всех найденных ориентиров, описание которых содержится в вышеупомянутой структуре.



Рисунок 1. – Работа приложения, использующего библиотеку ORB-SLAM2



Рисунок 2. – Схема алгоритма SLAM

Фильтр Калмана[3, 4] применяется для вычисления положения неподвижных пространственных ориентиров, так как они удовлетворяют свойству линейности, однако не получил широкого распространения в решениях SLAM задач. Работа фильтра разделяется на несколько этапов.

На этапе экстраполяции происходит предсказание вектора состояния системы исходя из оценки вектора состояния и учета вектора управления для перехода с шага (k-1) на шаг k:

$$\hat{\mathbf{x}}_{k|k-1} = \mathbf{F}_k \hat{\mathbf{x}}_{k-1|k-1} + \mathbf{B}_k \mathbf{u}_{k-1}, \text{ где}$$

$\hat{\mathbf{x}}_{n|m}$ - оценка истинного вектора в момент n с учетом измерений с момента начала работы и по момент m включительно,

\mathbf{F}_k - матрица эволюции процесса/системы, которая воздействует на вектор состояния в момент $(k-1)$ \mathbf{x}_{k-1} ,

\mathbf{B}_k - матрица управления, которая прикладывается к вектору управляющих

\mathbf{u}_{k-1} воздействий ,
 \mathbf{u}_{k-1} - вектор управляющих воздействий.

Этап коррекции служит для уточнения полученной экстраполяции вектора состояния. Отклонение полученного на шаге k наблюдения от наблюдения, ожидаемого при произведенной экстраполяции рассчитывается по формуле:

$$\tilde{\mathbf{y}}_k = \mathbf{z}_k - \mathbf{H}_k \hat{\mathbf{x}}_{k|k-1}, \text{ где}$$

\mathbf{z}_k - измерение истинного вектора состояния в момент k ,

$\hat{\mathbf{x}}_{k|k-1}$ - предварительная оценка состояния системы на текущий шаг по итоговой оценке состояния с предыдущего шага.

Далее, с учетом рассчитанного отклонения происходит коррекция вектора состояния.

Описанный выше фильтр крайне эффективен для определения положения неподвижных объектов в пространстве, однако не применим для автономного устройства. Для достижения этих целей используется ансцентный фильтр Калмана[5, 6, 7].

Что касается будущих применений больших данных в робототехнике, эти две сферы будут продолжать сосуществовать и взаимно обогащать друг друга.

Рассмотрим в качестве примера методологии глубокого обучения: их появление и развитие в последние несколько лет является побочным эффектом увеличения темпов распространения больших данных и возрастающего успеха их применения в различных сферах, включая разработку визуальных датчиков в робототехнике. Было найдено множество способов применения парадигмы нейронной сети при анализе больших и сложных потоков данных для более эффективного решения задач робототехники, причем в нескольких случаях сообщество робототехников внесло свой вклад в развитие концепции глубокого обучения.

Заключение. Популярность SLAM в первую очередь связана именно с появлением мобильной робототехники в помещениях. Как показала практика, использование GPS не может обеспечить приемлемое качество навигации для использования внутри помещений. Кроме того, SLAM предлагает отличную альтернативу встроенным картам, показывая, что работа робота возможна даже в отсутствие заранее построенной схемы локации.

Список литературы

- [1.] Riisgaard S., Blas M. R. SLAM for Dummies. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/36832/16-412JSpring2004/NR/rdonlyres/Aeronautics-and-Astronautics/16-412JSpring2004/A3C5517F-C092-4554-AA43-232DC74609B3/0/1Aslam_blas_report.pdf
- [2.] Infinite impulse response. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: www.bores.com/courses/intro/iir/index.htm
- [3.] Welch G., Bishop G. An Introduction to the Kalman Filter. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf7
- [4.] Riberio M. I. Kalman and Extended Kalman Filters: Concept, Derivation and Properties. 2004. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: <http://users.isr.ist.utl.pt/~mir/pub/kalman.pdf>
- [5.] Van der Merve R., Wan E. A. The square-root unscented Kalman filter for state and parameter-estimation. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: <http://speech.bme.ogi.edu/publications/ps/merwe01a.pdf>
- [6.] Bries M., Maskell S. R., Wright R. A Rao-Blackwellised unscented Kalman filter. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sigproc.eng.cam.ac.uk/~mb511/papers/rbukf.pdf>
- [7.] Naerum E., King H. H., Hannaford B. Robusness of unscented Kalman filter for state and parameter estimation in an elastic transmission. [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.roboticsproceedings.org/rss05/p25.pdf>

BIG DATA APPLICATION TO THE ROBOTICS ON THE EXAMPLE OF SLAM

A.Y. Kulsha
BSUIR student

M.A. Klimovich
BSUIR student

M.V. Sterjanov
Ph.D., Associate Professor, Department
of Computer Science, BSUIR

I.Y. Izgachev
BSUIR student

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: alexanderkulsha@gmail.com

Abstract. The concept of big data - or technological methods for collecting, analyzing and disseminating a huge amount of raw data - has had a profound impact on almost all scientific fields. In comparison with other areas, robotics is distinguished by the fact that it allows an embodied object (English accomplished agent) to interact physically with the world. Big data technologies face new challenges when applied to robotics problems, which in turn are characterized not only by a multidimensional input data space, but also by a multidimensional, continuously calculated output data space. This huge cycle of data creation and training should lead to significant progress in robotics and at the same time enrichment of the sciences adjacent to Big Data, developing areas such as incremental and interactive learning. An example of a direction closely related to big data is SLAM technology. The presented work contains the basic concepts of technology, describes the general principle of the algorithm for solving one of the typical SLAM problems, estimates the prospect of further integration of big data and robotics methods.

Keywords: SLAM, robotics, Kalman filter, big data.

УДК 336.74:004.738.5

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ: ВЫДЕЛЕНИЕ АССОЦИАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА АПРИОРИ



А.А. Городок

Магистрант кафедры МиИОЭС УО
ГрГУ.им. Я.Купалы



Н.В. Марковская

Доцент кафедры МиИОЭС
УО ГрГУ.им. Я.Купалы

УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

E-mail: alexander.gorodok.ed@gmail.com, n.markovskaya@grsu.by

А. А. Городок

Окончил Гродненский государственный университет имени Янки Купалы. Магистрант кафедры математического и информационного обеспечения экономических систем УО ГрГУ им. Я. Купалы.

Н.В. Марковская

Доцент кафедры математического и информационного обеспечения экономических систем УО ГрГУ им. Я.Купалы, кандидат физико-математических наук, доцент

Аннотация. Современные базы данных имеют очень большие размеры, достигающие гига- и терабайтов, и тенденцию к дальнейшему увеличению. И поэтому, для нахождения ассоциативных правил требуются эффективные масштабируемые алгоритмы, позволяющие решить задачу за приемлемое время. Об одном из таких алгоритмов и пойдет речь.

Ключевые слова: категории, хеш-функции, извлечение правил, ассоциативные правила, алгоритм Apriori.

История

Алгоритм Apriori был предложен в 1994 г. Rakesh Agrawal и Ramakrishnan Srikant, исследовательская группа Almaden (IBM) и в настоящее время является одним из наиболее популярных алгоритмов поиска ассоциативных правил. [1]

Свойства алгоритма.

Алгоритм позволяет сократить пространства поиска благодаря свойству антимонотонности множеств, которое утверждает, что если предметный набор Z не является частым, то добавление к нему некоторого нового предмета A не делает его таковым. Иными словами, если Z не является частым, то и $Z+A$ также не будет им.

Начало работы с алгоритмом.

Для того, чтобы было возможно применить алгоритм, необходимо провести предобработку данных: во-первых, привести все данные к бинарному виду; во-вторых, изменить структуру данных.

Пример нормализации:

Номер транзакции	Наименование элемента		Количество
1001	A		2
1001	D		3
1001	E		1
1002	A		2
1002	F		1
1003	B		2
1003	A		2
1003	C		2
...

TID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	...
1001	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	...
1002	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	...
1003	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	...

Рисунок 1. – Таблицы данных до и после нормализации

Свойство антимонотонности.

Выявление часто встречающихся наборов элементов – операция, требующая много вычислительных ресурсов и, соответственно, времени. Прimitивный подход к решению данной задачи – простой перебор всех возможных наборов элементов. Это потребует $O(2^{|I|})$ операций, где $|I|$ – количество элементов. Argioi использует одно из свойств поддержки, гласящее: поддержка любого набора элементов не может превышать минимальной поддержки любого из его подмножеств. Например, поддержка 3-элементного набора {Хлеб, Масло, Молоко} будет всегда меньше или равна поддержке 2-элементных наборов {Хлеб, Масло}, {Хлеб, Молоко}, {Масло, Молоко}. Дело в том, что любая транзакция, содержащая {Хлеб, Масло, Молоко}, также должна содержать {Хлеб, Масло}, {Хлеб, Молоко}, {Масло, Молоко}, причем обратное не верно.

Это свойство носит название анти-монотонности и служит для снижения размерности пространства поиска. Не имея мы в наличии такого свойства, нахождение многоэлементных наборов было бы практически невыполнимой задачей в связи с экспоненциальным ростом вычислений.

Свойству анти-монотонности можно дать и другую формулировку: с ростом размера набора элементов поддержка уменьшается, либо остается такой же. Из всего вышесказанного следует, что любой k -элементный набор будет часто встречающимся тогда и только тогда, когда все его $(k-1)$ -элементные подмножества будут часто встречающимися.

Все возможные наборы элементов из I можно представить в виде решетки, начинающейся с пустого множества, затем на 1 уровне 1-элементные наборы, на 2-м – 2-элементные и т.д. На k уровне представлены k -элементные наборы, связанные со всеми своими $(k-1)$ -элементными подмножествами.

Шаги алгоритма.

На первом шаге алгоритма подсчитываются 1-элементные часто встречающиеся наборы. Для этого необходимо пройтись по всему набору данных и подсчитать для них поддержку, т.е. сколько раз встречается в базе.

Следующие шаги будут состоять из двух частей: генерации потенциально часто встречающихся наборов элементов (их называют кандидатами) и подсчета поддержки для кандидатов.

Описанный выше алгоритм можно записать в виде следующего псевдокода:

```
F1 = {часто встречающиеся 1-элементные наборы}
для (k=2; Fk-1 <> ∅; k++) {
  Ck = Apriorigen(Fk-1) // генерация кандидатов
  для всех транзакций t ∈ T {
    Ct = subset(Ck, t) // удаление избыточных правил
    для всех кандидатов c ∈ Ct
      c.count ++
  }
  Fk = { c ∈ Ck | c.count >= minsupport } // отбор кандидатов
}
Результат ∪ Fk
```

Описание алгоритма.

Опишем функцию генерации кандидатов. На это раз нет никакой необходимости вновь обращаться к базе данных. Для того, чтобы получить k -элементные наборы, воспользуемся $(k-1)$ -элементными наборами, которые были определены на предыдущем шаге и являются часто встречающимися.

Вспомним, что наш исходный набор хранится в упорядоченном виде. Генерация кандидатов также будет состоять из двух шагов.

Объединение.

Каждый кандидат C_k будет формироваться путем расширения часто встречающегося набора размера $(k-1)$ добавлением элемента из другого $(k-1)$ -элементного набора.

Приведем алгоритм этой функции Apriorigen в виде небольшого SQL-подобного запроса.

```
insert into Ck
select p.item1, p.item2, ..., p.itemk-1, q.itemk-1
From Fk-1 p, Fk-1 q
where p.item1 = q.item1, p.item2 = q.item2, ..., p.itemk-2 = q.itemk-2, p.itemk-1 < q.itemk-1
```

Удаление избыточных правил.

На основании свойства анти-монотонности, следует удалить все наборы $c \in C_k$ если хотя бы одно из его $(k-1)$ подмножеств не является часто встречающимся.

После генерации кандидатов следующей задачей является подсчет поддержки для каждого кандидата. Очевидно, что количество кандидатов может быть очень большим и нужен эффективный способ подсчета. Самый тривиальный способ – сравнить каждую транзакцию с каждым кандидатом. Но это далеко не лучшее решение. Гораздо быстрее и эффективнее использовать подход, основанный на хранении кандидатов в хэш-дереве. Внутренние узлы дерева содержат хэш-таблицы с указателями на потомков, а листья – на кандидатов. Это дерево нам пригодится для быстрого подсчета поддержки для кандидатов.

Хэш-дерево строится каждый раз, когда формируются кандидаты. Первоначально дерево состоит только из корня, который является листом, и не содержит никаких кандидатов-наборов. Каждый раз, когда формируется новый кандидат, он заносится в корень дерева и так до тех пор, пока количество кандидатов в корне-листе не превысит некоего порога. Как только количество кандидатов становится больше порога, корень преобразуется в хэш-таблицу, т.е. становится внутренним узлом, и для него создаются потомки-листья. И все примеры распределяются по узлам-потомкам согласно хэш-значениям элементов, входящих в набор, и т.д. Каждый новый кандидат хэшируется на внутренних узлах, пока он не достигнет первого узла-листа, где он и будет храниться, пока количество наборов опять же не превысит порога.

Хэш-дерево с кандидатами-наборами построено, теперь, используя хэш-дерево, легко подсчитать поддержку для каждого кандидата. Для этого нужно "пропустить" каждую транзакцию через дерево и увеличить счетчики для тех кандидатов, чьи элементы также содержатся и в транзакции, т.е. $S_k \cap T_i = S_k$. На корневом уровне хэш-функция применяется к каждому элементу из транзакции. Далее, на втором уровне, хэш-функция применяется ко вторым элементам и т.д. На k -уровне хэшируется k -элемент. И так до тех пор, пока не достигнем листа. Если кандидат, хранящийся в листе, является подмножеством рассматриваемой транзакции, тогда увеличиваем счетчик поддержки этого кандидата на единицу.

После того, как каждая транзакция из исходного набора данных "пропущена" через дерево, можно проверить удовлетворяют ли значения поддержки кандидатов минимальному порогу. Кандидаты, для которых это условие выполняется, переносятся в разряд часто встречающихся. Кроме того, следует запомнить и поддержку набора, она нам пригодится при извлечении правил. Эти же действия применяются для нахождения $(k+1)$ -элементных наборов и т.д.

После того как найдены все часто встречающиеся наборы элементов, можно приступить непосредственно к генерации правил.

Извлечение правил – менее трудоемкая задача. Во-первых, для подсчета достоверности правила достаточно знать поддержку самого набора и множества, лежащего в условии правила. Например, имеется часто встречающийся набор $\{A, B, C\}$ и требуется подсчитать достоверность для правила $AB \Rightarrow C$. Поддержка самого набора нам известна, но и его множество $\{A, B\}$, лежащее в условии правила, также является часто встречающимся в силу свойства анти-монотонности, и значит его поддержка нам известна. Тогда мы легко сможем подсчитать достоверность. Это избавляет нас от нежелательного просмотра базы транзакций, который потребовался в том случае если бы это поддержка была неизвестна.

Чтобы извлечь правило из часто встречающегося набора F , следует найти все его непустые подмножества. И для каждого подмножества s мы сможем сформулировать правило $s \Rightarrow (F - s)$, если достоверность правила $\text{conf}(s \Rightarrow (F - s)) = \text{supp}(F)/\text{supp}(s)$ не меньше порога minconf .

Заметим, что числитель остается постоянным. Тогда достоверность имеет минимальное значение, если знаменатель имеет максимальное значение, а это происходит в том случае, когда в условии правила имеется набор, состоящий из одного элемента. Все супермножества данного множества имеют меньшую или равную поддержку и, соответственно, большее значение достоверности. Это свойство может быть использовано

при извлечении правил. Если мы начнем извлекать правила, рассматривая сначала только один элемент в условии правила, и это правило имеет необходимую поддержку, тогда все правила, где в условии стоят супермножества этого элемента, также имеют значение достоверности выше заданного порога. Например, если правило $A \Rightarrow BCDE$ удовлетворяет минимальному порогу достоверности `minconf`, тогда $AB \Rightarrow CDE$ также удовлетворяет. Для того, чтобы извлечь все правила используется рекурсивная процедура. Важное замечание: любое правило, составленное из часто встречающегося набора, должно содержать все элементы набора. Например, если набор состоит из элементов $\{A, B, C\}$, то правило $A \Rightarrow B$ не должно рассматриваться. [2]

Пример использования.

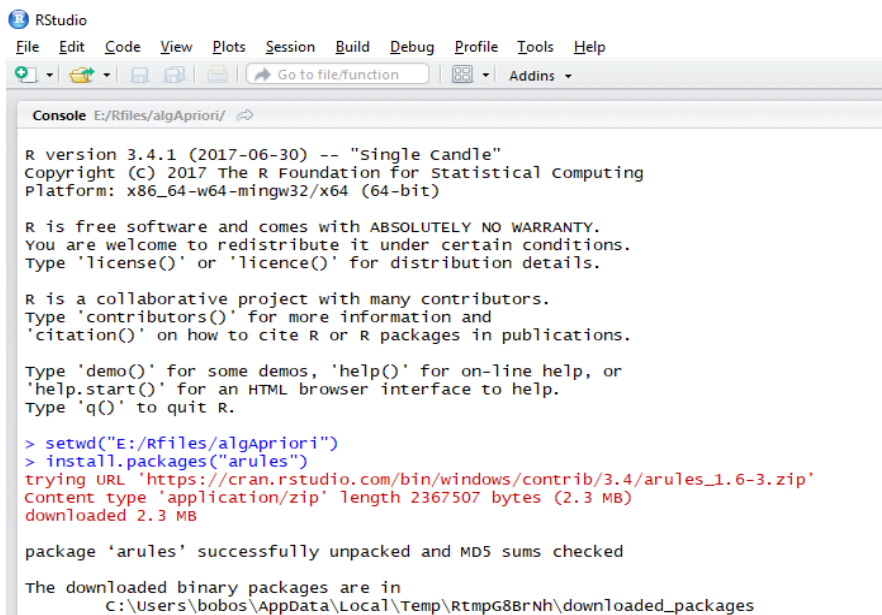
Пакет “arules”. Один из самых популярных и хорошо изученных подходов, используемых в анализе данных для выявления интересных связей в обширных базах данных, частые наборы (`frequent itemsets`) и ассоциативные правила (`association rules`).

В языке R для использования алгоритма необходим пакет “arules”. Пакет “arules” системы R представляет основу для создания и преобразования входных данных: обеспечивает фундамент для представления, преобразования и анализа транзакционных данных и моделей - частых наборов и ассоциативных правил, - так же обеспечивает интерфейс для реализации в C основанных на идее ассоциативных правил алгоритмов Apriori и Eclat. Эти алгоритмы могут быть использованы для формирования частых наборов, максимальных частых наборов (`maximal frequent itemsets`), объемлющих частых наборов (`closed frequent itemsets`) и ассоциативных правил.

Структура данных. Обычные частые наборы или типичные транзакции содержат относительно маленькое количество бинарных признаков по сравнению с общим количеством доступных бинарных признаков, потому естественным представлением такого типа данных является формат разреженных матриц - класс `ngCMatrix` пакета

`Matrix`, в котором `ngCMatrix` - сжатая, разреженная, логическая, столбцовоориентированная матрица, содержащая вектор элементов с значением `TRUE` в первой строке и указатели на первые элементы столбцов во второй. Нумерация в обоих векторах начинается с 0.

Т.к. более удобно работать с строчно-ориентированными матрицами, в пакете реализован класс `itemMatrix` - строчно-ориентированный вариант `ngCMatrix`. В этом случае `ngCMatrix` может быть доступна методом `as()`, приводящим `itemMatrix` к `ngCMatrix`.



```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
Go to file/function Addins
Console E:/Rfiles/algApriori/
R version 3.4.1 (2017-06-30) -- "single candle"
Copyright (C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

> setwd("E:/Rfiles/algApriori")
> install.packages("arules")
trying URL 'https://cran.rstudio.com/bin/windows/contrib/3.4/arules_1.6-3.zip'
content type 'application/zip' length 2367507 bytes (2.3 MB)
downloaded 2.3 MB

package 'arules' successfully unpacked and MD5 sums checked

The downloaded binary packages are in
C:\Users\bobos\AppData\Local\Temp\RtmpG8BrNh\downloaded_packages
```

Рисунок 2. – Установка пакета “arules”

Для визуализации результатов использоваться будет пакет, созданный специально для названного выше: “arulesViz”.

Большинство методов визуализации описаны Bruzese and Davino (2008), однако мы добавили больше оттенков, изменение порядка и интерактивные функции (см. Hahsler, 2017). Много визуализации методы принимают дополнительные параметры в качестве списка параметров управления. Хотя мы старались сохранить параметры управления согласованы, доступные параметры управления отличаются незначительно) от визуализации метод к визуализации метод. Полный список параметров со значениями по умолчанию можно получить используя подробный режим.

Несколько интерактивных графиков возвращают набор выбранных правил / наборов элементов. Другие графики могут возвращать другие структуры данных. Например, основанные на графике графики возвращают график (невидимо). Движок "htmlwidget" всегда возвращает объект класса htmlwidget.

Простая визуализация правил ассоциации заключается в использовании точечной диаграммы с двумя интересными мерами на осях. Такое представление можно найти уже в ранней статье Баярдо-младшего и Агравала (1999), когда они обсуждают оптимальные правила. Методом по умолчанию для plot () для правил ассоциации в arulesViz является точечный график с использованием поддержки и достоверности на осях.

```
> install.packages("arulesviz")

There is a binary version available but the source version is later:
  binary source needs_compilation
arulesviz 1.3-2 1.3-3             FALSE

installing the source package 'arulesviz'

trying URL 'https://cran.rstudio.com/src/contrib/arulesviz_1.3-3.tar.gz'
Content type 'application/x-gzip' length 783780 bytes (765 KB)
downloaded 765 KB

* installing *source* package 'arulesviz' ...
** package 'arulesviz' successfully unpacked and MD5 sums checked
** R
** inst
** preparing package for lazy loading
warning: package 'arules' was built under R version 3.4.4
** help
*** installing help indices
** building package indices
** installing vignettes
** testing if installed package can be loaded
*** arch - i386
warning: package 'arules' was built under R version 3.4.4
*** arch - x64
warning: package 'arules' was built under R version 3.4.4
* DONE (arulesviz)

The downloaded source packages are in
  'C:\Users\bobos\AppData\Local\Temp\RtmpG8BrNh\downloaded_packages'

>
```

Рисунок 3. – Установка пакета “arulesViz”

Пример создания транзакций для датасета:

```
patterns = random.patterns(nItems = 1000)
> summary(patterns)
set of 2000 itemsets
most frequent items:
item641 item908 item771 item215 item225 (Other)
  80   74   73   55   50  7599

element (itemset/transaction) length distribution:sizes
 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12
114 304 446 465 311 187 94 48 21 8 1 1

  Min. 1st Qu.  Median   Mean 3rd Qu.  Max.
 1.000 3.000  4.000  3.966  5.000 12.000
summary of quality measures:

  pWeights      pCorrupts
Min. :1.160e-07 Min. :0.0000
1st Qu.:1.469e-04 1st Qu.:0.2925
Median :3.293e-04 Median :0.4922
Mean :5.000e-04 Mean :0.4998
3rd Qu.:6.953e-04 3rd Qu.:0.7066
```

Max. :4.954e-03 Max. :1.0000

includes transaction ID lists: FALSE

```
> trans = random.transactions(nItems = 1000, nTrans = 1000, method = "agrawal", patterns = patterns)
> image(trans)
```

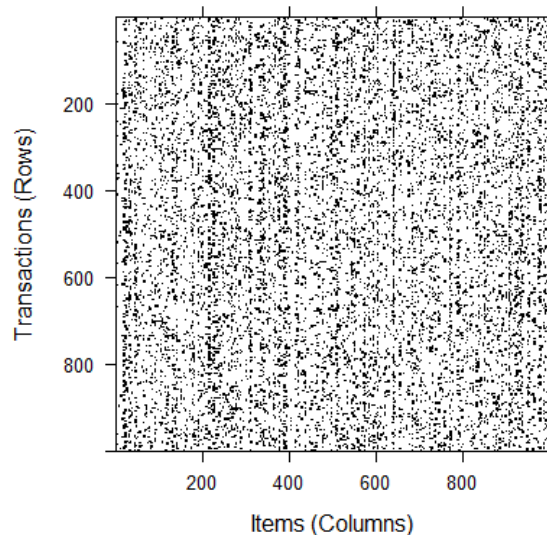


Рисунок 4. – График сгенерированных транзакций

Пример использования алгоритма.

```
> # implement Apriori Algorithm
> # create transactions
> txn <- as(as.list(as.matrix(grocery)), "transactions")
> # generate rules
> rules = apriori(data = txn, parameter = list(support = 0.01, confidence = 0.5))
```

Особенности применения алгоритма.

Требуется ли этот метод обучения или он самообучающийся? Apriori обычно рассматривается как самообучающийся алгоритм, поэтому его часто применяют для поиска интересных шаблонов и отношений. Существует модификация алгоритма Apriori, способная проводить классификацию маркированных данных. В процессе работы алгоритм может быть довольно ресурсоёмким; вычисления могут занять достаточно много времени. Где он используется? Существует огромное количество реализаций Apriori. Одни из самых популярных – это ARtool, Weka и Orange.

Пример работы с датасетом данных людей с корабля «Титаник».

Загрузка датасета и информация о нём.

```
## installing vignettes
## testing if installed package can be loaded
### arch - i386
Warning: package 'arules' was built under R version 3.4.4
### arch - x64
Warning: package 'arules' was built under R version 3.4.4
* DONE (arulesviz)

The downloaded source packages are in
  'C:\Users\bobos\AppData\Local\Temp\RtmpG8BrNh\downloaded_packages'
> load("E:/Rfiles/algApriori/titanic.raw.rdata")
> image(titanic.raw)
Error in image.default(titanic.raw) : 'z' must be a matrix
> summary(titanic.raw)
  Class      Sex      Age      Survived
1st :325   Female: 470   Adult:2092   No :1490
2nd :285   Male  :1731   child: 109   Yes: 711
3rd :706
Crew:885
>
```

Рисунок 4. – Детали о наборе данных

Получение правил и информация о них:
Применение алгоритма с стандартными настройками.
Получен набор из 27 правил.

```
> rules <- apriori(titanic.raw)
Error in apriori(titanic.raw) : could not find function "apriori"
> library(arules)
Loading required package: Matrix

Attaching package: 'arules'

The following objects are masked from 'package:base':

  abbreviate, write

Warning message:
package 'arules' was built under R version 3.4.4
> library(arulesviz)
Loading required package: grid
> rules <- apriori(titanic.raw)
Apriori

Parameter specification:
 confidence minval smax arem aval originalsupport maxtime support minlen maxlen target ext
           0.8   0.1   1 none FALSE                TRUE     5   0.1    1   10 rules FALSE

Algorithmic control:
 filter tree heap memopt load sort verbose
  0.1 TRUE TRUE  FALSE TRUE   2   TRUE

Absolute minimum support count: 220

set item appearances ...[0 item(s)] done [0.00s].
set transactions ...[10 item(s), 2201 transaction(s)] done [0.00s].
sorting and recoding items ... [9 item(s)] done [0.00s].
creating transaction tree ... done [0.00s].
checking subsets of size 1 2 3 4 done [0.00s].
writing ... [27 rule(s)] done [0.00s].
creating S4 object ... done [0.00s].
```

Рисунок 5. –Детали о правилах

Результаты анализа правил, приведение их в графиках.

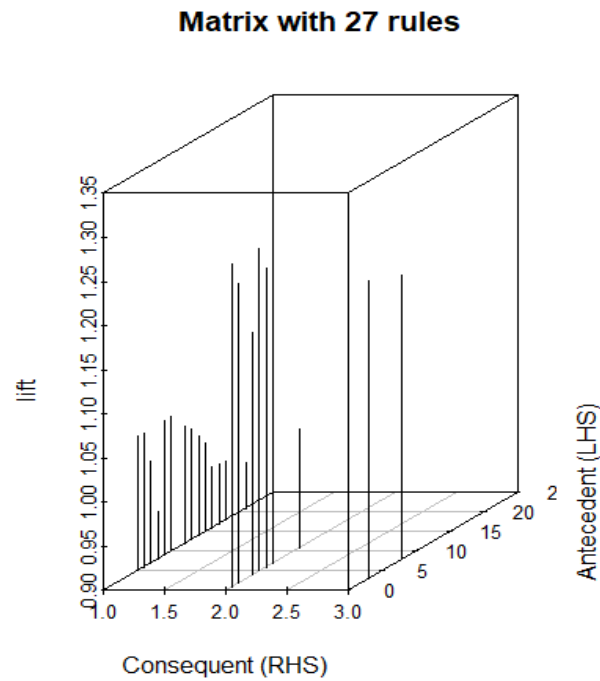


Рисунок 6. – 3Д-график результатов, показывающая самую высокую концентрацию правил с последствием 2.

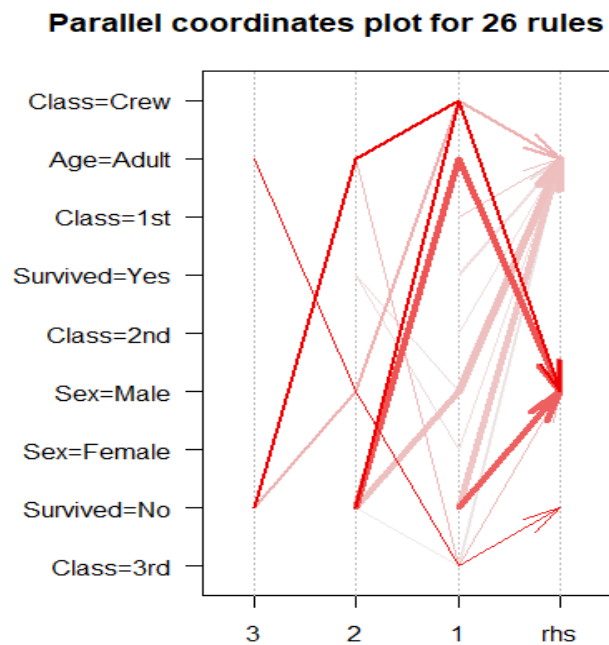


Рисунок 7. – 2Д график результатов, показывающий самую сильную связанность мужского пола с возрастом и классом и с невозможностью выжить.

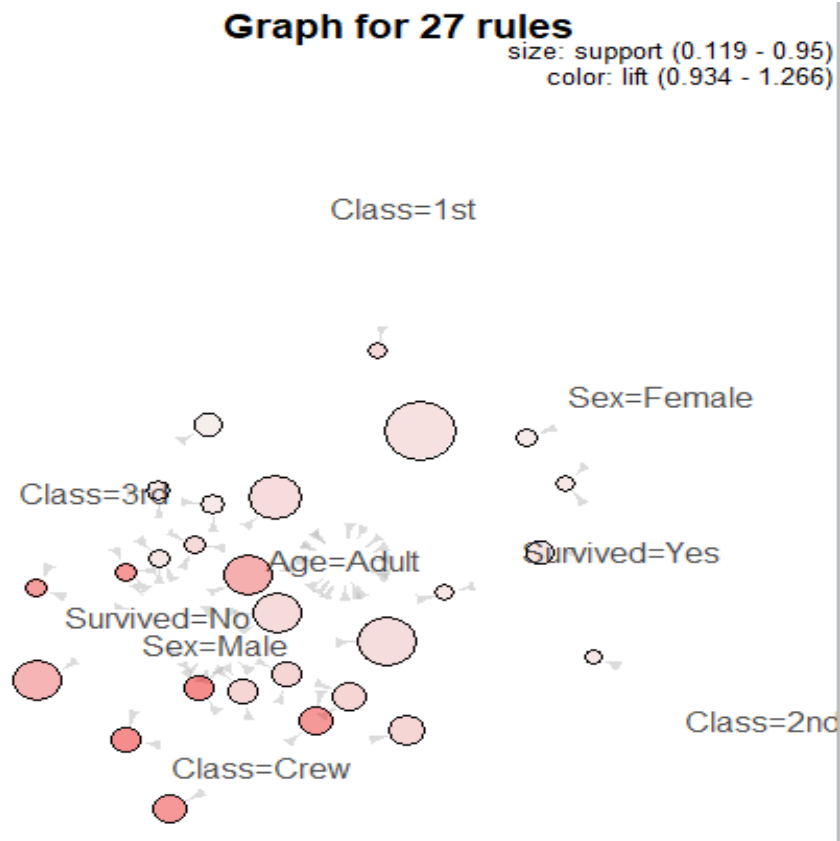


Рисунок 8. – 2Д график группирующий результаты для анализа

	lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1]	{}	=> {Age=Adult}	0.9504771	0.9504771	1.0000000	2092
[2]	{Class=2nd}	=> {Age=Adult}	0.1185825	0.9157895	0.9635051	261
[3]	{Class=1st}	=> {Age=Adult}	0.1449341	0.9815385	1.0326798	319
[4]	{Sex=Female}	=> {Age=Adult}	0.1930940	0.9042553	0.9513700	425
[5]	{Class=3rd}	=> {Age=Adult}	0.2848705	0.8881020	0.9343750	627
[6]	{Survived=Yes}	=> {Age=Adult}	0.2971377	0.9198312	0.9677574	654
[7]	{Class=Crew}	=> {Sex=Male}	0.3916402	0.9740113	1.2384742	862
[8]	{Class=Crew}	=> {Age=Adult}	0.4020900	1.0000000	1.0521033	885
[9]	{Survived=No}	=> {Sex=Male}	0.6197183	0.9154362	1.1639949	1364
[10]	{Survived=No}	=> {Age=Adult}	0.6533394	0.9651007	1.0153856	1438
[11]	{Sex=Male}	=> {Age=Adult}	0.7573830	0.9630272	1.0132040	1667
[12]	{Sex=Female, survived=Yes}	=> {Age=Adult}	0.1435711	0.9186047	0.9664669	316
[13]	{Class=3rd, Sex=Male}	=> {Survived=No}	0.1917310	0.8274510	1.2222950	422
[14]	{Class=3rd, Survived=No}	=> {Age=Adult}	0.2162653	0.9015152	0.9484870	476
[15]	{Class=3rd, Sex=Male}	=> {Age=Adult}	0.2099046	0.9058824	0.9530818	462
[16]	{Sex=Male, Survived=Yes}	=> {Age=Adult}	0.1535666	0.9209809	0.9689670	338
[17]	{Class=Crew, Survived=No}	=> {Sex=Male}	0.3044071	0.9955423	1.2658514	670
[18]	{Class=Crew, Survived=No}	=> {Age=Adult}	0.3057701	1.0000000	1.0521033	673
[19]	{Class=Crew, Sex=Male}	=> {Age=Adult}	0.3916402	1.0000000	1.0521033	862
[20]	{Class=Crew, Age=Adult}	=> {Sex=Male}	0.3916402	0.9740113	1.2384742	862
[21]	{Sex=Male, Survived=No}	=> {Age=Adult}	0.6038164	0.9743402	1.0251065	1329
[22]	{Age=Adult, survived=No}	=> {Sex=Male}	0.6038164	0.9242003	1.1751385	1329
[23]	{Class=3rd, Sex=Male, Survived=No}	=> {Age=Adult}	0.1758292	0.9170616	0.9648435	387
[24]	{Class=3rd, Age=Adult, Survived=No}	=> {Sex=Male}	0.1758292	0.8130252	1.0337773	387
[25]	{Class=3rd, Sex=Male, Age=Adult}	=> {Survived=No}	0.1758292	0.8376623	1.2373791	387
[26]	{Class=Crew, Sex=Male, Survived=No}	=> {Age=Adult}	0.3044071	1.0000000	1.0521033	670
[27]	{Class=Crew, Age=Adult, Survived=No}	=> {Sex=Male}	0.3044071	0.9955423	1.2658514	670

Рисунок 9. – Список правил.

Заключение

Рассматриваемый алгоритм априори выделяет значимые ассоциации, которые являются ключевыми для датасета и позволяет продолжить работу над ними. За счёт сокращения пространства поиска скорость выше, чем у альтернативных алгоритмов, что особенно важно с современными масштабами данных. В рассматриваемом датасете было выделено 27 правил, самые значимые из которых говорят о плохой выживаемости мужчин первого и второго классов, экипажа. Говорят о хорошей выживаемости девушек. Вероятность выжить повышается как с полом, так и возрастом, чем моложе, тем ближе к выживанию были люди.

Список литературы

- [1.] Интернет ресурс - https://en.wikipedia.org/wiki/Apriori_algorithm Режим доступа: 01.07.2019
- [2.] Интернет ресурс - <https://basegroup.ru/community/articles/apriori> Режим доступа 01.07.2019
- [3.] Интернет ресурс - <http://datascientist.one/apriori-algorithm/> Режим доступа 01.07.2019

INTELLECTUAL DATA ANALYSIS. ALLOCATION OF ASSOCIATIONS WITH THE AID OF THE APRIORI ALGORITHM

A.E. Gorodok

*Master student of the Department of
Mathematical and Information Support of
Economic Systems,
YKSUG*

N.V. Markovskaya

*Associate professor of the Department of
Mathematical and Information Support of
Economic Systems,
YKSUG*

*Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus
E-mail: alexander.gorodok.ed@gmail.com, n.markovskaya@grsu.by*

Annotation. Modern databases have very large sizes, reaching gigabytes and terabytes, and a tendency to further increase. Therefore, to find associative rules, effective scalable algorithms are required to solve the problem in a reasonable time. One of these algorithms will be discussed.

Keywords: categories, hash functions, rule extraction, association rules, Apriori algorithm.

УДК 004.032.26

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВОПРОСОВ К ТЕКСТУ



В. В. Астрашаб
Студент БГУИР



М. А. Калугина
Доцент кафедры
информатики,
кандидат физико-
математических наук,
доцент



Д. А. Клебанов
Студент БГУИР



Д. С. Совпель
Студент БГУИР



К. И. Акулич
Студент БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: u.astraszab@gmail.com, dmitriy.klebanov@gmail.com, sovspace@gmail.com, kirillakulch0@gmail.com, marina_kalugina@list.ru

В. В. Астрашаб

В 2018 году окончил Могилевский государственный областной лицей №1. Принимал активное участие в олимпиадном движении, становился победителем олимпиад по математике, программированию, английскому языку и астрономии.

Д. А. Клебанов

В 2018 году окончил гимназию №2 города Могилева. В школьное время неоднократно становился победителем олимпиад по математике, программированию и физике. Победитель множества студенческих олимпиад по программированию, в том числе в четвертьфинале международной студенческой олимпиады (ACM ICPC).

Д. С. Совпель

В 2018 году окончил Кобринскую среднюю школу №7, где принимал активное участие в олимпиадном движении по математике и географии. В университете продолжает участвовать в олимпиадах: среди достижений – полуфинал BSUIR Open и диплом 2-й степени на олимпиаде БГУИР по математике.

К. И. Акулич

В 2018 году окончил СШ №2 г. Кировска. Принимал участие в олимпиадном движении, становился победителем олимпиад по математике и физике.

М. А. Калугина

После окончания мехмата БГУ, затем аспирантуры при кафедре САПР ФПМ БГУ работала в ИТК АН БССР. В настоящее время — доцент кафедры информатики БГУИР.

Аннотация. В данной работе рассмотрен алгоритм автоматической генерации вопросов к тексту, основанный на применении нейронных сетей. Описаны основные подходы к решению проблемы, устройство модели и реализация, приведены результаты работы алгоритма и перспективы для улучшения выбранного подхода.

Ключевые слова: генерация вопросов, большие данные, машинное обучение, нейросети, Natural Language Processing.

Введение

С развитием вычислительной техники и с появлением возможности автоматизации рутинных процессов человеческая деятельность во многих областях стала упрощаться. Большой скачок совершил учебный процесс в сфере образования: он не только перешел в Интернет, но и, в целом, стал более удобным как для преподавателей, так и для обучающихся.

Тесты и вопросы - одна из форм закрепления и контроля знаний. Чем более точно они подобраны, тем эффективнее можно реализовать процесс обучения. Автоматизированная система по составлению вопросов могла бы улучшить их качество и увеличить количество, тем самым покрывая больше деталей и тем программы обучения. Студенты при помощи системы могли бы сами генерировать вопросы по изученному материалу в качестве самопроверки.

Более того, эффективная генерация вопросов - открытая научная проблема, решение которой может помочь лучше понять работу мозга и механизмы языковых способностей человека. Генерация вопросов состоит из двух очень сложных процессов: анализа лексического и синтаксического контекста исходного предложения и построения по всем правилам языка нового предложения, которое основано на уже обработанной информации.

Одним из подходов к решению такой задачи является синтаксический анализ всех слов в предложении. На основе этой информации выделяются существительные или другие именные части речи, к которым и будет ставиться вопрос. Такой подход можно считать неэффективным из-за того, что не учитываются синтаксический и лексический контексты в исходном предложении. Результат такого алгоритма - вопросы к подлежащему, что также говорит о его недостаточной эффективности [1, 2].

Задачи по обработке синтаксического и лексического контекста, а также формированию предложений могут решаться при помощи методов машинного обучения, а именно: рекуррентных нейронных сетей для обработки естественного языка (natural language processing). Если провести анализ постановки задачи в контексте машинного обучения, то ее можно сформулировать как обучение с учителем (supervised learning). Подобные задачи генерации нового текста по заданному решаются с помощью использования энкодеров и декодеров. Особенностью обучения нейронной сети является потребность в больших объемах данных для обучения и в больших вычислительных мощностях для их обработки.

Описание модели

Модель состоит из двух частей.

– Рекуррентная нейронная сеть (RNN), которая обнаруживает слова, которые с наибольшей вероятностью являются ответами на потенциальные вопросы.

– Кодирующая-декодирующая нейронная сеть (encoder-decoder), которая генерирует вопросы к словам, выбранным RNN как наиболее вероятные ответы [4].

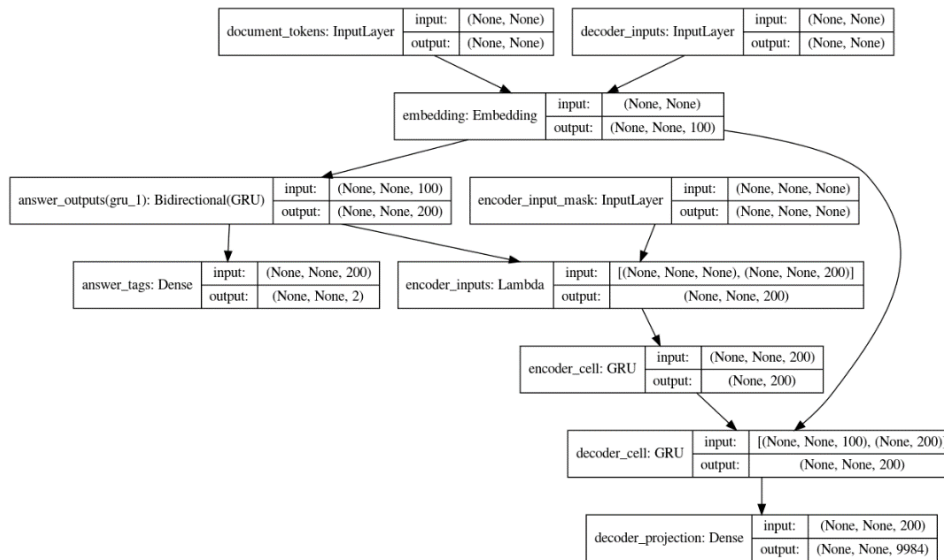


Схема 1. – Архитектура модели

Для примера рассмотрим текст из набора новостей CNN:

“They accepted the Liverpool captain 's version that he acted in self defense in punching businessman Marcus McGhee . The 29 year old was the only one of the seven defendants in the case to be cleared after an incident which was described by judge Henry Globe as an explosion of violence.”

После обработки данного текста первая модель должна выбрать наиболее вероятные слова, такие как Marcus McGhee, 29 year old, seven defendants, judge Henry Globe.

Затем вторая модель по выбранным словам генерирует вопрос. Например, по сочетанию слов “29 year old” сеть должна генерировать вопрос: “How many years old was the businessman?”

Векторизированный текст подается рекуррентной нейросети, которая обучается предсказывать, является ли это слово ответом на некоторый вопрос. Рекуррентная нейронная сеть состоит из двунаправленной цепи (рисунок 2) GRU-ячеек. Эти ячейки (рисунок 1) последовательно принимают каждое слово из текста и результат обработки текста соседними ячейками. Это позволяет учитывать связь между близкими словами в тексте. Двунаправленность позволяет учитывать не только предыдущие слова текста, но и последующие при обработке каждого слова.

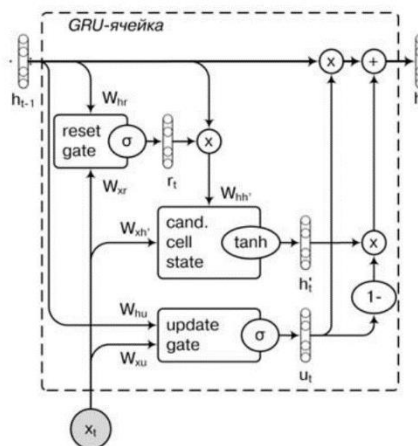


Рисунок 1. – Внутреннее строение GRU-ячейки [3]

Веса этой нейросети обучаются с помощью алгоритма обратного распространения ошибки во времени (backpropagation through time). Ошибка измеряется на тренировочном наборе данных, где слова, помеченные ответами хотя бы в одном примере, помечаются 1, а остальные - 0. Оптимизируемая функция ошибки - бинарная кросс-энтропия.

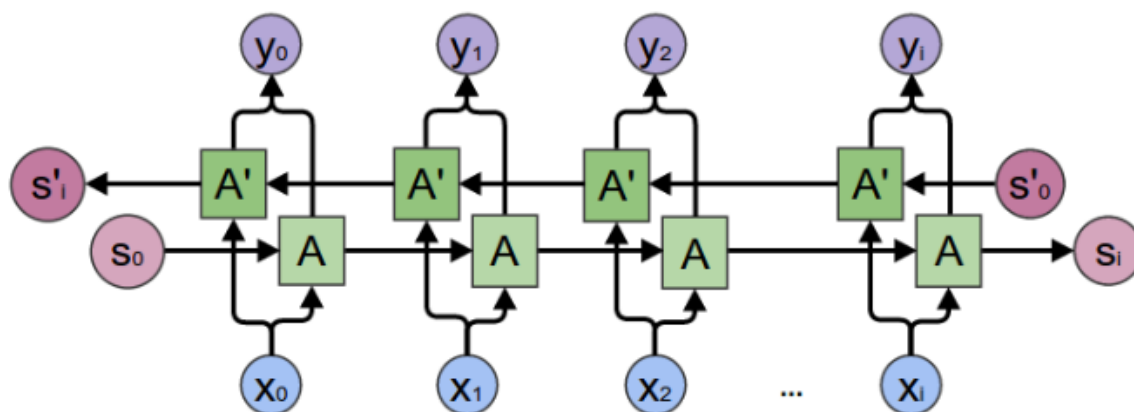


Рисунок 2. – Двухнаправленная сеть GRU-блоков, где x_i - векторы слов текста, y_i - предсказанные моделью вероятности того, что слово - это ответ на некий вопрос

Кодирующая-декодирующая нейронная сеть получает на вход предложение и маску с ответами, отделяющую слова, к которым нужно сгенерировать вопрос. Маска может быть составлена пользователем или автоматически на основе предсказаний предыдущего слова. Кодирующий слой (encoder) кодирует последовательность векторов слов ответа на потенциальный вопрос в один вектор, который далее будет “раскодирован” следующим слоем в вопрос.

Затем следующий слой (decoder) по вектору закодированного ответа со слоя encoder и исходному тексту последовательно генерирует слова вопроса. Генерация всегда начинается с токена <START>, после чего модель возвращает для слов из словаря вероятность того, что данное слово будет следующим в вопросе. Из полученных вероятностей выбирается максимальная, и это слово становится следующим словом вопроса. Процесс происходит до тех пор, пока модель не решит, что наиболее вероятным следующим словом будет токен <END>.

Слои encoder и decoder также состоят из GRU-ячеек и обучаются на ошибке отклонения сгенерированного вопроса от вопроса из тренировочного набора данных посредством алгоритма обратного распространения ошибки.

Реализация и обучение модели

Нейронные сети реализованы на языке Python с использованием библиотеки Keras. Для обучения модели был использован набор данных с новостями CNN и вопросами для них, состоящий из более чем 100000 примеров. Данный набор находится в открытом доступе в интернете и заранее разделён авторами на наборы для обучения (92000 примеров), валидации модели (5000) и финального тестирования (5000). Каждый пример из набора данных содержит номер новости, исходный текст, подходящий вопрос и номера слов в тексте, которые являются ответом на этот вопрос.

При подготовке данных для обучения наиболее часто встречающиеся слова заменены на векторы GloVe (Global Vectors for Word Representation), которые позволяют представить слова в виде, пригодном для обработки нейросетью, сохраняя лексическую взаимосвязь между словами. Затем такие слова пронумерованы, а реже встречающиеся слова заменены и помечены как <UNK> (неизвестное слово). На схеме 1 за этот процесс отвечает блок “Embedding”.

Для обучения весов модели использовалась модификация алгоритма стохастического градиентного спуска - алгоритм Adam. Оптимизируемая функция ошибки для нейронной сети не является выпуклой, поэтому использовались алгоритмы, которые находят локальный минимум. Алгоритм Adam быстрее и обеспечивает лучшую сходимость, чем другие модификации градиентного спуска. Также использовалось обучение по мини-батчам. Данные случайным образом разделялись на группы по 128 примеров (такая группа называется мини-батч от англ. mini-batch), и для каждой группы совершалась итерация алгоритма Adam. Период обучения, в течение которого модель будет обучена на всех данных из тренировочного набора по одному разу, называется эпохой. Наша модель обучалась в течение 4 эпох, то есть каждый пример из тренировочного набора был использован 4 раза. В течение этих 4 эпох можно наблюдать за ошибкой модели на текущем мини-батче тренировочных и валидационных данных. При успешном обучении ошибка должна снижаться одновременно для тренировочных и валидационных данных. Если ошибка снижается только на тренировочных данных, но увеличивается на валидационных, значит, модель переобучается (излишне подстраивается под тренировочные данные) и теряет способность к обобщению на неизвестные для неё примеры.

На рисунке 3 показано, как менялась ошибка модели в течение первой эпохи на тренировочных и валидационных данных. Как видно, обучение происходило корректно и переобучения не происходило.

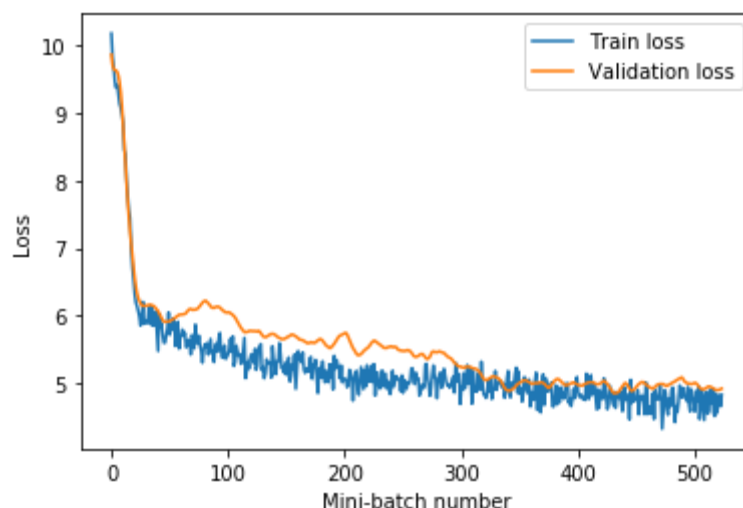


Рисунок 3. – Ошибка модели на тренировочных и валидационных данных

Полученные результаты

Для проверки работы модели было взято простое предложение на английском языке “I have an apple and two oranges”. Ниже для каждого слова представлены предсказанные моделью вероятности того, что это слово входит в ответ на некоторый вопрос.

0. I - 0.13

- Have - 0.12
- An - 0.17
- Apple - 0.21
- And - 0.17
- Two - 0.24
- Oranges - 0.21
- . - 0.01

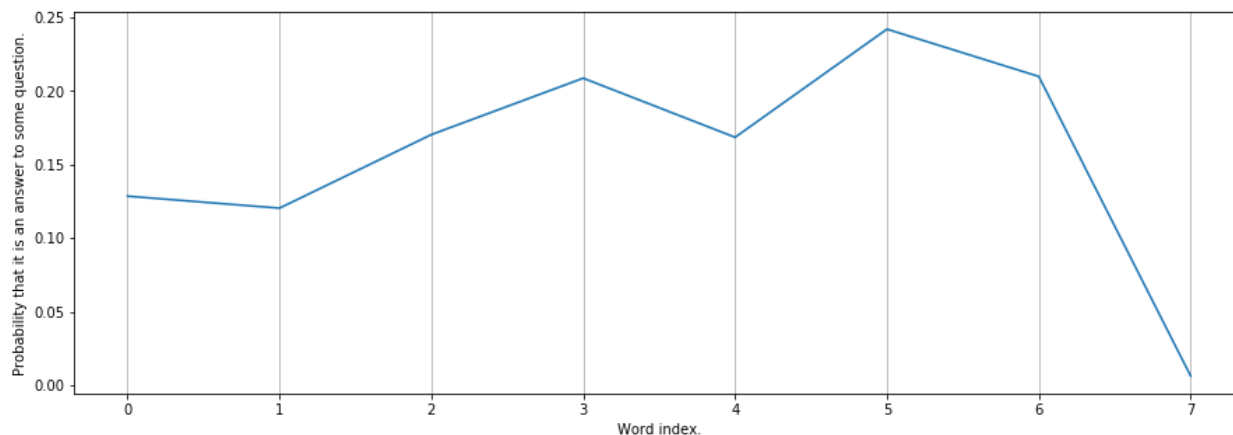


Рисунок 4. – Вероятности того, что каждое слово входит в ответ

Далее были выбраны наиболее вероятные сочетания слов и отправлены на вход второй модели. Вопросы, полученные для выбранных сочетаний.

- Для сочетания “An apple” сгенерирован вопрос “What is the name of the <UNK>?”
- Для слова “two” сгенерирован вопрос “How many children?”

Как видно, вопросы корректны с точки зрения грамматики. Модель отличает, например, числительные от существительных и подбирает в зависимости от этого правильную форму вопроса. Однако контекст вопроса может не совпадать с контекстом начального предложения. Также есть проблема с тем, что в некоторых случаях модель предсказывает неизвестное для словаря слово <UNK> как наиболее вероятное. Это связано с небольшим размером словаря.

Результат может быть улучшен, если продолжить обучать модель в течение большего количества эпох и на большем словаре, для чего может понадобиться мощное аппаратное обеспечение. Также можно развивать модель в сторону усложнения ее архитектуры.

Заключение

На основании проведенных исследований известной модели [4, с. 190] генерации вопросов был разработан алгоритм, почти максимально учитывающий лексические и синтаксические связи внутри предложения. В результате удалось получить пару значений - вопрос, корректно составленный на основе языковых правил, и ответ на него.

Список литературы

- [1.] Using Natural Language Processing for Smart Question Generation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://software.intel.com/en-us/articles/using-natural-language-processing-for-smart-question-generation>. — Дата доступа: 20.01.2020.
- [2.] Himanshu Jethwani, Mohd Shahid Husain, Mohd Akbar. Automatic Question Generation from Text. — International Journal for Innovations in Engineering, Science and Management, 2015, УДК 004.8.

[3.] Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е.. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2019, с. 251, УДК 004.8.

[4.] David Foster. Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play 1st Edition, УДК 004.8.

NEURAL NETWORK FOR AUTOMATED QUESTION GENERATION

D. A. Klebanov
Student of BSUIR

K. I. Akulich
Student of BSUIR

M. A. Kalugina
Associate Professor of
Informatics Department of
the BSUIR

U. U. Astrashab
Student of BSUIR

D. S. Sovpel
Student of BSUIR

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: u.astraszab@gmail.com, dmitriy.klebanov@gmail.com, sovspace@gmail.com,
kirillakulch0@gmail.com, marina_kalugina@list.ru.

Abstract. An algorithm for automated question generation is presented. Included topics are main approaches to the problem, model architecture and implementation, results of work and further perspectives on development of the model.

Keywords: question generation, big data, machine learning, neural networks, natural language processing.

УДК 004.032.26

СИСТЕМА АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ТЕКСТОВЫХ КОЛЛЕКЦИЙ



А. Л. Калоша
Магистрант БГУИР,
инженер-программист
JazzTeam



М.А. Медунецкий
Студент БГУИР



М.П. Хороненко
Студент БГУИР



А.А. Александров
Студент БГУИР



А.И. Гридасов
Старший преподаватель
каф информатики БГУИР



С.Н. Нестеренков
Кандидат технических
наук, доцент БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
JazzTeam, Республика Беларусь
E-mail: andreikalosha@mail.ru

А. Л. Калоша

Окончил Барановичский государственный университет. Магистрант БГУИР. Сейчас работает в должности инженера-программиста. Занимается разработкой системы предиктивного анализа для классификации документов текстовых коллекций.

А.И. Гридасов

Окончил БПИ (ныне БНТУ) в 1985 г, сейчас работает старшим преподавателем БГПУ им. М. Танка на кафедрах физики и методики преподавания физики, информатики и методики преподавания информатики.

С.Н. Нестеренков

Окончил БГУИР в 2013 г, сейчас работает на кафедре Программного обеспечения информационных технологий. Занимается научными исследованиями по направлениям: “Модели и методы искусственного интеллекта”, “Информационные системы и технологии”, “Современные технологии управления разработкой программного обеспечения”.

Аннотация. Цель данной работы заключается в создании системы для прогнозирования популярности публикаций. В данной системе используется нейронная сеть, которая обучена на наборе метрик, описывающих качество и популярность публикаций. В качестве набора метрик используется количество лайков, просмотров и репостов. Обучение нейронной сети производилось на 100 000 текстов. В результате обучения нейронная сеть способна предсказать количество просмотров с точностью в 75%. Верным считается ответ, находящийся в диапазоне +/-200 000 просмотров от ответа. Максимальное количество просмотров при обучении составляло 48 миллионов. Коэффициент корреляции для массивов ответов и предсказанных значений составляет 0,33. Это означает, что между входными и выходными данными есть линейная зависимость. Увеличив размер обучающей выборки, или подобрав более точно гиперпараметры нейронной сети, можно увеличить точность системы.

Ключевые слова: Big Data аналитика, TensorFlow, CUDA, машинное обучение, нейронные сети.

Введение. Объем информации, доступной в сети Интернет, растет с каждым годом. Причем большая часть этой информации представляет собой тексты на естественном языке. В зависимости от области знаний, информация может быть представлена в виде статей, комментариев или сообщений на публичном форуме. Информация в сети Интернет дублируется, уточняется и пополняется ежедневно. Нетрудно понять, что имеющиеся в данный момент доступные ресурсы всемирной сети представляют собой колоссальную базу знаний, представленных в форме, сложно поддающейся компьютерной обработке – в виде текста [1].

Как правило, изучить весь контент (текст) не представляется возможным даже в отдельных областях, поэтому приходится фильтровать получаемую информацию и выбирать лучшую.

Назначение разрабатываемой системы заключается в предсказании популярности статей через определенный промежуток времени. Статья считается популярной при высоком количестве лайков, репостов или просмотров. Данные метрики зависят от множества факторов, таких как название, авторов, время публикации и содержание статьи. Эти параметры наилучшим образом отражают популярность (качество) статьи. Правильно обученная нейронная сеть позволяет с высокой точностью предсказать значения метрик популярности неопубликованного контента.

Для обучения нейронной сети была выбрана библиотека TensorFlow как один из лучших инструментов машинного обучения. TensorFlow — это библиотека программного обеспечения с открытым исходным кодом для численного расчета с использованием графиков потока данных [2].

Нейронная сеть — это громадный распределенный параллельный процессор, состоящий из элементарных единиц обработки информации, накапливающих экспериментальные знания и предоставляющих их для последующей обработки [3].

Нейронная сеть сходна с мозгом с двух точек зрения:

Знания поступают в нейронную сеть из окружающей среды и используются в процессе обучения;

Для накопления знаний применяются связи между нейронами, называемые синоптическими весами [3].

Архитектура нейронной сети. На рисунке 1 проиллюстрирована архитектура нейронной сети, которая состоит из 4 слоев (входной, два промежуточных и выходной слой).

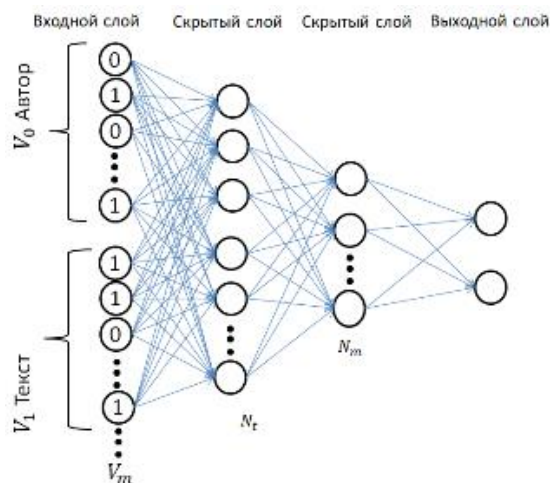


Рисунок 1. – Архитектура нейронной сети

На промежуточных слоях используется функция активации LeakyReLU, на выходном слое применяется функция softmax. Между всеми слоями, кроме последнего, используется нормализация данных. Одной из главных проблем при обучении нейронной сети является переобучение. Когда нейронная сеть перестает обучаться, а просто запоминает ответы из обучающей выборки, для минимизации ошибки, тем самым уходя от первичной цели. Для решения этой проблемы использовалась регуляризация и dropout.

Обучение нейронной сети. Для обучения нейронной сети необходимо большое количество статей и метаданных, таких как автор, дата создания, ключевые слова и другие.

Перед обучением данные делятся на 2 части: для тестирования и для обучения.

Опишем процедуру обучения нейронной сети. На вход нейронной сети подается матрица векторов MV , каждый вектор V которой содержит информацию о конкретном атрибуте публикации (например, авторе). Для формирования отдельного вектора V перед обучением необходимо получить словарь D всех значений атрибута публикации. Словарь D сортируется по убыванию и отбрасываются последние N значений, чтобы нейронная сеть не обучалась на редко встречающихся элементах, и тем самым не ухудшалась точность классификации. Указанная выше процедура выполняется для каждого атрибута. Для каждого автора публикации, производится поиск в словаре D , если данный автор найден, то под индексом найденного автора в вектор V ставится единица, иначе – ноль. Таким образом, заполняются все векторы матрицы MV [4].

Выходной вектор R описывает количество просмотров через заданный промежуток времени и состоит из единственного дробного числа, находящегося в диапазоне от нуля до единицы. Единица означает максимальное количество просмотров, в данном исследовании выбрано 50 миллионов [4].

Промежуток времени, на который нейронная сеть способна предсказать популярность публикации, является статическим и определяется до обучения нейронной сети. Т.е чтобы изменить этот параметр нужно обучить нейронную сеть заново. Для предсказания популярности публикации через несколько временных отрезков, например, неделя, месяц и год можно использовать два варианта:

–Обучить несколько нейронных сетей;

–Изменить архитектуру нейронной сети таким образом, чтобы на выходном слое был вектор, содержащий значения популярности для нескольких временных интервалов.

У каждого из способов есть достоинства и недостатки, и выбирать нужно, исходя из постановки задачи.

Плюсом при использовании первого варианта, является проста реализации и тестирования приложения. Минусом является необходимость поддержания нескольких копий приложения, по одному на каждый из временного интервала.

Плюсом при использовании второго варианта является необходимость поддержания только одного экземпляра приложения вместо нескольких, как в первом варианте.

Минусом является сложность создания архитектуры, создания приложения и оценки результата, т.к. нейронная сеть может обучиться предсказывать некоторые временные участки лучше других, хотя в среднем результат будет оптимальным.

Существует прямая зависимость между скоростью обучения нейронной сети и точностью предсказания. Для ускорения процесса обучения используется вычислительная мощность видеокарты, а именно технология CUDA. CUDA – это архитектура параллельных вычислений от NVIDIA, позволяющая существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию GPU (графических процессоров) [5].

Обучение нейронной сети на CPU занимает от 4 до 16 часов, в зависимости от глубины обучения и точности результата. В то время обучения на GPU не превышает часа.

Гиперпараметры — это значения, которые нужно подбирать вручную и зачастую методом проб и ошибок. Среди таких значений можно выделить:

- Скорость обучения;
- Количество скрытых слоев;
- Количество нейронов в каждом слое;
- Параметры для нормализации, регуляризации и dropout.

Выбор правильного количества нейронов в скрытых слоях является очень важным. Слишком малое количество – и сеть не сможет обучиться. Слишком большое повлечет за собой увеличение времени обучения сети до фактически нереального значения. Также это может привести к переобученности сети (overfitting), проявляющейся в том, что сеть будет прекрасно работать на обучающей выборке, но очень плохо на входных примерах не входящих в нее [6].

Это происходит из-за того, что сеть будет обладать избыточными способностями к обучению, и наряду со значительными для данной задачи факторами будет учитывать черты, характерные лишь для данной обучающей выборки [6].

Однако, существуют эвристические правила выбора количества нейронов в скрытых слоях. Одним из таких правил является правило геометрической пирамиды (geometric pyramid rule). По этому правилу число нейронов скрытого слоя в 4-хслойном перцептроне вычисляемая по следующим формулам:

$$\begin{aligned}r &= \sqrt[3]{\frac{n}{m}} \\k_1 &= mr^2 \\k_2 &= mr\end{aligned}$$

где k_1 – число нейронов в первом скрытом слое; k_2 – число нейронов во втором скрытом слое [6].

Хотя существует еще более точный, но и более долгий способ. Он состоит в том, что сначала используется сеть с одним скрытым слоем с одним, двумя нейронами. Если она смогла достигнуть необходимого уровня ошибки, то процесс обучения закончен, иначе добавляем еще один нейрон и так до тех пор, пока ошибка сети не станет приемлемо малой, или до тех пор, пока увеличение числа нейронов не сможет значительно улучшить характеристики сети [6].

Экспериментальным путем было установлено, что два скрытых слоя является оптимальным выбором для решения данной задачи.

Оптимизатор — это алгоритм, который изменяет веса и смещения во время обучения [7]. В данной задаче был выбран оптимизатор "adam", имеющий высокую скорость и точностью решения.

Adam – это алгоритм оптимизации, который можно использовать вместо классической процедуры стохастического градиентного спуска для итеративного обновления весов сети на основе обучающих данных. Плюсом данного метода является высокая производительность в случае решения задач оптимизации на больших наборах данных, что также является причиной выбора данного оптимизатора [7].

TensorBoard – это интегрированная среда визуализации графика TensorFlow и анализа записанных метрик во время обучения и вывода. Данный инструмент использовался для контроля качества обучения нейронной сети. Это особенно удобно при подборе оптимальных гиперпараметров для обучения нейронной сети [8].

В качестве метрик качества выступает точность (accuracy). Точность (accuracy) – это доля правильных ответов. Верным считается ответ, находящийся в диапазоне +/-200 000 просмотров от ответа.

Функция потерь – функция, которая в теории статистических решений характеризует потери при неправильном принятии решений на основе наблюдаемых данных [9]. В качестве функции потерь используем среднеквадратическую ошибку (Mean Squared Error). Данная функция потерь была выбрана для данной задачи из-за высокого штрафа за значительное отклонение предсказанного значения от правильного ответа [10]. Значение функции ошибки также используется для оптимизации гиперпараметров нейронной сети. TensorBoard позволяет отобразить график функции ошибки для тестовой и обучающей выборки на каждом шаге обучения (Рисунок 2).

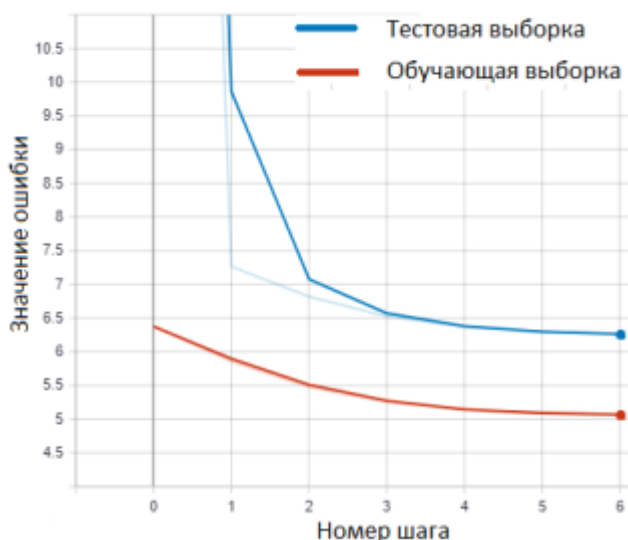


Рисунок 2. – График функции ошибки для тестовой и обучающей выборки

Исходя из графика, можно сделать вывод, что для увеличения точности необходимо увеличить обучающую выборку, или подобрать гиперпараметры таким образом, чтобы значение ошибки на тестовой и валидационной выборках не отличалось. Так же значение ошибки достаточно велико что может свидетельствовать о недостатке данных для принятия решения. То есть нужно добавить новые атрибуты для обучения.

Увеличение размера обучающей выборки или добавление новых атрибутов увеличивает затраты оперативной памяти. В данной работе при обучении нейронной сети нередко достигался предел оперативной памяти в 8 ГБ. Для преодоления данного предела нужно использовать методы снижения размерности, либо использовать оборудование с большим запасом оперативной памяти.

Тестирование. Обучение и тестирование нейронной сети было произведено на компьютере со следующими характеристиками:

- процессор Intel Core i5-8600;
- оперативная память 8,0 ГБ;
- видеокарта Nvidia GeForce GTX 2060;
- частота графического процессора 1365 МГц;
- 6144 Мб видеопамяти GDDR6;
- частота видеопамяти 3500 МГц;
- 1920 cuda ядер.

Для тестирования была выбрана выборка размером 25000 текстов не участвующих в обучении.

Для каждого из тестовых текстов нейронная сеть делает предсказание и записывает результат в excel. Также в данный файл записываются правильные ответы. Верным считается ответ, находящийся в диапазоне +/-200000 просмотров от верного ответа. Соблюдение данного условия считается при помощи формул в excel для каждого текста. В результате нейронная сеть способна предсказать количество просмотров с точностью в 75%.

Для оптимизации гиперпараметров также производился анализ результатов нейронной сети на основе сравнения графиков верных и предсказанных значений (Рисунок 3).



Рисунок 3. – Результат предсказания популярности 17 публикаций

Как видно из графика, нейронная сеть достаточно точно предсказывает популярность публикаций. Для улучшения результатов нужно увеличить обучающую выборку, а также подобрать более точные значения гиперпараметров.

Заключение. Обучение нейронной сети производилось на 100 000 текстов. В результате обучения нейронная сеть способна предсказать количество просмотров с точностью в 75%. Верным считается ответ, находящийся в диапазоне +/-200 000 просмотров от ответа. Максимальное количество просмотров при обучении составляло 48 миллионов. Коэффициент корреляции для массивов ответов и предсказанных значений составляет 0,33. Это означает, что между входными и выходными данными есть линейная зависимость. Увеличив размер обучающей выборки, или подобрав более точно гиперпараметры нейронной сети, можно увеличить точность системы [4].

Список литературы

[1.] Степанов, П.А. Системы анализа текстов естественного языка / П.А. Степанов. – Тамбов: Грамота, 2013. – С. 159-161.

[2.] Library for numerical computation using data flow graphs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/>. – Дата доступа: 15.02.2020г.

[3.] Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание/ С. Хайкин. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.

[4.] Калоша, А. Л. Система предиктивного анализа для классификации документов текстовых коллекций / А. Л. Калоша, М. А. Медунецкий, М. П. Хоронек // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 467 – 468.

[5.] CUDA parallel computing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nvidia.ru/object/cuda-parallel-computing-ru.html> – Дата доступа: 15.02.2020г.

[6.] Выбор параметров нейронной сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mei06.narod.ru/sem7/iis/shpora/page2_9.html – Дата доступа: 15.02.2020г.

[7.] Алгоритм оптимизации Адам для глубокого обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.machinelearningmastery.ru/adam-optimization-algorithm-for-deep-learning> – Дата доступа: 15.02.2020г.

[8.] Шакла, Е. Машинное обучение и TensorFlow / Н. Шакла. – СПб: Питер, 2018. – С. 336.

[9.] Klebanov, L. Robust and Non-Robust Models in Statistics / L. Klebanov, S.T. Rachev, F. Fabozzi. – New York: Nova Scientific Publishers, 2009. P. 305.

[10.] Dekking, M. A modern introduction to probability and statistics: understanding why and how / M. Dekking. – London: Springer, 1946. P. 318.

TEXT COLLECTION QUALITY ASSURANCE SYSTEM

A.L. Kalosha

*Master student of the BSUIR,
software engineer JazzTeam*

M.A. Meduneckij

Student of the BSUIR

M.P. Horoneko

Student of the BSUIR

A.A. Aleksandrov

Student of the BSUIR

A.I. Gridasov

*Senior Lecturer,
Department of
Informatics, BSUIR*

S.N. Nesterenkov

*Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor,
BSUIR*

Belarussian State University Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

JazzTeam, Republic of Belarus

E-mail: andreikalosha@mail.ru

Abstract. The purpose of this work is to create a system for forecasting the popularity of publications. This system uses a neural network, which is trained on a set of metrics describing the quality and popularity of publications. The number of likes, views and repostings is used as a set of metrics. The neural network was trained for 100,000 texts. As a result of training the neural network is able to predict the number of views with the accuracy of 75%. The answer in the range of +/-200 000 views of the answer is considered correct. The maximum number of views during training was 48 million. The correlation coefficient for answer arrays and predicted values is 0.33. This means that there is a linear relationship between input and output data. By increasing the size of the learning sample, or by more accurately selecting the hyperparameters of the neural network, you can increase accuracy of the system.

Keywords: Big Data analytics, TensorFlow, CUDA, machine learning, neural networks.

УДК 004.9

АНАЛИЗ МИРОВОЙ ИТ-ИНДУСТРИИ НА БАЗЕ ТАБЛИЦ «ЗАТРАТЫ–ВЫПУСК» СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА R



Пархименко В.А.

к.э.н., доцент, заведующий кафедрой
экономики БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: parkhimenko@bsuir.by

Аннотация. Данная статья анализирует мировую ИТ-индустрию на базе таблиц «Затраты–выпуск» с использованием средств языка R. В статье приводятся результаты расчетов и делаются краткие выводы, а также осуществляется визуализация цепочки создания стоимости и потребления для мировой ИТ-индустрии в разрезе национальных экономик (стран) по данным 2014 года.

Ключевые слова: Модель «Затраты–выпуск». ИТ-индустрия. Цепочки создания стоимости.

Введение

Разработанный В.В. Леонтьевым метода анализа «Затраты–выпуск» был отмечен в 1973 году премией по экономике памяти Альфреда Нобеля. Таблицы «Затраты–выпуск» до сих пор активно используются экономистами многих стран мира [1, 2].

Проект «World Input-Output Database» содержит подобные таблицы для мировой экономики как целостной системы [3, 4, 5]. Данные охватывают период с 2000 по 2014 годы и представлены в форматах xlsb, STATA и Rdata.

Автором средствами языка R (коллекция пакетов Tidyverse) проведен анализ таблиц за 2000 и 2014 годы для выявления некоторых ключевых экономических характеристик мировой ИТ-индустрии.

Под ИТ-индустрией при этом понималась такая отрасль в исходном наборе данных, как «Computer programming, consultancy and related activities; information service activities» (компьютерное программирование, консультирование и связанная деятельность; деятельность по информационному обслуживанию).

Результаты

В таблице 1 представлена динамика совокупного валового выпуска мировой ИТ-индустрии в 2000 и 2014 гг., в том числе с разбивкой по составным элементам: промежуточному потреблению, валовой добавленной стоимости, чистым налогам на продукты и транспортным наценкам.

Таблица 1 – Динамика совокупного валового выпуска мировой ИТ-индустрии в 2000 и 2014 гг.

Показатель	Совокупный валовой выпуск в 2000 г., млн. долл. США	Совокупный валовой выпуск в 2014 г., млн. долл. США	Прирост, млн. долл. США
Выпуск в базовых ценах / Output at basic prices	779 176,1774	2 090 696,998	1 311 520,82
В том числе:			
Добавленная стоимость в базовых ценах / Value added at basic prices	425 938,1398	1 190 941,778	765 003,64
Общее промежуточное потребление / Total intermediate consumption	348 387,2720	892 743,173	544 355,90
Чистые налоги на продукты / Taxes less subsidies on products	3962,8964	4458,087	495,19
Международные транспортные наценки / International Transport Margins	887,8692	2 553,9600	1 666,0908

Источник: расчеты автора по данным [3].

За 14 лет мировая ИТ-индустрия выросла в стоимостном выражении более, чем в два раза (среднегодовой рост – 7,3%). Доля добавленной стоимости немного выросла: с 54,7% до 57,0%, а доля промежуточного потребления, соответственно, немного сократилась: с 44,7% до 42,7%.

Анализ производства совокупного валового выпуска по странам представлен в таблице 2.

Исходные таблицы «Затраты–выпуск» содержат информацию в разрезе 28 стран Европейского союза и еще 14 стран, не входящих в Европейский союз, однако считающиеся исследователями, как достаточно крупные в экономическом смысле. Данные по всем остальным странам дается в агрегированном виде с пометкой «ROW» (Rest of the world, остальные страны мира).

В качестве кодов стран здесь и далее используется трехбуквенные коды, непосредственно имеющиеся в исходном наборе данных и легко поддающиеся интерпретации без дополнительной расшифровки.

Из таблицы 2 очевидно, что США и в 2000, и в 2014 годах были безусловным лидером по производству ИТ-продукции и услуг. Правда, их доля в совокупном выпуске упала с 36,0% до 26,8% за 14 лет. Однако даже ближайший «преследователь» в 2014 году (ROW, остальные страны мира) имеет долю, почти в три раза меньшую – всего лишь 9,4%.

Таблица 2 – Совокупный валовой выпуск ИТ-индустрии в разрезе стран

Код стран ы	Совокупный валовой выпуск в 2000 г., млн. долл. США	Совокупный валовой выпуск в 2014 г., млн. долл. США(↓)	Прирост, млн. долл. США	Код стран ы	Совокупный валовой выпуск в 2000 г., млн. долл. США	Совокупный валовой выпуск в 2014 г., млн. долл. США (↓)	Приро ст, млн. долл. США
USA	280364,0	560922,0	280558,0	DNK	4353,8	12404,5	8050,7
ROW *	34901,2	195640,2	160739,0	POL	1703,0	12103,5	10400, 4
CHN	10197,7	162287,0	152089,4	LUX	541,5	10195,6	9654,0
DEU	44292,2	148601,2	104309,0	ROU	457,6	10013,0	9555,5
JPN	130525,8	146882,8	16357,0	CZE	1045,4	7887,2	6841,7
GBR	53744,6	122301,1	68556,5	TWN	4364,6	7098,1	2733,5
FRA	40887,8	96866,2	55978,5	IDN	263,9	4428,1	4164,2
IND	10485,2	91646,2	81161,0	PRT	1601,3	4393,7	2792,4
ITA	31832,6	64776,6	32944,0	HUN	827,5	4262,7	3435,2
IRL	5929,4	58450,7	52521,3	SVK	283,2	3623,0	3339,8
AUS	15111,0	49016,9	33905,9	TUR	1037,1	2741,2	1704,1
CAN	20023,0	48135,9	28112,9	BGR	101,7	2084,2	1982,5
BRA	10925,7	45678,2	34752,5	GRC	648,4	1672,8	1024,5
ESP	8668,9	36914,8	28245,9	SVN	253,5	1348,8	1095,3
NLD	13002,4	35275,7	22273,2	EST	68,2	1112,1	1043,9
CHE	9336,4	30136,2	20799,8	LVA	78,0	1067,8	989,9
SWE	10246,2	25933,2	15687,0	HRV	119,5	991,4	871,9
KOR	13494,1	21455,8	7961,7	MEX	470,6	972,4	501,8
BEL	5709,7	18809,0	13099,3	LTU	50,8	828,2	777,4
AUT	4432,8	13812,9	9380,1	MLT	131,8	668,5	536,7
NOR	3677,9	13628,9	9951,0	CYP	91,7	354,2	262,5
FIN	2894,6	13274,4	10379,8	ИТО ГО	779 176,2	2 090 697,0	1 311 520,8

* – rest of the world (остальные страны мира).

Источник: расчеты автора по данным [3].

Если посмотреть на структуру потребления совокупного выпуска ИТ-индустрии в разрезе стран (промежуточный спрос – таблица 3, конечное потребление – таблица 4), то лидерство США снова будет очевидным (около 30% в 2000 и 2014 годах).

Крайне странным выглядит катастрофически малый объем потребления в России (RUS), однако это, по всей видимости, связано с неполным представлением данных по этой стране в исходных таблицах «Затраты–выпуск».

Следует также указать на падение доли Японии (JPN) в общем объеме промежуточного потребления продукции ИТ-индустрии (на 8,8 п.п.).

Таблица 3 – Страны-потребители мировой ИТ-индустрии: промежуточный спрос

Страна	2000		2014		Прирост	
	Значение, млн. долл. США	Доля, %	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %	Значения, млн. долл. США	Доли, п.п.
USA	137 748,7	32,75	309 335,5	28,54	171 586,8	-4,2
ROW*	27 285,0	6,49	126 025,2	11,63	98 740,2	5,1
DEU	24 980,9	5,94	101 480,2	9,36	76 499,3	3,4
JPN	66 862,9	15,89	77 039,7	7,11	10 176,8	-8,8
GBR	31 878,2	7,58	76 949,5	7,10	45 071,3	-0,5
ITA	20 705,3	4,92	42 408,1	3,91	21 702,8	-1,0
FRA	21 696,8	5,16	39 887,9	3,68	18 191,2	-1,5
AUS	9 898,3	2,35	34 080,7	3,14	24 182,4	0,8
CHN	8 181,4	1,94	33 547,8	3,09	25 366,4	1,2
BRA	7 381,1	1,75	27 489,6	2,54	20 108,5	0,8
CAN	11 624,1	2,76	25 606,0	2,36	13 981,9	-0,4
IND	2 537,6	0,60	20 243,2	1,87	17 705,5	1,3
NLD	5 893,2	1,40	20 075,7	1,85	14 182,5	0,5
CHE	5 213,1	1,24	18 812,6	1,74	13 599,5	0,5
ESP	2 859,5	0,68	13 320,7	1,23	10 461,2	0,5
BEL	3 298,4	0,78	12 097,8	1,12	8 799,4	0,3
KOR	8 771,3	2,09	11 019,6	1,02	2 248,3	-1,1
SWE	5 082,2	1,21	10 823,1	1,00	5 740,9	-0,2
DNK	3 060,2	0,73	9 466,0	0,87	6 405,8	0,1
IRL	2 624,7	0,62	8 985,3	0,83	6 360,6	0,2
POL	1 777,7	0,42	8 487,3	0,78	6 709,6	0,4
NOR	1 533,1	0,36	8 211,0	0,76	6 677,9	0,4
FIN	1 840,6	0,44	8 121,2	0,75	6 280,6	0,3
AUT	2 045,0	0,49	7 466,5	0,69	5 421,5	0,2
CZE	477,7	0,11	4 622,0	0,43	4 144,3	0,3
IDN	154,0	0,04	4 295,5	0,40	4 141,5	0,4
ROU	232,1	0,06	3 351,6	0,31	3 119,5	0,3
HUN	670,7	0,16	2 797,5	0,26	2 126,9	0,1
TWN	1 007,4	0,24	2 782,6	0,26	1 775,2	0,0
PRT	937,7	0,22	2 778,6	0,26	1 840,9	0,0
LUX	335,3	0,08	2 586,5	0,24	2 251,1	0,2
SVK	136,0	0,03	2 036,8	0,19	1 900,9	0,2
TUR	744,7	0,18	1 862,0	0,17	1 117,2	-0,0
SVN	158,0	0,04	901,6	0,08	743,7	0,0
BGR	76,0	0,02	776,4	0,07	700,4	0,1
GRC	269,9	0,06	712,2	0,07	442,4	0,0
LVA	62,2	0,01	669,1	0,06	606,8	0,0
MLT	104,0	0,02	660,1	0,06	556,0	0,0
MEX	263,2	0,06	588,0	0,05	324,8	-0,0

Продолжение таблицы 3

Страна	2000		2014		Прирост	
	Значение, млн. долл. США	Доля, %	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %	Значения, млн. долл. США	Доли, п.п.
HRV	103,2	0,02	571,5	0,05	468,3	0,0
EST	43,4	0,01	473,9	0,04	430,6	0,0
CYP	76,2	0,02	220,9	0,02	144,7	0,0
LTU	19,1	0,00	218,8	0,02	199,7	0,0
RUS	7,4	0,00	81,8	0,01	74,4	0,0
	420 657,3	100,00	1 083 967,6	100,00	663 310,3	-0,00

* – rest of the world (остальные страны мира).

Источник: расчеты автора по данным [3].

Структура конечного потребления и ее изменение вновь свидетельствует о лидерстве США, правда, за 14 лет их доля существенно снижается: с 39,56% в 2000 г. до 25,24% в 2014 г.

Весь остальной мир (ROW) с 19,09%, а также Китай (CHN) с 12,47% отстают в этом аспекте уже не так явно.

Существенно «просела» Япония (JPN) – на 10,89 п.п.

Таблица 4 – Основные страны-потребители мировой ИТ-индустрии: конечное потребление

Страна	2000		2014		Прирост	
	Значение, млн. долл. США	Доля, %	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %	Значения, млн. долл. США	Доли, п.п.
USA	141844,4	39,56	254108,2	25,24	112 264	-14,32
ROW*	14578,0	4,07	192165,5	19,09	177 588	15,02
CHN	2203,6	0,61	125539,1	12,47	123 336	11,86
JPN	64651,3	18,03	71949,0	7,15	7 298	-10,89
FRA	19471,9	5,43	60084,2	5,97	40 612	0,54
DEU	19821,8	5,53	43746,1	4,35	23 924	-1,18
GBR	20746,8	5,79	40270,1	4,00	19 523	-1,79
ITA	10511,1	2,93	24195,3	2,40	13 684	-0,53
IND	2948,2	0,82	22782,8	2,26	19 835	1,44
BRA	4107,7	1,15	22056,3	2,19	17 949	1,05
CAN	7926,2	2,21	20540,1	2,04	12 614	-0,17
AUS	5152,5	1,44	16016,8	1,59	10 864	0,15
ESP	4358,0	1,22	15618,0	1,55	11 260	0,34
CHE	5305,2	1,48	12686,3	1,26	7 381	-0,22
NLD	7181,1	2,00	12255,2	1,22	5 074	-0,79
KOR	5083,6	1,42	10865,6	1,08	5 782	-0,34

Продолжение таблицы 4

Страна	2000		2014		Прирост	
	Значение, млн. долл. США	Доля, %	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %	Значения, млн. долл. США	Доли, п.п.
SWE	4956,9	1,38	9236,9	0,92	4 280	-0,47
AUT	2381,5	0,66	5997,6	0,60	3 616	-0,07
NOR	2300,0	0,64	5802,2	0,58	3 502	-0,07
BEL	1817,7	0,51	5709,1	0,57	3 891	0,06
TWN	3833,2	1,07	4788,0	0,48	955	-0,59
IRL	715,7	0,20	4696,8	0,47	3 981	0,27
FIN	1049,7	0,29	4460,4	0,44	3 411	0,15
ROU	283,9	0,08	3600,2	0,36	3 316	0,28
POL	832,2	0,23	3441,9	0,34	2 610	0,11
CZE	474,7	0,13	2795,2	0,28	2 321	0,15
DNK	904,3	0,25	2027,0	0,20	1 123	-0,05
PRT	817,1	0,23	1588,8	0,16	772	-0,07
SVK	179,7	0,05	1122,5	0,11	943	0,06
GRC	580,3	0,16	977,8	0,10	397	-0,06
TUR	373,3	0,10	928,5	0,09	555	-0,01
HUN	180,5	0,05	866,2	0,09	686	0,04
MEX	227,0	0,06	508,8	0,05	282	-0,01
SVN	138,4	0,04	463,4	0,05	325	0,01
LTU	33,8	0,01	459,3	0,05	425	0,04
LUX	129,6	0,04	429,1	0,04	300	0,01
IDN	120,8	0,03	402,9	0,04	282	0,01
BGR	39,0	0,01	361,6	0,04	323	0,03
EST	40,6	0,01	343,7	0,03	303	0,02
HRV	63,0	0,02	315,9	0,03	253	0,01
LVA	26,0	0,01	219,3	0,02	193	0,01
MLT	77,7	0,02	170,0	0,02	92	-0,00
RUS	6,1	0,00	109,3	0,01	103	0,01
CYP	44,9	0,01	28,4	0,00	-16	-0,01
	358 518,9	100	1 006 729,4	100	648 211	-0,00

* – rest of the world (остальные страны мира).

Источник: расчеты автора по данным [3].

Интерес представляет не только потребление (промежуточное и конечное) по странам, но и в других аспектах.

В таблице 5 приведены результаты такого анализа по первым 15 отраслям, на долю которых в 2014 году приходилось более 70% промежуточного потребления. А в таблице 6 – конечное потребление выпуска ИТ-индустрии по видам в 2000 и 2014 годах.

Из таблицы 5 следует вполне ожидаемый вывод, что ИТ-индустрия является основным потребителем промежуточного ИТ-выпуска, занимая почти 15% в общем объеме. Из таблицы 6 хорошо видно, что подавляющая доля потребления ИТ-продукции – это валовое накопление основного капитала. В 2000 году эта доля составляла 86% от всего конечного потребления

ИТ-выпуска, а в 2014 – 79%. (Интересен в этом контексте вывод [6] о том, что «...иную картину показывает доля ИТ-услуг в валовом накоплении: в России меньше всего среди сопоставимых по размеру экономик инвестируется в объекты интеллектуальной собственности, через которых в развитых странах осуществляется коммерциализация научных и ИТ-разработок». По оценкам автора данной статьи, в Беларуси доля конечного потребления выпуска ИТ-сектора в форме валового накопления капитала составляет только 7–8%. См. также [7] для развернутой характеристики белорусской ИТ-индустрии).

Таблица 5 – Прямые материальные потоки из мировой ИТ-индустрии в отрасли-потребители в 2014 году: промежуточное потребление

Код отрасли, отрасль	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %
40: Computer programming, consultancy and related activities; information service activities	162521,10	14,99
51: Public administration and defense; compulsory social security	110500,70	10,19
41: Financial service activities, except insurance and pension funding	80579,62	7,43
45: Legal and accounting activities; activities of head offices; management consultancy activities	61021,07	5,63
50: Administrative and support service activities	47019,55	4,34
29: Wholesale trade, except of motor vehicles and motorcycles	45833,06	4,23
30: Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles	37919,12	3,50
39: Telecommunications	36721,71	3,39
53: Human health and social work activities	36074,52	3,33
43: Activities auxiliary to financial services and insurance activities	31254,46	2,88
42: Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security	28994,82	2,67
54: Other service activities	24694,68	2,28
17: Manufacture of computer, electronic and optical products	24215,06	2,23
27: Construction	20044,27	1,85
46: Architectural and engineering activities; technical testing and analysis	17426,46	1,61
Все остальные отрасли (№№16–56)	319148,80	29,45
	1 083 968	100

Источник: расчеты автора по данным [3].

Таблица 6. – Конечное потребление выпуска ИТ-индустрии по видам в 2000 и 2014 годах

Вид конечного потребления	Значение в 2000 г., млн. долл. США	Значение в 2014 г., млн. долл. США (↓)
Валовое накопление основного капитала / Gross fixed capital formation	310 064,1096	790 977,563
Конечные расходы домашних хозяйств / Final consumption expenditure by households	39 906,7908	135 342,014
Изменения в запасах / Changes in inventories and valuables	5 071,7560	56 233,534
Конечное потребление со стороны государства / Final consumption expenditure by government	3011,9854	22 885,177
Конечное потребление со стороны НГО, обслуживающих домохозяйства / Final consumption expenditure by non-profit organisations serving households (NPISH)	464,1985	1 291,107

Источник: расчеты автора по данным [3].

Если посмотреть на таблицы «Затраты–выпуск» с другой стороны, то можно определить те материальные потоки, которые идут из отраслей национальных экономик (а в агрегированном виде – из отраслей глобальной экономики) в качестве ресурсов (материальных затрат) в мировую ИТ-индустрию. Таблица 7 приводит такие потоки в разрезе стран-поставщиков (иные способы группировки автор оставляет за скобками ввиду ограничения на объем статьи).

Таблица 7 – Страны-поставщики ресурсов для мировой ИТ-индустрии

Страна	2000		2014		Прирост	
	Значение, млн. долл. США	Доля, %	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %	Значения, млн. долл. США	Доли, п.п.
USA	141647,7	40,7	235581,2	26,4	93933,5	-14,3
CHN	6861,6	2,0	102348,6	11,5	95486,9	9,5
ROW*	18480,9	5,3	90588,2	10,1	72107,3	4,8
JPN	52201,8	15,0	60267,2	6,8	8065,3	-8,2
DEU	16635,4	4,8	58205,5	6,5	41570,1	1,7
GBR	20012,7	5,7	46702,4	5,2	26689,7	-0,5
FRA	12325,6	3,5	37202,8	4,2	24877,2	0,6
ITA	14979,7	4,3	29901,7	3,3	14922,1	-1,0
AUS	6448,4	1,9	21194,4	2,4	14746,0	0,5
CAN	9280,5	2,7	20452,6	2,3	11172,1	-0,4
NLD	5445,1	1,6	19001,8	2,1	13556,7	0,6
IND	2698,1	0,8	17712,8	2,0	15014,7	1,2
ESP	3253,9	0,9	16156,2	1,8	12902,4	0,9
IRL	2163,1	0,6	15554,4	1,7	13391,3	1,1

Продолжение таблицы 7

Страна	2000		2014		Прирост	
	Значение, млн. долл. США	Доля, %	Значение, млн. долл. США (↓)	Доля, %	Значения, млн. долл. США	Доли, п.п.
KOR	7472,6	2,1	13625,0	1,5	6152,4	-0,6
CHE	3783,3	1,1	12944,1	1,4	9160,8	0,4
BRA	2920,9	0,8	12759,6	1,4	9838,7	0,6
SWE	4346,6	1,2	11579,1	1,3	7232,5	0,0
BEL	2818,3	0,8	9702,2	1,1	6883,9	0,3
AUT	2074,5	0,6	6095,3	0,7	4020,9	0,1
DNK	2318,1	0,7	6053,5	0,7	3735,4	0,0
FIN	1229,8	0,4	5845,5	0,7	4615,7	0,3
NOR	1575,7	0,5	5439,9	0,6	3864,3	0,2
POL	671,1	0,2	5332,2	0,6	4661,1	0,4
TWN	2605,2	0,7	5127,5	0,6	2522,3	-0,2
LUX	312,0	0,1	4685,1	0,5	4373,0	0,4
ROU	83,1	0,0	3984,0	0,4	3900,9	0,4
CZE	481,5	0,1	3573,2	0,4	3091,6	0,3
IDN	219,6	0,1	2196,3	0,2	1976,7	0,2
PRT	842,3	0,2	2061,2	0,2	1218,9	0,0
HUN	359,0	0,1	1803,9	0,2	1444,8	0,1
SVK	135,6	0,0	1686,5	0,2	1550,9	0,1
MEX	556,8	0,2	1447,2	0,2	890,5	0,0
TUR	387,7	0,1	1089,6	0,1	701,9	0,0
BGR	62,6	0,0	984,6	0,1	922,1	0,1
GRC	193,7	0,1	707,2	0,1	513,5	0,0
RUS	132,3	0,0	660,8	0,1	528,5	0,0
SVN	96,0	0,0	524,8	0,1	428,8	0,0
HRV	68,4	0,0	437,6	0,0	369,1	0,0
EST	31,6	0,0	427,6	0,0	396,0	0,0
LVA	34,8	0,0	402,2	0,0	367,4	0,0
MLT	53,5	0,0	288,7	0,0	235,2	0,0
LTU	20,7	0,0	273,3	0,0	252,6	0,0
CYP	65,6	0,0	135,5	0,0	69,9	0,0
	348 387,3	100,0	892 743,2	100,0	544 355,9	0,0

* – rest of the world (остальные страны мира).

Источник: расчеты автора по данным [3].

Из таблицы 7 хорошо видно, что США – снова лидер, правда, за 14 лет, потерявший 14,3 п.п. На второе место вышел Китай (CHN), нарастив свою долю на 9,5 п.п. А вот Япония утратила былые позиции, потеряв 8,2 п.п.

3. Обсуждение результатов

Автор хотел бы остановиться лишь на одном аспекте полученных результатов – попытке предложить визуализацию цепочки создания стоимости в мировой ИТ-индустрии в разрезе национальных экономик (стран). Такая визуализация по данным 2014 года приведена на рисунке 1.

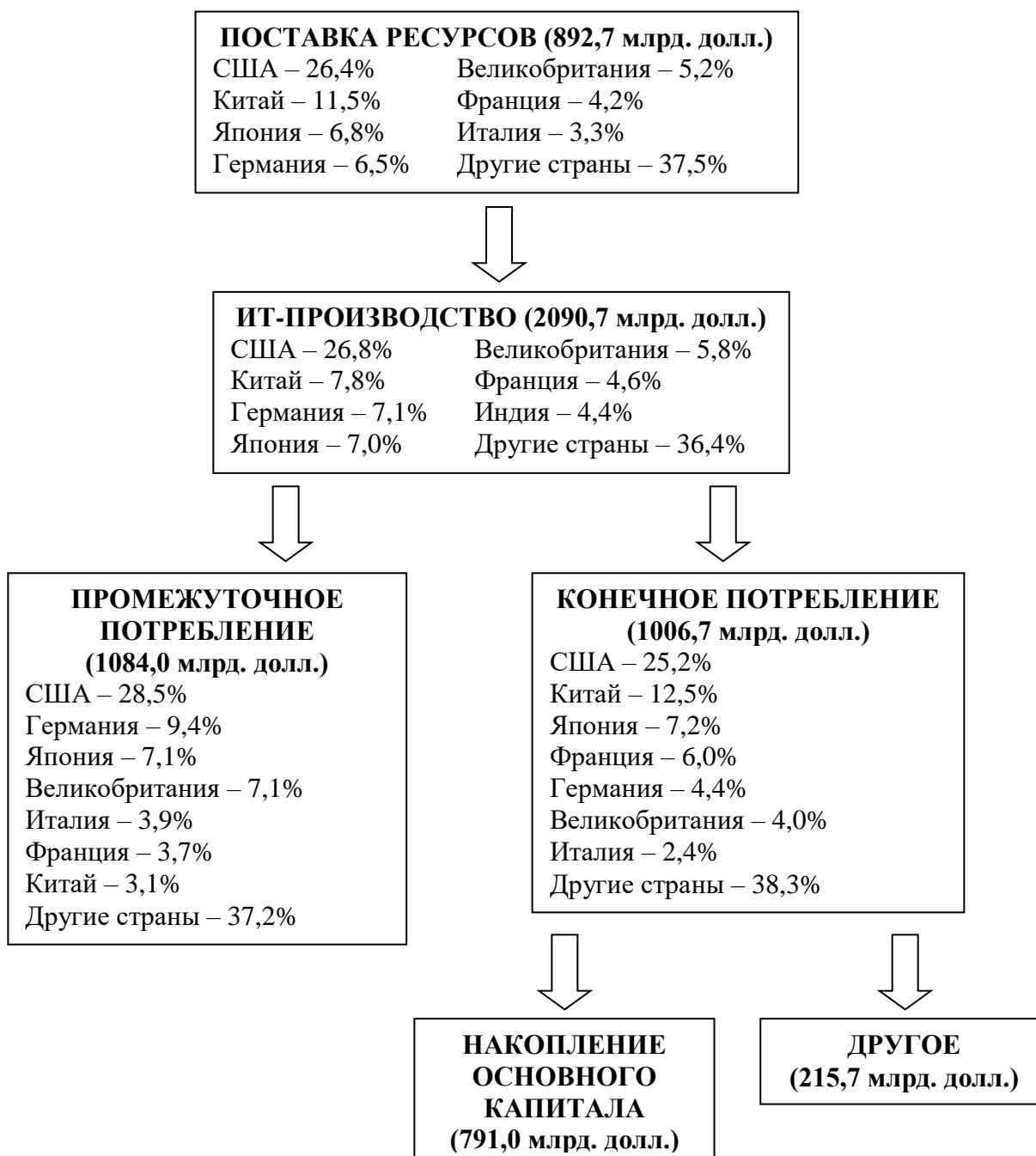


Рисунок 1. – Цепочка создания стоимости и потребления для мировой ИТ-индустрии в разрезе национальных экономик (стран) по данным 2014 года

Полученные данные, пожалуй, позволяют говорить с достаточной определенностью о доминирующем положении США в мировой ИТ-индустрии (по крайней мере в 2000–2014 гг.).

Очевидно, что существенным недостатком исходного набора данных является наличие в нем только 56 стран, с преимущественной ориентацией на страны Европейского союза. Например, такие страны, как Израиль и Сингапур, известные своими успехами в ИТ-индустрии, не были выделены. Кроме того, данные по России представляются не полными. Все это не позволяет говорить о полноценной картине.

Список литературы

- [1.] Быков А. А., Колб О. Д., Хвалько Т. В. Торговля добавленной стоимостью: источники сбалансированного экономического роста. Быкова А.А., ред. Минск: Мисанта; 2017. 356 с.
- [2.] Глухова Н. М. Роль услуг в цепочках добавленной стоимости экономики Республики Беларусь //Белорусский экономический журнал. – 2019. – №. 4. – С. 100-116.
- [3.] World Input-Output Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wiod.org/home>
- [4.] Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R. and de Vries, G. J. (2015), "An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: the Case of Global Automotive Production", *Review of International Economics*, 23: 575–605
- [5.] Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R. and de Vries, G. J. (2016), "An Anatomy of the Global Trade Slowdown based on the WIOD 2016 Release", GGDC research memorandum number 162, University of Groningen
- [6.] Толкачев С.А., Быков А.А., Глухова Н.М. Неиндустриализация и сервисизация: есть ли противоречие. *Мир новой экономики*. 2019;13(3):39-58. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-3-39-58>
- [7.] Parkhimenka, U. (2019), "Future of the Belarusian IT Sector: From IT Outsourcing to Industry 4.0?", Sergi, B. (Ed.) *Modeling Economic Growth in Contemporary Belarus (Entrepreneurship and Global Economic Growth)*, Emerald Publishing Limited, pp. 41-62.

ANALYSIS OF THE GLOBAL IT INDUSTRY ON THE BASIS OF TABLES "INPUT–OUTPUT" BY MEANS OF R LANGUAGE

V. A. Parkhimenko

Ph. D., Associate Professor,

Head of the Department of Economics of BSUIR

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: parkhimenko@bsuir.by

Abstract. This article analyzes the global IT industry on the basis of the input-output tables using the R language. The article gives the results of calculations and concludes, as well as visualizes the value chain and consumption for the global IT industry in the context of national economies (countries) according to 2014 data.

Keywords. Input–Output model. IT industry. Value chains.

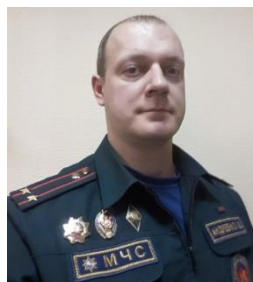
УДК 629.7

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ



Н.И. Мурашко

*Ведущий научный сотрудник
Объединенного института проблем
информатики НАН Беларуси, кандидат
технических наук*



А.В. Андреев

*Главный специалист
Республиканского центра управления и
реагирования на чрезвычайные ситуации
МЧС Республики Беларусь*

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси.
Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь
E-mail: murnic@newman.bas-net.by*

Н.И. Мурашко

Ведущий научный сотрудник лаборатории аэрокосмического мониторинга Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, доцент кафедры «Интеллектуальные и мехатронные системы» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук. Специалист в области обработки данных аэрокосмического мониторинга, создания комплексов дистанционного мониторинга нештатных и чрезвычайных ситуаций на местности и на объектах техногенного характера.

А.В. Андреев

Главный специалист отдела мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций государственного учреждения «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь». Специалист в области использования данных дистанционного зондирования Земли в целях мониторинга чрезвычайных ситуаций.

Аннотация. Традиционные способы обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера на базе данных дистанционного мониторинга имеют существенные недостатки, обусловленными погодными условиями, спектральным, пространственным и временным разрешением данных дистанционного наблюдения, отсутствием методик, алгоритмов и программных средств совместной обработки информации, поступающей от разных источников. Результативность обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций значительно повышается при многоуровневой системе мониторинга, включающей получение и совместную обработку в реальном времени данных космического, авиационного и наземного наблюдения. Для реализации многоуровневой системы обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций предложено использовать мультиагентную систему мониторинга, каждый агент которой является интеллектуальным, независимым и не обладает информацией о всей системе.

Ключевые слова: мультиагентная система мониторинга, чрезвычайные ситуации, средства космического и авиационного наблюдения, снимки видимого и инфракрасного диапазонов, природные пожары.

Введение.

В настоящее время актуальной проблемой остается необходимость совершенствования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, входящей в Национальную систему мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [1, 2]. Традиционные способы обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера на базе космических, авиационных и наземных средств наблюдения кроме известных достоинств имеют существенные недостатки, обусловленными погодными

условиями, спектральным, пространственным и временным разрешением данных дистанционного наблюдения, отсутствием методик, алгоритмов и программных средств совместной обработки информации, поступающих от разных источников.

Мониторинг и прогнозирование развития чрезвычайных ситуаций – это комплекс наблюдений за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, иных геосфер, почвенно-растительного покрова, животного мира, объектов техносферы) с целью контроля её состояния и охраны, а также опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа возможных причин её возникновения, её источника в прошлом и настоящем [2, 3].

Результаты мониторинга и прогнозирования являются исходной основой для разработки долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных целевых программ, планов, а также для принятия соответствующих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайными ситуациями (далее – ЧС) [4].

В Республике Беларусь функции мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций возложены на Систему мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (далее – СМПЧС) [5].

Из трех основных задач СМПЧС – наблюдения, оценки и прогноза – последняя самая сложная, особенно в ситуации с опасными природными процессами и природными ЧС [6]. Наиболее значимыми и требующими решения проблемами прогнозирования являются:

- оценка вероятности возникновения каждого из источников ЧС (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т.п.);
- определение масштабов ЧС, размеров их зон;
- определение возможных длительных последствий при возникновении ЧС;
- расчет потребности сил и средств для ликвидации прогнозируемых ЧС.

Для решения задач прогнозирования ЧС необходимо наличие эффективных инструментов объективного мониторинга источников ЧС и параметров возникших ЧС, которые совместно с научно-методическим обеспечением формируют базис для моделирования и оценки рисков ЧС.

1. Технические средства мониторинга чрезвычайных ситуаций

В Республике Беларусь сохраняется достаточно высокий уровень рисков возникновения ЧС природного и техногенного характера. В мировой практике для оперативного контроля и оценки состояния принятия мер по предупреждению и действиям в ЧС широко применяются геоинформационные технологии, использующие в качестве основных источников информации о состоянии территории материалы дистанционного зондирования Земли в сочетании с эталонными данными наземных измерений [7]. Такой подход к решению проблемы позволяет значительно повысить оперативность контроля и достоверность оценки последствий ЧС при относительно небольших материально-финансовых затратах по сравнению с традиционными наземными методами. В свою очередь это позволяет широко использовать методы прогнозирования и моделирования ситуаций природного и техногенного характера и на их основе своевременно проводить мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС.

В Республике Беларусь созданы и функционируют технические средства мониторинга природной среды: космические, авиационные и наземные [7]. Космические средства мониторинга предназначаются, в основном, для выявления и уточнения обстановки, связанной с лесными пожарами, наводнениями и другими крупномасштабными, опасными природными явлениями и процессами с незначительной динамикой. Космический мониторинг в видимом диапазоне позволяет получать панхроматические и многоканальные снимки. При этом снимок охватывает 20 км полосу съемки в высоком разрешении и свыше 2000 км в низком разрешении.

Для обнаружения лесных пожаров используются космические снимки низкого разрешения, на которых производится поиск признаков горения древесины: дым и огонь. Температура горения древесины находится в пределах от 800°C до 1000°C. Температура нижнего пожара, включая костёр, составляет около 700°C. В пожароопасный период система обнаружения лесных пожаров по данным с космических аппаратов позволяет выявлять около 6% всех возникающих пожаров. Особенностью такой системы является возможность обнаружения пожаров в малонаселенных районах страны, а также в непосредственной близости к государственной границе Беларуси (рисунок 1).

В Республиканском центре управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь (далее - РЦУРЧС) активно используются средства космического мониторинга чрезвычайных ситуаций [7].

Национальный оператор Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли в целях мониторинга чрезвычайных ситуаций представляет в РЦУРЧС информацию с системы метеорологических спутников серии NOAA и Terra, российского спутника «Канопус», а также с белорусского космического аппарата (БКА). Полученные снимки обрабатываются и анализируются с использованием современных программных средств на предмет обнаружения тепловых аномалий.

Результаты тематической обработки космических снимков публикуются на информационном ресурсе в Интернет. Работники территориальных управлений по ЧС, открыв информационный ресурс, получают информацию о тепловых аномалиях и дают указания подчиненным подразделениям на обследование этих территорий. При подтверждении факта пожара для его ликвидации высылаются силы и средства МЧС, а также привлекаются техника и работники организаций-собственников данных территорий.

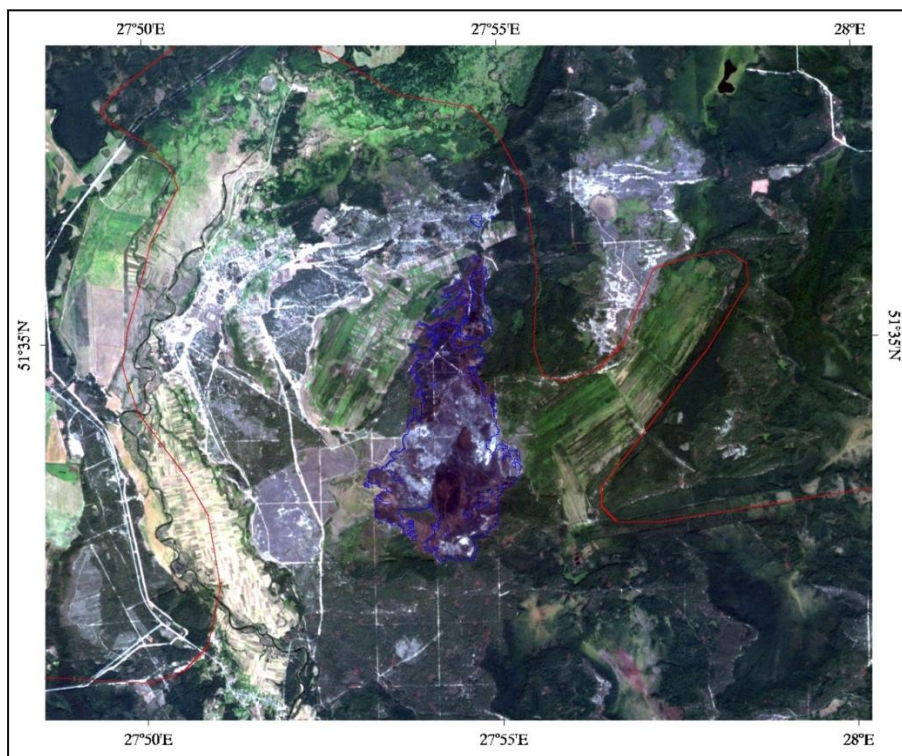


Рисунок 1. – Снимок Белорусского космического аппарата с последствиями пожара на территории Украины вблизи границы Республики Беларусь 31.08.2017

К недостаткам космического мониторинга в видимом диапазоне следует отнести ограниченное количество безоблачных дней (до 60 дней) в году. При использовании одного спутника к недостаткам следует добавить:

- спутник может находиться над заданной территорией один раз в четверо суток;
- спектральные каналы не могут быть изменены в процессе эксплуатации космического аппарата.

Недостатки космического мониторинга компенсируются авиационным мониторингом на базе пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. Авиационные средства используются для тех же целей, что и космические, а также для получения данных о состоянии радиационной обстановки, обстановки в зонах широкомасштабных разрушений, о состоянии магистральных трубопроводов и другой обстановки (дорожной, снежной, ледовой и т.п.). Они имеют более широкие возможности, по сравнению с космическими средствами, как по составу объектов наблюдения, так и по оперативности и поэтому находятся на оснащении целого ряда соответствующих мониторинговых подразделений с учетом сфер ответственности последних, например:

- авиационный аппаратно-программный комплекс оперативного контроля за состоянием лесов (ВСК-2). Создан НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ в 2000 г. в интересах УП «Белгослес»;
- аэрофотосъемочная аппаратура RC-30 Швейцарской фирмы «Leica» для решения задач геодезии и картографии используется в республиканском дочернем аэрофотогеодезическом унитарном предприятии «БелПСХАГИ».

2. Проблемы создания многоканального авиационного комплекса для обнаружения чрезвычайных ситуаций

Для оперативного обнаружения и мониторинга развития чрезвычайных ситуаций широко используются многоканальные аппаратно-программные комплексы, которые устанавливаются на пилотируемых и беспилотных летательных аппаратах. Такие комплексы принято называть полезной нагрузкой для летательного аппарата.

Полезная нагрузка летательного аппарата должна обеспечивать получение данных в объеме, необходимом для обнаружения ЧС и оценки их последствий, включая обнаружение:

- признаков пожара в лесу на расстоянии не менее 20 км с высоты 400 м,
- очагов пожара в лесу и на торфянике,
- ледовых заторов и разливов рек в период весеннего половодья,
- обнаружение последствий пожара и урагана в лесу,
- тепловых аномалий на объектах тепло-электроэнергетики, включая подземные теплотрассы.

Данные полезной нагрузки необходимы для информационной поддержки наземных сил подразделений МЧС в реальном времени.

В состав полезной нагрузки должны входить цифровые фотокамеры видимого, ближнего NIR и среднего SWIR диапазонов, модуль измерения высоты съемки, гиостабилизированная платформа (подвес), модуль позиционирования на базе приемника спутниковой навигации (ГЛОНАСС, GPS), бортовой вычислительный комплекс и комплексы средств передачи данных наблюдения и дистанционного управления цифровыми средствами съемки. При этом дальность передачи данных с борта летательного на наземный пункт управления должна быть не менее 100 км.

В зависимости от решаемых задач предъявляются требования спектральному цифровым камерам, среди которых необходимо отметить угол зрения, пространственное, спектральное и временное разрешение, а также требования к точности определения пространственной ориентации спектральному камер в момент съемки.

При проектировании полезной нагрузки необходимо учитывать экономический эффект от её эксплуатации с учетом рисков, связанных с возможной жесткой посадкой летательного аппарата, при которой часть оборудования может быть повреждена или уничтожена.

Высота съемки местности может находиться в пределах от 100 до 3000 м. Стоимость получения качественного цифрового снимка местности площадью 1 кв. км зависит от высоты съемки, пространственного разрешения и угла обзора фотокамеры. На практике целесообразно использовать объектив фотокамеры, имеющий угол зрения 60° . Для обнаружения чрезвычайных ситуаций на местности пространственное разрешение снимков, полученных с высоты 1000 м, должно быть не хуже 0,2 м. Для снижения стоимости съемки площадных объектов с разных высот целесообразно использовать объективы с переменным фокусным расстоянием. При этом возникает проблема управления системой цифровых камер полезной нагрузки.

При мониторинге ЧС природного характера используются снимки, полученные в разных спектрах видимого диапазона, например, в красном и ближнем инфракрасном диапазонах [3]. При этом в зависимости от решаемой задачи используется узкая часть спектрального диапазона. Спектральное разрешение камеры зависит от оптического фильтра, который устанавливается на объектив. В этом случае возникает проблема выбора оптимального оптического фильтра.

Авиационная съемка может осуществляться при изменении освещенности местности в пределах от 100 до 100000 люкс. Параметров экспозиции фотокамеры всего три: диафрагма, выдержка и светочувствительность. При использовании одной фотокамеры параметры экспозиции устанавливаются автоматически. Одновременная съемка местности двумя и более цифровыми камерами не предполагает автоматическую экспозицию: диафрагма и выдержка камер устанавливаются заранее. Цифровая камера формирует снимки 32-битной разрядности без потери информации. Проблема возникает при автоматическом преобразовании 32-битных изображений в 8-битные, тематическая обработка которых выполняется стандартными средствами.

Необходимо решить проблему одновременной многоканальной съемки, при которой относительное время задержки срабатывания затворов цифровых фотокамер должно быть постоянным и не должно быть размытия (смаза) изображения, которое зависит от скорости летательного аппарата – носителя полезной нагрузки.

В Объединенном институте проблем информатики НАН Беларуси создан многоканальный гиросtabilизированный авиационный комплекс дистанционного наблюдения АПК «Спектр» [8, 9], который включает в себя представленные на рисунке 2 авиационную спектрально-зональную систему «АВИС», авиационную стабилизирующую платформу ASP-4, модуль управления стабилизирующей платформой и инерциальный навигационный модуль. Специальное программное обеспечение (СПО) АПК «Спектр» включает СПО формирования метафайла данных, СПО хранения данных авиасъемок на встроенных носителях системы «АВИС» и СПО обработки авиационных снимков видимого, инфракрасного и теплового диапазонов.

Основные технические характеристики АПК «Спектр» приведены ниже:

1) режимы съемки:

- спектрально-зональная сверхвысокого разрешения;
- панхроматическая сверхвысокого разрешения;
- панхроматическая стереосъемка сверхвысокого разрешения;
- телевизионная обзорная съемка;
- инфракрасная съемка 0,75 – 12 мкм;

2) пространственное разрешение с высоты 500 м:

- сверхвысокого разрешения – 0,05 м/пиксель;
- обзорное цветное изображение – 0,2 м/пиксель;

- тепловизионное изображение – 0,8 м/пиксель.

АПК «СПЕКТР» позволяет получать высокого пространственного разрешения растровые снимки местности в заданных спектральных (видимый, ближний и средний инфракрасный) диапазонах. Снимки используются для оценки последствий пожаров в природных экосистемах, оценки зон затопления, обнаружения разливов загрязняющих веществ на поверхности водных объектов, поиска потерявшихся в лесах людей и прочих прикладных задач.

К достоинствам авиационного мониторинга можно отнести:

- оперативность;
- высокое пространственное разрешение снимка, необходимое для решения специальных задач мониторинга;
- возможность одновременного наблюдения за местностью в видимом и инфракрасном диапазонах;
- возможность смены фильтров в многоканальной съемочной аппаратуре в зависимости от решаемой задачи (обнаружение пожара, мониторинга развития половодья, мониторинг загрязнения нефтепродуктами и т.д.).



Рисунок 2. – АПК «Спектр» на борту самолета АН-2

К недостаткам авиационного мониторинга следует отнести:

- узкая полоса наблюдения (в среднем 250 м с высоты 500 м);
- для проведения плановой съемки необходимо иметь на борту воздушного судна авиационную гиросtabilизированную платформу;
- отсутствие возможности оперативной передачи обзорных снимков высокого разрешения с борта самолета на наземный пункт управления, т.е. снимки высокого разрешения поступают на наземный пункт управления после посадки самолета со значительной временной задержкой,
- базирование на самолете (вертолете), имеющим специальный люк (отверстие).

В то же время опыт, накопленный при создании полезной нагрузки для пилотируемых летательных аппаратов, позволяет разработать средства дистанционного наблюдения для малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (БЛА). При этом необходимо учитывать:

- допустимый вес и габариты полезной нагрузки;

- потребляемую мощность полезной нагрузки;
- возможность дистанционного управления БЛА на расстоянии не менее 300 км;
- возможность передачи данных авиационного наблюдения на наземный пункт МЧС на расстояние не менее 100 км;
- возможность предварительной обработки данных дистанционного наблюдения на борту БЛА;
- возможность осуществлять съемку очага чрезвычайной ситуации в условиях отсутствия или недостаточной видимости, включая наличие дыма при пожаре в лесу и на торфянике.

В последнем случае необходимо решать проблему автоматической навигации БЛА, т.к. оператор не в состоянии осуществлять дистанционное управление при отсутствии видимости в районе мониторинга. При этом необходимо отметить практическую невозможность разработки сценария автономной навигации БЛА при существующей технологии мониторинга чрезвычайной ситуации и отсутствии методик обнаружения очага ЧС, например, кромки огня.

3. Перспективная мультиагентная система мониторинга чрезвычайных ситуаций

Достоинства существующих средств и методов обнаружения чрезвычайных ситуаций природного характера и контроля их распространения во времени предложено реализовать на базе мультиагентной системы мониторинга, включающей средства космического и авиационного базирования, подвижных и стационарных наземных средств [10]. Мультиагентная система разрабатывается на основе анализа требований, предъявляемых к её функционированию, и базируется на следующих принципах [11]:

- единство целей функционирования агентов;
 - соответствие интеллектуальных и функциональных возможностей агентов сложности решаемых задач;
 - единство информационного пространства системы;
 - перестраиваемость сетевой архитектуры, обеспечивающей поддержку единого информационного пространства системы при реализации различных стратегий группового управления;
 - взаимная информационно-логическая совместимость агентов.
- Отсюда следует, что для конкретной задачи мониторинга ЧС необходимо:
- определить цели и задачи мониторинга ЧС с применением мультиагентной системы;
 - определить требования к полезной нагрузке каждого агента системы;
 - разработать технологию обработки данных дистанционного наблюдения агентами системы;
 - выбрать оптимальную структуру (количество и тип полезной нагрузки агентов космического, авиационного и наземного базирования);
 - определить иерархию управления и обмена данными между агентами системы;
 - определить минимальную интеллектуальную нагрузку каждого агента системы с учетом возможностей его бортового (персонального) компьютера и каналов приема/передачи данных между агентами.

В качестве примера рассмотрим перспективную мультиагентную систему мониторинга пожара на торфянике. Особенностью торфяных пожаров является то, что они разгораются и распространяются очень медленно, и могут продолжаться очень долго - в течение месяцев, а иногда даже в течение нескольких лет. Заглубляясь в нижние слои торфа до минерального грунта или уровня грунтовых вод, горение может распространяться на десятки и сотни метров от входного отверстия, лишь местами выходя на поверхность.

Традиционный авиационный метод обнаружения пожара торфяника сводится к визуальному обнаружению дыма и его последующей видеофиксации. Принимая во внимание большую площадь торфяника, специалисту трудно обнаружить границы тепловых аномалий с помощью портативного тепловизионного датчика. Отсюда возникла необходимость разработки интеллектуальной мультиагентной системы обнаружения пожаров на торфянике, которая должна обеспечивать дистанционное наблюдение за торфяниками с целью обнаружения признаков и масштаба подземного возгорания торфа. Основными горючими материалами у торфов являются углерод (52-56 %) и водород (5 - 6%). При этом необходимо иметь ввиду следующие факторы:

1) торф не горит открытым огнем - он тлеет, выделяя большое количество дыма. При этом выделяются угарный и углекислый газы;

2) торфяной пожар может действовать и активно дымить месяцами, включая зимний период года. Количество выделяемого им дыма может в сотни раз превышать количество дыма, выделяемого лесным пожаром сравнимой площади.

Главной и наиболее опасной причиной возникновения торфяных пожаров являются палы (поджоги) сухой травянистой растительности, которые возникают весной или во время летних засух.

Специфика возгорания и распространения огня предъявляют особые требования к системе обнаружения пожаров на торфяниках. Система должна функционировать в двух режимах:

–раннее обнаружение подземного возгорания торфа при отсутствии видимых признаков дыма;

–поиск отверстий выхода дыма и определение координат очагов подземного пожара в условиях сильного задымления.

Первый режим работы системы выполняется по заранее составленному плану. Во втором режиме агенты системы должны работать в автономном режиме в условиях задымленности местности, т.е. отсутствии видимости и повышенной концентрации угарного газа. Отсюда следует, что мобильные объекты системы должны быть интеллектуальными и функционировать в автоматическом режиме. При этом должны быть обеспечены надежная радиосвязь между агентами системы и сетевое управление ими.

Мультиагентная система должна выполнять следующие функции:

– поиск тепловых аномалий на торфянике в условиях его задымления и когда признаки дыма не регистрируются средствами видеонаблюдения;

– автоматическое обнаружение повышенного содержания угарного и углекислого газов на отдельных участках торфяника;

– автоматическое обнаружение дыма на торфянике;

– поиск участков торфяника, содержащих сухую травянистую растительность;

– обнаружение пожара травянистой растительности;

– обнаружение участков торфяника, покрытых водой.

В состав системы входят три агента воздушного и один агент наземного базирования. Агенты воздушного базирования (легкомоторный пилотируемый самолет и БПЛА) оснащены системами навигации, средствами дистанционного наблюдения и связи. Легкомоторный пилотируемый самолет оснащен многоканальной спектральной системой наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, бортовым компьютером, средствами спутниковой навигации и широкополосной радиосвязи.

В задачу агента на базе легкомоторного самолета (агент А1) входят обнаружение с большой высоты дыма и съемка подстилающей поверхности. При обнаружении дыма агент А1 сообщает по радиоканалу агентам А2 и А3, которые базируются на БПЛА, координаты участков местности, на которых обнаружен дым. При отсутствии дыма агент А1 выполняет

съемку подстилающей поверхности в красном и ближнем ИК диапазонах. Данные съемки передаются по радиоканалу наземному агенту А4. Агенты А2 и А3 оснащены тепловизионными камерами, датчиками угарного и углекислого газов и видеокамерой высокого разрешения. Эти агенты на малой высоте выполняют тепловую и видео съемки и регистрируют уровни угарного и углекислого газа. Данные наблюдения агентов А2 и А3 передаются по радиоканалу агенту А1 и наземному агенту А4. Для увеличения дальности радиосвязи агент А1 дополнительно выполняет функции радиоретранслятора.

Наземный агент А4 выполняет следующие функции:

- 1) осуществляет планирование полетов для агентов воздушного базирования;
- 2) обеспечивает оперативное управление агентами воздушного базирования в процессе выполнения ими поставленной задачи;
- 3) обрабатывает данные наблюдения, переданные агентами воздушного базирования, и при этом:
 - выделяет участки торфяника, содержащие сухую травянистую растительность и вычисляет их координаты;
 - выделяет участки торфяника, покрытые водой и вычисляет их координаты;
 - обнаруживает на снимках ИК диапазона тепловые аномалии и вычисляет координаты контуров очагов подземного горения торфа;
 - обнаруживает и вычисляет координаты отверстий выхода дыма;
- 4) по результатам обработки данных воздушного наблюдения осуществляет прогноз пожароопасности торфяника.

Мультиагентная система в режиме раннего обнаружения подземного возгорания торфа должна по данным дистанционного наблюдения контролировать наличие сухой растительности и затопление участков торфяника. Алгоритмы контроля вегетации растений известны, например, [12]. Известны методы обнаружения затопления участков местности в ближнем инфракрасном диапазоне, например, [13, 14]. Проблема применения известных методов обработки данных авиационного наблюдения заключается в сложности их реализации на борту агентов воздушного базирования. Это связано с отсутствием на борту БПЛА высокопроизводительных вычислительных средств. По этой причине предусмотрены два варианта передачи видеоданных наземному агенту А4: по широкополосному радиоканалу и через энергонезависимые носители. В настоящее время интеллектуальную обработку данных воздушной съемки выполняет наземный (стационарный или мобильный) агент системы А4.

Заключение.

Повышение эффективности функционирования системы оперативного мониторинга источников чрезвычайных ситуаций возможно при совместном использовании данных, полученных от космических, авиационных и наземных средств наблюдения (многоуровневая система). Комплексный подход к применению этих средств позволит оперативно обнаруживать чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера и принимать оптимальные решения по их ликвидации с минимальными затратами.

Методичное применения многоуровневой системы мониторинга будет обеспечивать выполнение функций:

- обнаружения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;
- обнаружения несанкционированного доступа на объекты магистральных трубопроводов и других режимных территорий;
- мониторинга паводков, половодий и их последствий;
- обнаружения потенциальных источников пожара в лесу и на торфянике, обнаружение утечек тепла на промышленных и жилых объектах;

- мониторинга технического состояния линий электропередачи, дамб, мостов и элементов дорожной сети;

- аэрофотосъемки в видимом, инфракрасном и тепловом диапазонах в интересах отечественных и зарубежных заказчиков.

Использование многоуровневой системы мониторинга ЧС позволит снизить затраты на ликвидацию ЧС, путем предупреждения самого факта ее возникновения либо более эффективного реагирования на ЧС за счет получения сведений об объективной обстановке в зоне ЧС. В свою очередь такие преимущества позволят уменьшить ущерб от социальных, экологических и экономических последствий чрезвычайной ситуации.

Для реализации многоуровневой системы мониторинга ЧС предлагается использовать мультиагентную систему, включающую средства получения, обработки и передачи (приема) данных дистанционного наблюдения. При этом агенты системы (в зависимости от решаемой задачи) могут быть космического, воздушного (пилотируемого и беспилотного) и наземного базирования. Каждый интеллектуальный агент системы является независимым и не обладает полной информацией о всей системе.

Предложенная перспективная мультиагентная система обнаружения торфяных пожаров позволит значительно повысить вероятность раннего обнаружения пожаров на торфяниках и оперативно принимать решения по использованию сил и средств для их ликвидации. Принимая во внимание размеры торфяников в Беларуси, мультиагентная система должна включать один легкий пилотируемый, два беспилотных летательных аппарата, которые имеются на снабжении в МЧС Беларуси.

Список литературы

[1] Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 26 ноября 1992 г., № 1982-ХІІ // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.

[2] О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 14 июля 2003 г., № 949 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.

[3] Экзарьян, В.Н. Геоэкология и охрана окружающей среды / В.Н. Экзарьян. М.: «Экология», 1997. 172 с.

[4] О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 апреля 2001 г., № 495 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.

[5] О некоторых вопросах Министерства по чрезвычайным ситуациям [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 29 декабря 2006 г., № 756 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.

[6] Об утверждении Положения о системе мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 ноября 2004 г., № 1466 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.

[7] Мурашко Н.И. О совершенствовании системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций/ Вестник УГЗ. Т.3, № 1, 2019. – С. 90 – 96.

[8] Мурашко, Н.И. Обнаружение последствий чрезвычайных ситуаций по данным авиационного мониторинга /А.В. Андреевко, Н.И. Мурашко, К.А. Романович. // Материалы VII Белорусского космического конгресса. - Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – Т.2. – С. 99 – 102.

[9] Мурашко, Н. И. Система обработки данных аэрокосмического мониторинга / Н. И. Мурашко, А. А. Иванов, А. В. Андреевко // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 278 – 282.

[10] Л.А. Белозерский, Н.И. Мурашко, Л.В. Орешкина. Мультиагентная система обнаружения торфяных пожаров/ Н.И. Мурашко, Л.А. Белозерский, Л.В. Орешкина// Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям IS&IT'16. Научное издание в 3-х томах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. - Т. 1.- С. 201-205.

[11] Макаров И.М., Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П. Интеллектуальные системы управления автономными мобильными роботами/ Мехатроника, автоматизация, управление №2, 2008.

[12] Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008.- 312 с.

[13] Шовенгард Р.А. Дистанционного зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2013. -592 с.

[14] Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования. М.: Техносфера, 2006.- 336 с.

MULTI AGENT SYSTEM FOR A MONITORING AND FORECASTING EMERGENCY SITUATIONS

N. I. MURASHKO

Leading Researcher

United Institute of Informatics Problems
National Academy of Sciences of Belarus.

Ph Doctor assistant professor

A.V. ANDREENKO

Chief Specialist

Republican Emergency Management and
Response Centre of the MES of the Republic

of Belarus

*United Institute of Informatics Problems National Academy of Sciences of Belarus,
Republican Emergency Management and Response Centre of the MES of the Republic of Belarus*

Abstract. Traditional methods for detecting and predicting natural emergencies based on remote monitoring data have significant drawbacks due to weather conditions, spectral, spatial and temporal resolution of remote monitoring data, lack of methods, algorithms and software for joint processing of information from different sources. The effectiveness of detection and forecasting of emergency situations is significantly increased with a multi-level monitoring system, including the receipt and joint processing in real time of space, aviation and ground-based observation data. To implement a multi-level system for detecting and forecasting emergency situations, it is proposed to use a multi-agent monitoring system, each agent of which is intelligent, independent and does not have information about the entire system.

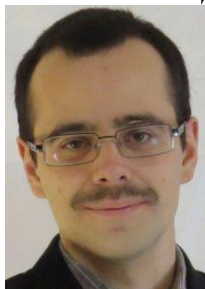
Keywords: multi-agent monitoring system, emergency situations, space and airborne surveillance equipment, visible and infrared images, natural fires.

УДК 519.725;007.001.362;528.85/.87(15)

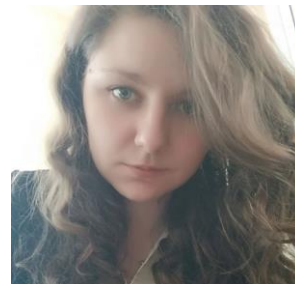
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ СЖАТИЯ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ



И.И. Фролов
кандидат технических наук,
доцент, кафедра ЭВМ,
БГУИР



Д.Ю. Перцев
старший преподаватель,
кафедра ЭВМ, БГУИР



Д.В. Куприянова
ассистент,
кафедра ЭВМ, БГУИР

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: frolov@bsuir.by

И.И. Фролов

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Доцент кафедры ЭВМ БГУИР. Проводит научные исследования в области машинного обучения и компьютерного зрения, участвует в проектировании и разработке систем технического зрения.

Д.Ю. Перцев

Окончил аспирантуру Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (2016), защитил диссертацию в совете 02.15.01 (2020). Является заместителем декана факультета компьютерных систем и сетей по научной работе, старший преподаватель кафедры ЭВМ.

Д.В. Куприянова

Окончила магистратуру Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники по специальности 1-40 02 81 «Технологии виртуализации и облачных вычислений» (2019). Поступает в аспирантуру Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (2020). Работает ассистентом и ученым секретарем на кафедре ЭВМ.

Аннотация. Проведен сравнительный анализ алгоритмов предварительной обработки, применяемые для сжатия гиперспектральных данных. Проанализированы достоинства и недостатки представленных подходов.

Ключевые слова: Гиперспектральные данные, AVIRIS Maine.

Введение. Дистанционное зондирование основано на применении специализированных приборов (спектрометров), фиксирующих спектральное излучение в некотором диапазоне.

На сегодняшний день применяется один из двух типов спектрометров:

– мультиспектральные, для которых определяются два и более приоритетных участка спектра, в пределах которых фиксируется излучение;

– гиперспектральные, для которых определяется один широкий участок спектра, в пределах которого фиксируется излучение.

Исторически первые спектрометры относились к классу мультиспектральных и являются наиболее изученными. Однако по мере развития оптической механики акцент в исследованиях смещается в область гиперспектральной съемки. Данные, формируемые спектрометром, обладают следующими характеристиками:

– пространственное разрешение, определяемое матрицей пикселей сенсора;

– радиометрическое разрешение, определяющее число уровней яркости, которое способен зафиксировать сенсор;

– спектральное разрешение, определяющее охватываемый спектральный диапазон.

Гиперспектральные данные AVIRIS Maine [1] обладают следующими параметрами:

– пространственное разрешение – 680x512 пикселей;

– радиометрическое разрешение – 12 бит на пиксель;

– число спектральных слоев – 224;

В сумме это приводит к формированию 114 240 кБайт на один результат съемки. С учетом того, что съемка осуществляется непрерывно, возникает задача сжатия данных.

Сравнительный анализ алгоритмов предварительной обработки для сжатия гиперспектральных данных. Проведенный анализ алгоритмов предварительной обработки позволил выделить следующие подходы к сжатию гиперспектральных данных:

– традиционные алгоритмы предварительной обработки [2-4];

– адаптированные под определенные алгоритмы [5, с.541-580].

В рамках первого подхода выделяется три группы алгоритмов (рисунок 1): на основе предсказания, на основе поиска по таблице и на основе вейвлетов.

Второй подход был предложен профессором Chen-I Chang и основан на следующей гипотезе: так как данные избыточны, нет необходимости передавать все спектральные каналы, достаточно передать только те, что содержат максимум информации. Например, если заведомо известны условия съемки, удаляются неинформативные каналы. Альтернативный подход основан на полном либо частичном анализе полученных данных, при этом передается результат, а не сами данные [6, 7]. Достоинством такого подхода является хранение только необходимых данных. Однако существенными недостатками являются:

– вычислительная сложность;

– в результате формируются мультиспектральные снимки, таким образом, отсутствует необходимость применения гиперспектральных спектрометров.

Принцип работы алгоритмов на основе предсказания заключается в следующем [8] (рисунок 2): во входном потоке выделяется некоторая окрестность, для которой выполняется вычисление \hat{y}_n (предсказание).

Результат предсказания \hat{y}_n вычитается из оригинального значения y_n и формируется ошибка предсказания e :

$$e = \hat{y}_n - y_n, \quad (1)$$

Ошибка предсказания e кодируется одним из энтропийных кодеков. Основное различие между алгоритмами сжатия заключается в блоке предсказания, среди которых выделяются следующие подклассы:

– линейные неадаптивные [9], в которых новое значение определяется по алгоритму минимума, максимума, медианны или среднего арифметического;

– линейные адаптивные, в которых коэффициенты рассчитываются линейно для каждого предсказываемого значения;

– контекстно-адаптивные, в которых дополнительно учитывается контекст предсказания [10-14].

Алгоритмы на основе линейного адаптивного предсказания учитывают как пространственную корреляцию, так и спектральную в зависимости от результатов оценки степени корреляции. Основное отличие между алгоритмами сводится к размерам окрестности и способу обработки каналов:

– окрестность 2x2 в текущем и предыдущем каналах (алгоритм Linear Prediction [2]);

– окрестность 2x2 в текущем и трех предыдущих спектральных каналах (алгоритм Fast Lossless [3]);

- окрестность 3×2 и настраиваемое число каналов (алгоритм Spectral Oriented Least Squares [15]);
- алгоритм с поиском оптимальных мультиканалов для предсказания [16].



Рисунок 1. – Классификация алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений

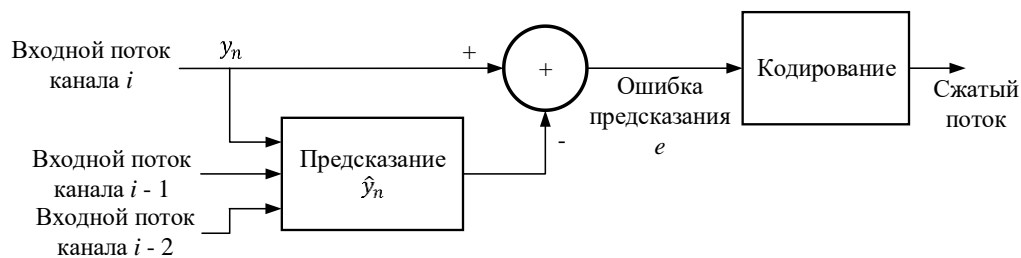


Рисунок 2. – Общий вид алгоритма сжатия на основе предсказания

Алгоритмы на основе линейного адаптивного предсказания учитывают как пространственную корреляцию, так и спектральную в зависимости от результатов оценки степени корреляции. Основное отличие между алгоритмами сводится к размерам окрестности и способу обработки каналов:

- окрестность 2×2 в текущем и предыдущем каналах (алгоритм Linear Prediction [2]);
- окрестность 2×2 в текущем и трех предыдущих спектральных каналах (алгоритм Fast Lossless [3]);
- окрестность 3×2 и настраиваемое число каналов (алгоритм Spectral Oriented Least Squares [15]);
- алгоритм с поиском оптимальных мультиканалов для предсказания [16].

Однако из-за того, что оценка степени корреляции в реальном времени для всего объема гиперспектрального снимка затруднена, некоторые исследователи [2] вводят множество IB , в которое заранее заносятся каналы, для которых пространственная корреляция более существенна.

Подкласс контекстно-адаптивного предсказания является развитием линейных адаптивных и предполагает анализ коэффициента корреляции между соседними спектральными каналами. На основе полученного значения принимается решение, с какими данными работает предсказание (над спектральными каналами или в пространственной плоскости). При этом в зависимости от решения могут применяться различные предсказатели. По вычислительной сложности данный класс сложнее линейных адаптивных без дополнительных оптимизаций (без переупорядочивания каналов).

К алгоритмам контекстно-адаптивного предсказания относятся:

- алгоритм Correlation based Conditional Average Prediction (CCAP) [10];
- алгоритм CALIC-3D [11-13];
- алгоритм M-CALIC [14];

Основным недостатком многих алгоритмов предсказания является высокая вычислительная нагрузка при небольшом использовании оперативной памяти. Задачей алгоритма на основе поиска по таблице [17] является ускорение процесса вычисления, основанное на том, что корреляция между спектральными каналами существенна. Для этих целей вводится таблица, по которой осуществляется предсказание. Размерность таблицы – число спектральных каналов, умноженное на максимально допустимое значение при данном радиометрическом разрешении. Например, для радиометрического разрешения в 12 бит максимально допустимое значение – 4 096. Размерность элемента таблицы – 12 бит. При обработке первого канала значения таблицы обновляются текущими значениями. Для каждой последующей плоскости для предсказания текущего значения выполняется следующая последовательность действий:

$$\begin{aligned} pred[x][y][z] &= LUT[z][image[x][y][z-1]]; \\ LUT[z][image[x][y][z-1]] &= image[x][y][z]; \end{aligned}$$

Полученное значение *pred* будет считаться как предсказанное. Дальнейшая обработка эквивалентна, показанной на рисунке 2.

Основным недостатком данного подхода являются высокие требования к объему памяти (кроме хранения гиперспектрального куба, необходимо хранение таблицы предсказания) и пропускная способность шины памяти из-за случайного обращения в таблицы. Различные варианты описанного алгоритма (LAIS-LUT [18], LAIS-QLUT [19]) кроме улучшения качества предсказания, предлагают подходы к уменьшению требуемого объема памяти.

В таблице 1 собраны результаты проведенного анализа алгоритмов, применяемых для сжатия гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли. В качестве основы для тестирования использовались гиперспектральные данные AVIRIS.

Заключение. Исходя из полученных результатов максимальный достигаемый коэффициент сжатия составляет 3,5 для алгоритма LAIS-QLUT и 3,2 для алгоритмов CALIC-3D и M-CALIC. При этом эти коэффициенты сжатия достигаются за счет высокой вычислительной нагрузки (для алгоритмов предсказания) либо высоких требований к ОЗУ (для алгоритмов поиска по таблице).

Таблица 1. Обобщение результатов анализа алгоритмов сжатия

Алгоритм сжатия	Коэффициент сжатия, раз	Преимущества алгоритма	Недостатки алгоритма
Алгоритмы сжатия на основе предсказания			
LP [2]	2,93	+ первая попытка применения нелинейного адаптивного предсказания	- сжатие не всех каналов

Продолжение таблицы 1

FL [3]	3,10	+ увеличенное число каналов для функции предсказания	- сжатие не всех каналов
SLSQ [15]	3,10	+ подбор коэффициентов исходя из условия минимизации ошибки предсказания	- заранее выполнен поиск каналов, для которых коэффициент корреляции стремится к нулю
CCAP [10]	3,18	+ выбор алгоритма предсказания на основе коэффициента корреляции	- вычислительная сложность
поиск оптимальных мультиканалов для предсказания [16]	3,36	+ построение дерева с коэффициентами корреляции для поиска новой последовательности мультиканалов	- вычислительная сложность при оценке больших объемов данных
CALIC-3D [11-13]	3,20	+ выбор алгоритма предсказания на основе коэффициента корреляции	- вычислительная сложность
M-CALIC [14]	3,20	+ подбор коэффициентов исходя из условия минимизации ошибки предсказания	- вычислительная сложность
Алгоритмы сжатия на основе поиска по таблице			
LUT [20]	3,31	+ быстрый поиск предсказанного значения	- высокие требования к пропускной способности ОЗУ
LAIS-LUT [18]	3,31	+ учитывается межканальная корреляция	- увеличенные требования к пропускной способности ОЗУ
LAIS-QLUT [19]	3,5	+ уменьшенные требования к объему ОЗУ из-за квантования в таблице	- негарантируется, что ошибка предсказания будет меньше, чем используя алгоритмы предсказания

Список литературы

[1] AVIRIS Hyperspectral Images [Electronic Resource] / Jet Propulsion Laboratory. – Mode of access: http://aviris.jpl.nasa.gov/data/free_data.html. Date of access: 10.02.2020.

[2] Rizzo, F. Low-complexity lossless compression of hyperspectral imagery via linear prediction / F. Rizzo [et al.] // IEEE Signal Processing Letters. – 2005. – Volume 12. – Issue 2. – P. 138-141.

[3] Klimesh, M. Low-complexity lossless compression of hyperspectral imagery via adaptive filtering. Technical Report 42-163, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology. – 2005. – 10 p.

[4] Mielikainen, J. Lossless compression of hyperspectral images using a quantized index to lookup tables / J. Mielikainen, P. Toivanen // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. – 2008. – Volume 5. – Issue 3. – P. 474-478.

[5] Chang, C.-I. Hyperspectral data processing: algorithm design and analysis / C.-I. Chang. – New York: John Wiley & Sons, 2013. – 1164 p.

[6] Lei, J. Spectral-Spatial Feature Extraction for Hyperspectral Anomaly Detection / J. Lei [et al.] // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2019. – Volume 57. – Issue 10. – P. 8131-8143.

[7] Vafadar, M. Hyperspectral Anomaly Detection Using Combined Similarity Criteria / M. Vafadar, H. Ghassemian // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. – 2018. – Volume 11. – Issue 11. – P. 4076-4085.

[8] Predictive coding [Electronic resource] / Stanford. – Mode of access: <https://web.stanford.edu/class/ee398a/handouts/lectures/06-Prediction.pdf>. Date of access: 10.10.2018.

- [9] Weinberger, M. The LOCO-I lossless image compression algorithm: principles and standardization into JPEG-LS / M. Weinberger, G. Seroussi, G. Sapiro // *IEEE Transactions on Image Processing*. – 2000. – Volume 9. – Issue 8. – P. 1309-1324.
- [10] Wang, H. Lossless hyperspectral-image compression using context-based conditional average / H. Wang, S.D. Babacan, K. Sayood // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – 2007. – Volume 45. – Issue 12. – P. 4187-4193.
- [11] Tate, S.R. Band ordering in lossless compression of multispectral images / S.R. Tate // *IEEE Transactions on Computers*. – 1997. – Volume 46. – Issue 4. – P. 477-483.
- [12] Wu, X. Context-based, adaptive, lossless image coding / X. Wu, N. Memon // *Communications, IEEE Transactions on*. – 1997. – Volume 45. – Issue 4. – P. 437-444.
- [13] Wu, X. Context-based lossless interband compression – Extending CALIC / X. Wu, N. Memon // *Image Processing, IEEE Transactions on*. – 2000. – Volume 9. – Issue 6. – pp. 994-1001.
- [14] Magli, E. Optimized onboard lossless and near-lossless compression of hyperspectral data using CALIC / E. Magli, G. Olmo, E. Quacchio // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. – 2004. – Volume 1. – Issue 1. – P. 21-25.
- [15] Pizzolante, R. Lossless compression of hyperspectral imagery / R. Pizzolante // *In Proceeding of the First International Conference on Data Compression, Communications and Processing (CCP'11)*. – 2011. – P. 157-162.
- [16] Huo, C. Lossless Compression of Hyperspectral Images Based on Searching Optimal Multibands for Prediction / C. Huo, R. Zhang, T. Peng // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. – 2009. – Volume 6. – Issue 2. – P. 339-343.
- [17] Сикорский, Д.А. Оптико-электронные аппараты дистанционного зондирования Земли ОАО «Пелент» / Д.А. Сикорский, М.Н. Котов, И.В. Подскребкин // *Приборостроение-2018. Материалы 11-й Международной научно-технической конференции*. – Мн. : БНТУ, 2018. – С. 9.
- [18] Цветков, В.Ю. Сжатие полутоновых изображений на основе кластеризации и прогрессивного вложенного кодирования вейвлет-коэффициентов / В.Ю. Цветков, В.В. Новицкий // *Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных : материалы международного научно-технического семинара. (Минск, апрель – декабрь 2015 г.)*. – Мн : БГУИР, 2015. – С. 45 – 51.
- [19] Борискевич, А.А. Алгоритм вычисления адаптивного лифтинга вейвлет- преобразования на основе диффузии ошибок предсказания / А.А. Борискевич, Л.А. Руис // *Доклады БГУИР*. – 2013. – № 6. – С. 55-61.
- [20] Mielikainen, J. Lossless compression of hyperspectral images using lookup tables / J. Mielikainen // *IEEE Signal Processing Letters*. – 2006. – Volume 13. – Issue 3. – P. 157-160.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PREPROCESSING ALGORITHMS FOR HYPERSPPECTRAL DATA COMPRESSION

I. Frolov

PhD,

*Computer Science Department,
BSUIR*

D. Pertsau

Senior lecture,

*Computer Science
Department, BSUIR YIP*

D. Kupryianava

Assistant,

*Computer Science
Department, BSUIR*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: frolov@bsuir.by*

Abstract. A comparative analysis of preprocessing algorithms used to compress hyperspectral data is carried out. The advantages and disadvantages of the presented approaches are analyzed.

Keywords: Hyperspectral images, AVIRIS Maine.

УДК 004.4`2-338.2(076)

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА И ФАКУЛЬТЕТА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ



В.Ф. Алексеев
Доцент кафедры
проектирования
информационно-
компьютерных систем
БГУИР, кандидат
технических наук, доцент



Д.В. Лихачевский
Декан факультета
компьютерного
проектирования БГУИР,
кандидат технических
наук, доцент



В.В. Шаталова
Заместитель декана
факультета компьютерного
проектирования БГУИР,
кандидат технических наук,
доцент

В.Ф. Алексеев

Окончил Минский радиотехнический институт. Область научных интересов связана с исследованием проблем тепловой нестационарности полупроводниковых структур, изучением проблем обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, разработкой методов и алгоритмов построения информационно-компьютерных систем, организацией учебного и научно-исследовательского процессов в техническом университете.

Д.В. Лихачевский

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Область научных интересов связана с исследованием проблем радиочастотной идентификации объектов, моделированием антенн, разработкой методов и алгоритмов построения информационно-компьютерных систем, организацией учебного и научно-исследовательского процессов в техническом университете.

В.В. Шаталова

Окончила Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Область научных интересов связана с исследованием синтеза и свойств монокристаллов сложных полупроводниковых соединений, разработкой методов и алгоритмов построения информационно-компьютерных систем, организацией учебного и научно-исследовательского процессов в техническом университете.

Аннотация. Показано, что одним из путей интенсификации работы технического университета является его информатизация, представляющая собой социально-экономический и научно-технический процесс обеспечения информационных запросов и потребностей студентов, способствующий наиболее полному и оперативному получению и использованию знаний в конкретных предметных областях. Раскрыты пути интенсификации работы технического университета по его информатизации.

Ключевые слова: университет, процесс управления, информационные запросы, информационная система.

Введение. Нормальное функционирование университета осложняется резким увеличением скорости накопления информации. Возникают значительные трудности при оперативном планировании и контроле за ходом учебно-воспитательного, научно-исследовательского и административно-управленческого процессов. Непрерывное возрастание количества и сложности взаимосвязей между отдельными дисциплинами, структурными подразделениями вызывает усложнение функций и задач управления университетом [1-10].

В этой связи для преодоления возникших трудностей необходимо создание информационно-инструментальной среды, основанной на прогрессивных методах и средствах обработки и приема-передачи информации, на широком использовании новых методов управления и обучающих технологий.

Одним из путей интенсификации работы технического университета является его информатизация, представляющая собой социально-экономический и научно-технический процесс обеспечения информационных запросов и потребностей студентов, способствующий наиболее полному и оперативному получению и использованию знаний в конкретных предметных областях. Этот процесс включает в себя целесообразно организованную и взаимосвязанную единую информационно-инструментальную среду, основанную на широком использовании новых информационных технологий (НИТ), представляющих собой совокупность пользователей, интегрированной структуры информации, комплекса аппаратно-программных средств вычислительной техники и коммутационных каналов связи [1-10].

Постановка и решение задачи. Авторами предлагается подход к разработке информационной системы, предназначенной для того, чтобы своевременно обеспечивать студентов и преподавателей надлежащей информацией. Разрабатываемое программное средство должно удовлетворять всем критериям масштабируемости приложения с той целью, чтобы оказаться пригодным для решения задачи автоматизации университета в целом.

Данная цель предполагает решение следующих частных задач:

- изучение организационной структуры Вуза в целом и деканата с целью определения исполнителей, занятых составлением, обработкой и передачей документов и некоторой информации;

- изучение функциональной структуры Вуза, что необходимо для выявления маршрутов движения информационных потоков;

- перевод необходимых для системы документов в электронный формат;

- сокращение числа дублирующейся информации;

- сокращение маршрутов информационных потоков между исполнителями;

- сокращение общего числа исполнителей, занятых обработкой документов;

- уменьшение вероятности появления ошибок при заполнении документов;

- подбор оптимальных средств разработки программного обеспечения и сопутствующих программных средств, минимизирующих общую себестоимость разработки и внедрения проекта по автоматизации документооборота;

- рассчитать общую себестоимость и цену разрабатываемого проекта, а также дать оценку эффективности его внедрения.

Разрабатываемое приложение должно предполагать централизованную схему хранения и обработки данных. При этом необходимо обеспечить поддержку групп пользователей с различными правами на модификацию данных.

Одной из основных проблем внедрения программного обеспечения будет являться распространение приложения, а также обновление приложения поскольку необходимо предоставить универсальный и надежный механизм, позволяющий решить эту задачу без привлечения каких-либо дополнительных материальных затрат.

Поставленные задачи предполагают высокую сложность разработки программного обеспечения. Тем не менее, это не должно влиять на простоту в использовании программного продукта. Предлагаемый электронный формат документов должен максимально соответствовать бумажному формату. Это должно обеспечить простоту перехода от работы с бумажным документом к его электронной версии.

Необходимо решить задачи не только оперативного документооборота, но и проблему ведения архивов документов. Очевидно, что необходимо разграничивать оперативные и

архивные документы с целью максимизации общего быстродействия системы.

Задачи, решаемые системой маршрутизации и контроля исполнения. Документ является основным способом представления информации, на базе которой функционирует любое предприятие или организация. Между структурированными и неструктурированными документами может существовать однозначная зависимость. Необходимость автоматизации хранения и обработки структурированной информации не вызывает сомнений, ведь ее большие объемы зачастую делают невозможной обработку вручную. Случай с неструктурированными документами аналогичный – повышение эффективности их обработки ведет к повышению общей эффективности работы университета.

При организации систем документооборота одной из основных составляющих является система маршрутизации и контроля исполнения, которая оперирует документами, хранящимися в архивной системе. При организации систем маршрутизации существуют два основных подхода: первый из них – документно-ориентированный. При этом подходе документ – главный объект системы, и маршрутизируется именно он, а все остальные параметры маршрутизации ассоциированы исключительно с документом. Второй подход ориентирован на работу, и его основной объект – работа, к которой может быть прикреплен различный список объектов, включая документы. Естественно, работа может существовать и без оных. Понятно, что второй подход более общий.

Рассмотрим типы систем маршрутизации, представленный на рисунке 1.



Рисунок 1. – Объекты системы маршрутизации

Свободная маршрутизация. Выделяется два основных типа маршрутов документов. Последовательная маршрутизация – документ последовательно проходит одного исполнителя за другим. Передача документа от одного пользователя к другому может происходить по истечении контрольного времени, либо после завершения работы одним из них. Параллельная маршрутизация – документ одновременно поступает всем исполнителям, а завершение маршрута происходит, когда один либо все пользователи завершат работу с документом.

Системы электронной почты. Минимальной достаточной системой, обеспечивающей маршрутизацию документов, является система электронной почты, которая осуществляет параллельное распространение документов (маршрутизация отличается от распространения или рассылки тем, что маршрутизируемый документ возвращается в начало маршрута,

например к инициатору, а рассылаемый документ уходит к исполнителю без контроля факта возврата). С помощью дополнительных приложений система электронной почты может обеспечивать последовательную маршрутизацию документов.

Свободная маршрутизация документов с контролем исполнения

Под контролем исполнения понимается следующая функциональность:

- контроль доставки задания – инициатору выдается информация о том, что его задание достигло места назначения (исполнителя);
- контроль прочтения задания – инициатору выдается информация о том, что с его заданием ознакомились сотрудники, для которых это задание было предназначено;
- контроль выполнения – инициатору выдается информация о том, что задание выполнено;
- мониторинг задания – инициатор всегда может посмотреть, кто и что сейчас делает с его заданием;
- извещение о нарушении сроков исполнения – система документооборота может известить инициатора о том, что посланное им задание просрочено конкретным сотрудником;
- история выполнения заданий.

Контроль качества исполнения означает, что, если пользователь говорит о том, что задание исполнено, это еще не означает, что оно действительно исполнено, инициатор должен проверить качество исполнения, подтвердить или нет исполнение.

Информация может выдаваться в виде изменения статуса задания в окнах входящих и исходящих заданий или в виде нового задания, сформированного системой инициатору либо с помощью сообщения по электронной почте.

Маршруты могут быть более сложными, чем простые последовательные или параллельные:

- комбинированные из последовательных и параллельных элементов;
- условные, с переходами в зависимости от состояния тех или иных переменных маршрутов.

Было бы желательно, чтобы система маршрутизации была интегрирована с архивной системой по следующим параметрам:

- по списку пользователей и системе безопасности. Это означает, что если вы собираетесь послать кому-то документ, то адресат должен обладать соответствующим набором прав для работы с этим документом. Если прав недостаточно, то система должна попросить инициатора работы или маршрута установить соответствующие права;
- интеграция с операцией опубликования документа. Задача состоит в том, что после окончания маршрута документ, ассоциированный с маршрутом, меняет свой статус на опубликованный.

Общая характеристика Вуза как объекта автоматизации. Любой Вуз характеризуется внешней и внутренней средой и может быть описан на макро- и микроуровне.

При макроподходе Вуз рассматривается как единое целое и изучается его взаимодействие с внешней средой. При макроподходе в основу обследования берется целевое назначение Вуза, условия его функционирования и развития, эффективность его деятельности, налагаемые ограничения. Внешнее рассмотрение Вуза сводится к описанию «вход-выход», позволяет определить его границы для решаемой задачи и действующие внешние факторы.

Для высшего профессионального образования характерны процессы, в которых основным перерабатываемым продуктом является информация. При этом информация необходима для обеспечения четырех основных видов деятельности Вуза. Эту информацию вырабатывают структурно-функциональные подразделения соответствующих блоков (рисунок 2), выполняющих функции:

- учебно-методические, формирующие профессиональное знание и умение у

обучающихся в конкретных предметных областях. Эти функции реализуются учебной частью, деканатами, кафедрами и др.;

– научно-исследовательские, формирующие привитие навыков проведения научных изысканий и проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Эти функции реализуются научно-исследовательской частью, научными отделами и лабораториями, аспирантурой, различными центрами, библиотекой и др.;

– административно-управленческие, формирующие и принимающие оперативные решения при реализации стратегических задач во всех областях деятельности Вуза. Эти функции выполняются ректоратом, деканатами, планово-экономическим отделом, юридическим отделом, канцелярией, центром кадровой работы и др.;

– производственно-хозяйственные, осуществляющие материально-техническое обеспечение проведения всех вышеперечисленных видов деятельности Вуза. Эти функции реализуются отделами комплектации, снабжения, сбыта, маркетинга, редакционно-издательским отделом, бухгалтерией, архивом и др.

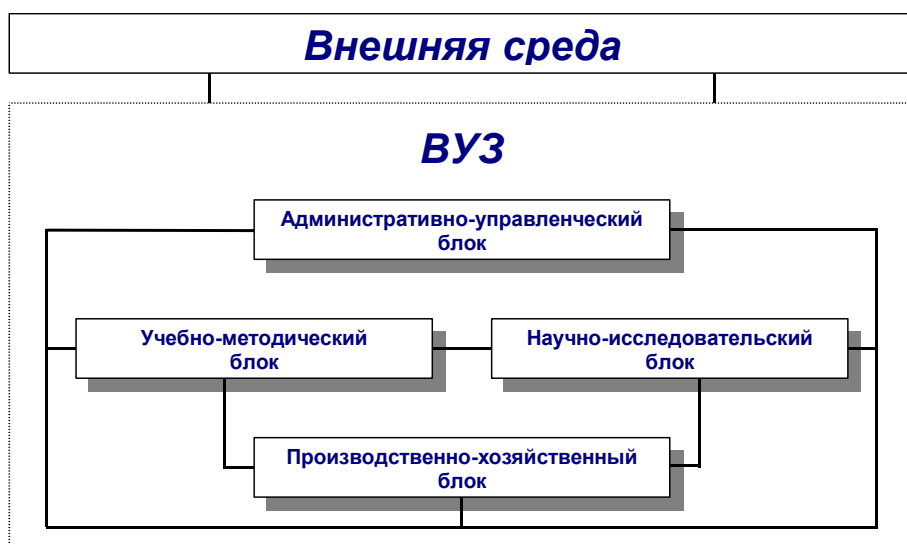


Рисунок 2. – Структурно-функциональные подразделения Вуза

Все виды деятельности Вуза сопровождаются информационными потоками, которые необходимо переработать. В зависимости от сложности и содержания, задачи, решаемые в рамках Вуза, в общем плане можно классифицировать следующим образом.

Первый класс образуют относительно простые (как правило, стандартные), хорошо структурированные задачи, отличающиеся полной ясностью, все компоненты которых и связи между ними настолько хорошо выяснены и изучены, что могут быть выражены в символах или числах, получающих в конечном итоге количественные оценки. Эти задачи легко формализуются, алгоритмируются и программируются, их решения могут быть найдены на основе типовых выработанных правил или с помощью математических моделей в рамках метода исследований операций.

К задачам первого класса относятся составление расписания, учет и контроль за ходом учебного процесса, методическая и техническая подготовка проведения учебных занятий, формирование экзаменационных ведомостей и учет успеваемости студентов, ведение штатного расписания и сведений о контингенте обучающихся и сотрудников, регистрация и учет читателей и литературных источников в библиотеке, ведение делопроизводства, оформление, тиражирование и рассылка документов и т.п.

Второй класс составляют плохо (слабо) структурированные задачи, содержащие как хорошо известные количественно определенные компоненты, так и качественные или

малоизвестные и не измеряемые составляющие, испытывающие влияние неопределенности, которые имеют тенденцию доминировать.

Плохо структурированные задачи характеризуются следующими особенностями:

- принимаемые решения относятся к будущему функционированию Вуза;
- имеется широкий диапазон альтернатив решения задач;
- информация о внешней среде и о связях между параметрами отдельных подсистем никогда не бывает полной;
- решения зависят от полноты информации о сложившейся ситуации и методов достижения целей;
- принимаемые решения требуют больших вложений ресурсов и сопряжены с элементами риска;
- задачи внутренне сложны, и для их решения необходимо комбинирование различных видов ресурсов;
- не полностью определены требования, относящиеся к стоимости и времени решения задач;
- роль субъекта при определении задач и анализе описываемых им протекающих процессов исключительно велика;
- наиболее важная информация может быть получена только с помощью экспертов.

Третий класс задач содержит не формализуемые процедуры. Эти задачи решаются эвристическими (экспертно-аналитическими) методами, которые полностью зависят от личности эксперта, квалификации, эрудиции и интуиции.

Весьма важным этапом является обследование Вуза для определения объема документооборота, который представляет собой суммарное количество структурированной входящей, исходящей и внутренней корреспонденции (документации) объектов управления за год. Определение объемов информационных потоков и документооборота по регистрационным формам, отдельным видам (входящая, исходящая и внутренняя) производится подсчетом количества сообщений и документов за каждый месяц по определенной форме.

В результате системного анализа выявляются объемы, характер и сроки выполнения работ для отдельных подразделений Вуза и входящих в него звеньев, определяются объемы документооборота, а также плотность информационных потоков, дублирование информации, ее избыточность как по содержанию показателей в документах, так и по количеству выдаваемых и используемых экземпляров и др.

Управление функционированием Вуза осуществляется при непрерывном обмене информацией между его структурными подразделениями и внешней средой. Поэтому возникает необходимость обследования и анализа информационных потоков и документооборота.

Для проведения работ по унификации сообщений и документов во всех структурных подразделениях, изучаются соответствующие формы и отбираются документы, которые могут быть приведены к типовым формам. Определив основные виды документальных сообщений, проводится непосредственное изучение технологии их создания и обработки.

Рассмотрим состав, содержание и последовательность проведенных работ по обследованию потоков документальной информации (рисунок 3).

Для анализа использования информации при формировании сообщений и документов составляется схема информационных связей между ними, которая дает представление о направлениях движения информационных потоков и позволяет определить перечень исходных данных, необходимых для формирования выходной информации при разработке алгоритмов и программ.



Рисунок 3 – Состав, содержание и последовательность выполнения работ по обследованию потоков документальной информации

По результатам обследования и системного анализа информационных потоков и документооборота вырабатываются рекомендации по устранению избыточной информации и рационализации информационных связей, а также структуры получения, обработки, накопления, хранения и передачи учебно-методических, научно-исследовательских и других данных. Результаты оформляются текстовым материалом с приложением необходимых таблиц и пояснением выявленных недостатков, а также предлагаемых мер по их устранению:

- количество и причины возвратов на одно и то же рабочее место;
- способ, время и пути маршрутизации сообщения.

Помимо способов обработки и движения основных видов сообщений изучается система контроля над их исполнением. Контроль над исполнением сообщений тесно переплетается с контролем над оперативностью, качеством и обоснованностью принятия решений в отдельных подразделениях и Вузе в целом.

Заключение. Авторами были собраны материалы, необходимые для анализа информационных потоков и документооборота Вуза с последующей разработкой автоматизированной подсистемы управления делопроизводства деканата.

Список литературы

- [1]. Алексеев, В. Ф. Дуализм инновационных подходов при организации учебного процесса в вузе / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский // *Высшая школа*. – 2019. – № 1 (129). – С. 46–48.
- [2]. Алексеев, В.Ф. Автоматизация учетных и управленческих решений деятельности организации на базе платформы 1С: Предприятие / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, В.А. Мишуто, Е.С. Харитончик // *Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР: материалы конференции (Минск, 18-19 марта 2014 года)* – Минск: БГУИР, 2014. – Ч.2. – С. 219–220.
- [3]. Алексеев, В.Ф. Задачи и методы обработки социально-экономической информации / В.Ф. Алексеев // *Современные средства связи: материалы XVI междунар. науч.-техн. конф., 27-29 сентября 2011 г.* – Минск: УО ВГКС, 2011. – С. 102.
- [4]. Алексеев, В.Ф. Подготовка магистров в условиях перехода к концепции образования университет 3.0 / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, В. В. Шаталова // *BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол. : В. А. Богуш [и др.].* – Минск, 2019. – С. 193 – 196.
- [5]. Алексеев, В. Ф. Методологические особенности формирования информационной компетентности студентов / В. Ф. Алексеев, Л. С. Алексева, Д. В. Лихачевский // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Международной научно-методической конференции, Минск, 12-13 декабря 2019 г. / редкол. : В. А. Прытков [и др.].* – Минск : БГУИР, 2019. – С. 46-47.
- [6]. Алексеев, В. Ф. Методология обучения проектированию электронных систем / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Международной научно-методической конференции, Минск, 12-13 декабря 2019 г. / редкол. : В. А. Прытков [и др.].* – Минск : БГУИР, 2019. – С. 48-49.
- [7]. Алексеев, В. Ф. Инженерное творчество в системе многоуровневого университетского образования / В. Ф. Алексеев, Д. В. Лихачевский, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции (Минск, 7 - 8 декабря 2017 года).* – Минск : БГУИР, 2017. – С. 124 - 125.
- [8]. Алексева, Л. С. Дидактическая специфика деятельности преподавателей и студентов в процессе дистанционного обучения / Л. С. Алексева, В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VIII международной научно-методической конференции. (Минск, 5–6 декабря 2013 года).* – Минск: БГУИР, 2013. – С. 59 - 60.
- [9]. Алексеев, В. Ф. Подходы к формированию университетской концепции развития научно-исследовательской работы аспирантов, магистрантов и студентов в современных условиях / В. Ф. Алексеев, Л. С. Алексева // *Перспективы развития системы научно-исследовательской работы студентов в Республике Беларусь : сб. материалов науч.-практ. конф.* – Минск: Изд. центр БГУ, 2011. – С. 29 – 38.
- [10]. Достанко, А. П. Информационные технологии обучения в профессиональной подготовке инженеров-конструкторов РЭС / А. П. Достанко, В. Ф. Алексеев, С. В. Бордусов // *Новые информационные технологии в образовании : труды III международной конференции (Минск, 12 – 13 ноября 1998 г.).* — Минск, 1998. — С. 125 — 127.

INFORMATION SUPPORT OF THE ENTERPRISE INNOVATION MANAGEMENT PROCESS

V.F. Alekseev
*Associate Professor, Chair of
Information and Computer
Systems Design, BSUIR, PhD,
Associate Professor*

D.V. Likhachevsky
*Dean of the Faculty of
Computer Engineering
BSUIR, PhD,
Associate Professor*

V. V. Shatalova
*Deputy Dean of the faculty of
computer design of BSUIR,
PhD,
Associate Professor*

Abstract: It is shown that one of the ways to intensify the work of a technical university is its informatization, which is a socio-economic and scientific-technical process of providing information requests and students' needs, contributing to the most complete and efficient acquisition and use of knowledge in specific subject areas. The ways of intensifying the work of a technical university on its informatization are disclosed.

Keywords: university, management process, information requests, information system.

AUTOR INDEX

В		S	
Beknazarova S. S.	11,30,37	Starzhynsky V. P.	42
К		U	
Kayumova G. A.	11	Usmonov A. I.	37
Kopovalova M. A.	18	Y	
Kurbanov S. K.	30	Yashin K. D.	18, 42
L		Yatskevich A. Y.	42
Losik G. V.	18		

АВТОРСКИЕ ИНДЕКСЫ

А		З	
Акулич К. И.	362	Зотов С. В.	141
Александров А. А.	369	Зязюлькин С. П.	274
Александров А. В.	314	И	
Алексеев В.Ф.	404	Изгачев И. Ю.	345
Алексеев Ю. И.	334	Инютин А. В.	310
Андрееенко А. В.	387	К	
Анисимов В. Я.	327	Калиновская И. Н.	165
Астрашаб В. В.	362	Калоша А. Л.	369
Б		Калугина М. А.	362
Балицкая Е. М.	288	Капустин А. Г.	246
В		Карпов С. С.	141
Вашкевич М. И.	102	Клапатов И. А.	339
Воробей А. В.	93	Клебанов Д. А.	362
Вотинов К. А.	301	Климович М. А.	345
Г		Конопелько В. К.	114
Голуб Ю. И.	241	Кравцов А. Г.	141
Городок А. Э.	345	Кравченко Д. В.	129
Гридасов А. И.	369	Кукареко А. В.	214
Гутковский В. Н.	86	Кулик Г. В.	307
Д		Кульша А. Ю.	345
Давыдовский А. Г.	225	Кунцевич А. А.	307
Дик С. К.	50	Куприянова Д. В.	398
Дроздов В. С.	50	Кучинский А. В.	86
Ж		Л	
Житник М. Е.	307	Линник А. М.	225
Жэнь С. Х.	114	Лихачев Д. С.	102
З		Лихачевский Д.В.	50, 404
Захарик Ю. А.	266	Ляликова В. И.	288

М		Т	
Ма Ц.	114	Телеш И. А.	
Малинина Т. А.	129	Терещенко К. В.	246
Марахина И. В.	146	Тумилович М. В.	141
Марковская Н. В.	345	Тхостов М.Х.-М.	93
Маъмуров Б. Х.	181	У	
Медунецкий М. А.	369	Усмонов Ж. Т.	172
Меженная М. М.	93	Ф	
Мирзаев А. Э.	156	Фролов И. И.	398
Мурашко Н. И.	387	Х	
Н		Халилов С. П.	156
Наркевич Е. С.	102	Хоронеко М. П.	369
Нестеренков С. Н.	214, 274, 369	Ц	
Нефедов С. Н.	196	Цырельчук И. Н.	301
О		Ч	
Осипов А. Н.	93	Черемисинов Д. И.	294
Османова М. Ф.	301	Чернявский Ю. А.	339
П		Чибисов И. В.	339
Парамонов А. И.	281	Ш	
Пархименко В. А.	376	Шаталова В.В.	404
Перцев Д. Ю.	398	Шиманский В. В.	339
Пилецкий И. И.	86	Шкор О. Н.	153
Пилиневич Л. П.	141	Я	
Писецкий Ю. В.	301	Яблонский О. Л.	177
Позняков Т. Д.	327, 334	Яшева Г. А.	165
Прокурат Д. М.	266	Яшин К. Д.	50, 129
Протасов А. П.	327		
Пулатова З. М.	172		
Р			
Радишевская Т. А.	188		
Радишевский Д. В.	188		
Рушкевич Ю. Н.	102		
С			
Савёнок В. А.	281		
Савченко В. В.	122		
Совпель Д. С.	362		
Старжинский В. П.	129		
Стаселько И. Д.	327,3344		
Стержанов М. В.	345		
Сычев А. Ю.	327,334		

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**IoT инжиниринг, машинное обучение, математическая
обработка данных,
разработка программного обеспечения**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Syberry – резидент Парка Высоких Технологий. Наша
специализация – профессиональная разработка ПО для
заказчиков из США.**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Внедрение ИТ-решений. Разработка и внедрение Веб-
приложений, Разработка Интернет-вещей**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Компания по разработке заказного ПО в Восточной Европе,
предоставляющая ИТ-решения и консалтинговые услуги.**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Разработка программного обеспечения любой сложности

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Разработка, тестирование и поддержка программного обеспечения. Анализ, модернизация и интеграция бизнес-решений

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ

PLAYGENDARY

Компания – разработчик ПО. Специализируется на разработке программных продуктов – казуальных игровых приложений для мобильных и компьютерных устройств.

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Поставка, монтаж/демонтаж и обслуживание лифтов, эскалаторов и траволаторов, запасных частей к ним, наладка систем диспетчеризации, пусконаладочные работы.

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Компания предоставляет спектр услуг, которые включает
предпроектные исследования (в сфере наукоемких технологий),
бизнес-анализ, разработку информационной стратегии**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Успешная ИТ-компания, осуществляющая деятельность в сфере
разработки и продвижения мобильных игр, резидент
белорусского Парка высоких технологий**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Компания оказывает полный цикл услуг по разработке,
тестированию, внедрению, интеграции и сопровождению
программного обеспечения**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



**Компания предоставляет полный цикл услуг по внедрению и
поддержке Dynamics AX/B365FO на предприятии**

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Компания - крупнейший поставщик комплексных IT-решений для банковской, финансовой и промышленной сфер.

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Один из крупнейших банков Беларуси. В отличие от других крупных белорусских банков, специализируется на кредитовании предприятий реального сектора экономики.

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Унитарное предприятие по оказанию услуг – провайдер телекоммуникационных, ИКТ- и контент-услуг в Беларуси.

СПОНСОР КОНФЕРЕНЦИИ



Разработчик IT-решений для Западной Европы и США.

Научное издание

BIG DATA AND ADVANCED ANALYTICS

BIG DATA И АНАЛИЗ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Республика Беларусь, Минск, 20-21 мая 2020 года)

В трех частях

Часть 2

В авторской редакции
Ответственный за выпуск *С.К. Дик*
Компьютерная верстка *И.В. Андриалович*

Подписано в печать 14.05.2020. Формат 60×84 1/8.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 48,71. Уч.-изд. л. 25,40.
Тираж 50 экз. Заказ 100.

Издатель и полиграфическое исполнение
УП «Бестпринт». Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий №1/160 от 27.01.2014.
Ул. Филатова д. 9, к. 1. 220026, г. Минск.

ISBN 978-985-90533-8-2



9 789859 053382 >

