

УДК 004.65:551

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ КЛИМАТИЧЕСКОГО КРИЗИСА



**В.В. Шаталова**

Директор филиала «Минский радиотехнический колледж» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», канд.техн.наук, доцент  
[shatalova@bsuir.by](mailto:shatalova@bsuir.by)



**В.О. Тихоненко**

Студент БГУИР, кафедра инженерной психологии и эргономики  
[Vlad6867911@gmail.com](mailto:Vlad6867911@gmail.com)



**А.Н.Василькова**

Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики, БГУИР  
[a.vasilkova@bsuir.by](mailto:a.vasilkova@bsuir.by)

### **В.В. Шаталова**

Директор филиала «Минский радиотехнический колледж» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент.

Образование, стажировки, повышение квалификации:

1992-1997 Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, студентка

1997-2000 Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, аспирантура

2003 Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка, переподготовка по специальности «Профессиональное образование»

2013 Республиканский институт профессионального образования, переподготовка по специальности «Менеджмент учреждений профессионального образования».

Направления научных исследований: синтез и исследование свойств монокристаллов сложных полупроводниковых соединений; управление качеством образования в высших учебных заведениях; организация учебного и научно-исследовательского процессов в техническом университете.

### **В.О.Тихоненко**

Студент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР.

Область профессиональных интересов / исследований: языки программирования, искусственный интеллект, технологии виртуальной реальности.

### **А.Н. Василькова**

Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики.

Образование: 2007 - МГВРК по специальности «Программное обеспечение информационных технологий»,

2022 - магистратура БГУИР по специальности «Охрана труда и эргономика».

Область профессиональных интересов / исследований: языки программирования, искусственный интеллект, технологии виртуальной реальности.

**Аннотация.** Целью данного исследования является обзор взаимосвязи между наукой о данных и климатическими исследованиями, а также описать, как можно управлять вопросами устойчивого климата с помощью инструментов больших данных.

**Ключевые слова:** *Big Data*, экология, климатические исследования, исследования изменения климата.

**Введение.** В этой статье мы рассматриваем взаимосвязь между наукой о данных и исследованиями климата, а также описываем, как проблемы устойчивости климата могут быть решены с помощью инструментов Больших Данных. Мы анализируем и категоризируем статьи, посвященные применению данных в конкретных областях, однако отмечаем, что широкие интегративные анализы получают меньше внимания. Наша основная цель – подчеркнуть потенциал теоремы Системы Систем (*SoS*), так как для комплексного понимания проблемы необходимо исследовать синергии между различными дисциплинами и исследовательскими идеями. Наука о данных и системах позволяет интегрировать и симулировать большое количество разнородных данных, учитывая при этом социально-экологические взаимосвязи. Улучшенная интеграция знаний, предлагаемая система климатических вычислений, демонстрируется анализом возможных взаимосвязей последних статей, посвященных применению Больших Данных. Анализ подчеркивает, как данные и модели, сфокусированные на конкретных аспектах устойчивости, могут быть связаны для изучения сложных проблем изменения климата.

**Основная часть.** Проблемы устойчивого развития требуют междисциплинарного подхода, который объединяет различные области науки. Это необходимо для того, чтобы адекватно реагировать на сложные вызовы, такие как изменение климата, потеря биоразнообразия и устойчивое использование ресурсов. Наука о данных играет ключевую роль в этом процессе, поскольку она предоставляет инструменты и методы для сбора, анализа и интерпретации больших объемов данных. Это позволяет ученым лучше понимать и моделировать сложные системы, такие как климатическая система Земли. Однако, несмотря на значительный прогресс в этой области, существуют значительные проблемы и препятствия, которые необходимо преодолеть. Это включает в себя вопросы конфиденциальности и безопасности данных, а также необходимость в более эффективных методах анализа и визуализации данных. В целом, наука о данных представляет собой мощный инструмент для продвижения устойчивого развития, но его потенциал еще предстоит полностью реализовать.

Анализ данных играет ключевую роль в исследованиях изменения климата. Он помогает ученым изучать и понимать сложные климатические процессы и их влияние на нашу планету. Вот некоторые из основных задач, которые могут быть решены с помощью анализа данных:

1 Прогнозирование климатических изменений: Анализ данных может помочь ученым прогнозировать будущие климатические условия на основе исторических данных и моделей климата (рисунок 1).

2 Мониторинг климатических изменений: С помощью анализа данных ученые могут отслеживать текущие тенденции изменения климата и оценивать их влияние на различные аспекты окружающей среды (рисунок 2).

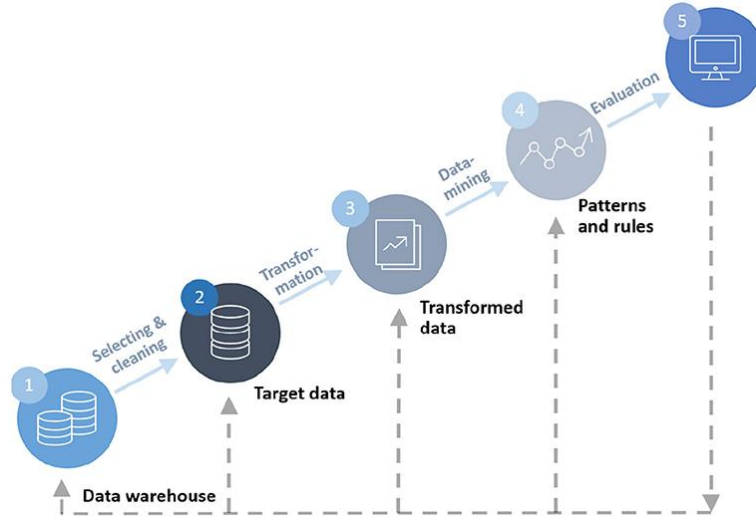


Рисунок 1. Процесс интеллектуального анализа данных

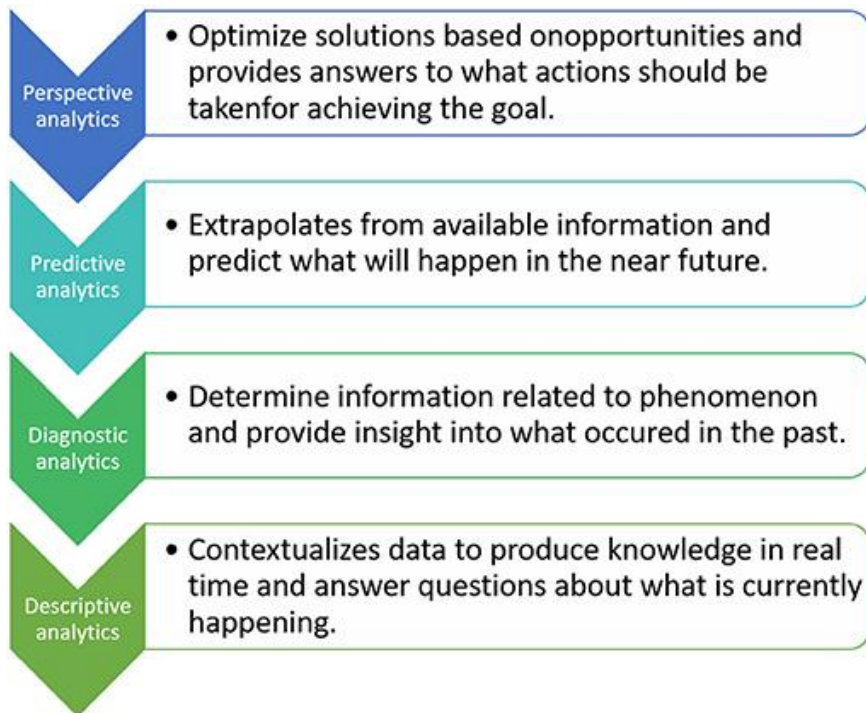


Рисунок 2. Виды аналитики данных

3 Оценка влияния климатических изменений: Анализ данных может помочь ученым оценить влияние климатических изменений на различные сферы жизни, включая экономику, здравоохранение и биоразнообразие (рисунок 3).

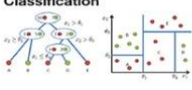
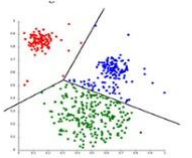
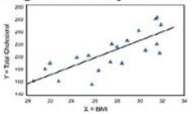

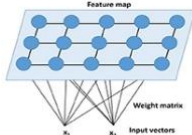
Method	Definition	Data analysis techniques	Areas of application	Climatic examples
 <p><b>Classification</b></p>	Discriminating data into different labeled subsets according to class attributes. Retrieving important and relevant information about data and metadata.	Neural network Support vector machine (SVM) Decision tree k-nearest neighbors algorithm Bayesian network Genetic algorithm	Predefined distribution (e.g., identification of differences) Fault detection Anomaly detection problems	Evaluation of hydrological responses Poff et al., 1996, Climate modeling Knutti et al., 2003 Peterson et al., 2002, Mapping mangrove areas Heumann, 2011, land cover Friedl and Brodley, 1997, Vulnerability of the river basin Sharif and Bum, 2006, Forecast uncertainty Gutierrez et al., 2011, Optimizing water distribution system Wu et al., 2010
 <p><b>Clustering</b></p>	Grouping the database according to their similarities. Discovering similarities and dissimilarities between the data.	Partition-based algorithms (e.g., K-Means, Fuzzy C-Means) Hierarchical clustering (e.g., dendrograms) Density-based methods Grid-based methods Model-based methods	Data segmentation (division into homogeneous sets) Identification of typical prototypes (e.g., simultaneous identification of time-homogeneous periods and their averages/trends)	Assess soil erosion risk Aslan et al., 2019, atmospheric data Cuzzocrea et al., 2019, wind patterns Wang M. et al., 2020, groundwater level fluctuation Zare and Koch, 2018, Determine drought homogeneous regions Goyal and Sharma, 2016
 <p><b>Regression analysis</b></p>	Identifying and analysing the relationship between variables. Predicting and forecasting the process or dependent variables.	Multivariate linear regression Neural networks Regression tree	Creating a model that predicts time (e.g., creating a model for predicting temperatures)	Assess flood risk in urban catchments Jato-Espino et al., 2018, effects on the hydrology cycle Keliang, 2019 and soil organic carbon distribution Olaya-Abriel et al., 2017, Determine the shift in climatic trends (temperature) Maheshwari et al., 2020
 <p><b>Frequent itemset/pattern mining</b></p>	Determining the association between different datasets. Tracking patterns and creating groups of data that have dependently linked variables.	Frequent itemset search algorithms: Apriori algorithm, FP-grow algorithm sequence search algorithms: refxSpan, Spade, SPAM	Identification of common co-occurring anomalies Exploring the relationships between events and their order	The discovery of spatio-temporal fluctuating patterns with regard to the outbreak of an epidemic Teng et al., 2019 Mapping wind profile patterns Yusof et al., 2017, atmospheric environment Li et al., 2019, and deforestation Toujani et al., 2020, Predicting climate variability Rashid et al., 2017
 <p><b>Visualization</b></p>	Displaying multivariate data. Reducing the number of variables. Exploring the internal context of data.	Principal Component Analysis (PCA) Multidimensional scaling (MDS) t-SNE, Self Organizing Map (SOM)	Exploratory data analysis Identification of factors Preparation of composite indicators Monitoring of complex systems	Analysis of atmospheric circulation patterns and temperature anomalies Gao et al., 2019 and changes in land cover Li et al., 2018, Mapping climate Uddin et al., 2019/ drought Balaganesh et al., 2020, vulnerability and flood hazard mapping in urban environments Rahmati et al., 2019

Рисунок 3. Методы интеллектуального анализа данных и области применения

4 Разработка стратегий адаптации и смягчения последствий: На основе данных об изменении климата ученые могут разрабатывать стратегии для адаптации к изменяющимся климатическим условиям и смягчения негативных последствий климатических изменений.

Исследования в области климатологии в значительной степени опираются на анализ данных. Это включает в себя сбор и обработку больших объемов климатических данных, таких как температура воздуха, уровень осадков и концентрация углекислого газа. Эти данные затем анализируются с помощью различных статистических и математических методов, чтобы выявить тенденции, закономерности и аномалии.

Однако, несмотря на значительные успехи в этой области, существуют и значительные проблемы. В частности, существует необходимость в более точных и надежных методах анализа данных, а также в более эффективных инструментах для визуализации и интерпретации результатов. Кроме того, существует необходимость в более глубоком понимании взаимосвязей между различными климатическими переменными и их влиянии на окружающую среду и человеческое общество.







### **Авторский вклад**

**Шаталова Виктория Викторовна** – руководство и постановка задачи исследования BIG DATA в решении проблемы климатического кризиса РБ.

**Василькова Анастасия Николаевна** – постановка задачи исследования, описание как можно управлять вопросами устойчивого климата с помощью инструментов больших данных, анализ полученных результатов, формирование структуры статьи.

**Тихоненко Владислав Олегович** – тестирование программного средства, описание принципов использования взаимосвязи между наукой о данных и климатическими исследованиями, формирование структуры статьи.

## **APPLYING BIG DATA TECHNOLOGIES IN SOLVING THE CLIMATE CRISIS**

***V.V. Shatalova***

*Director of the branch "Minsk  
Radio Engineering College" of the  
educational institution "Belarusian  
State University of Informatics and  
Radio Electronics", Candidate of  
Technical Sciences, Associate  
Professor*

***V.O. Tikhonenko***

*BSUIR student,  
Department of Engineering  
Psychology and Ergonomics*

***A.N. Vasilkova***

*Senior Lecturer, Department of  
Engineering Psychology and  
Ergonomics, BSUIR*

**Abstract.** The purpose of this study is to review the relationship between data science and climate research, and to describe how sustainable climate issues can be managed using big data tools.

**Keywords:** Big Data, ecology, climate research, climate change research.