

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ СЕТЕЙ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

**Вишняков В. А.**

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

**Ключевые слова:** сети инфокоммуникаций, интернет вещей, блокчейн, модели, структуры, алгоритмы, магистранты, аспиранты.

Проектирование, моделирование и аппаратно-программная реализация специализированных сетей инфокоммуникаций (интернет вещей и блокчейн) — актуальная проблема, поскольку они являются основой автоматизации 4.0, применяются в различных отраслях экономики и обороны страны, особенно в условиях санкций. Необходимы теоретические разработки моделей, структур, компонентов сетей,

их моделирование и практическая реализация. Пути решения проблемы является разработка математических моделей, структурное проектирование, компьютерное моделирование, создание аппаратно-программных средств сетей интернета вещей (ИВ, IoT) и блокчейн.

Получены новые научные и практические результаты в области специализированных сетей инфокоммуникаций (ИК) при подготовке кадров высшей квалификации: двух кандидатов технических наук (один иностранец), трех исследователей, двух китайских аспирантов и 10 магистров (8 иностранцев) за последние пять лет. Эти результаты создают основу для разработки специализированных сетей ИК (ИВ, блокчейн) в различных отраслях экономики Республики Беларусь. Они заключаются в разработке основ и реализации специализированных сетей ИК, включая сети: интеллектуальную (выбор модели аутентификации пользователя, оптимизация в сетях ИВ), ИВ (контроль качества продукции, управление умным домом, ИТ-диагностика пациентов с заболеваниями легких, Альцгеймера и Паркинсона), блокчейн (управление документами в образовании и ИТ-медицине) [1, 2]. Основные научные и практические результаты следующие.

1. Для реализации IoT-сети контроля качества продукции использована облачная платформа (размещенный в облаке управляемый сервис), которая действует как центр обмена сообщениями для двусторонней связи между приложением IoT и устройствами. Представлена модель сети ИВ, основанная на мультиагентной технологии. Предложена структура этой сети ИВ, которая включает в себя анализаторы качества продукции, шлюзы-конвертеры и облачную структуру, в которой арендуется серверная платформа. В базе данных сервера хранятся показатели качества продукции, основанные на критических контрольных точках. Эти показатели можно отслеживать с мобильных устройств специалистов. Платформа *Google Cloud IoT* позволяет создавать сети ИВ, используя машинное обучение на конечных устройствах и внедряя такие сервисы, как *Cloud IoT Core* (собирает данные, публикуемые в *Cloud Pub/Sub* для дальнейшего анализа) и *Cloud IoT Edge* (для безопасного подключения периферийных устройств к облаку). Представлена процедура подключения датчиков к платформе *Google Cloud IoT*, включающая в себя настройку локальной среды и установку необходимых компонентов, создание учетной записи, подключение виртуального устройства и просмотр телеметрии [1].

2. Разработана сетевая структура для организации мультиагентной обработки на базе сети ИВ для контроля звуковой информации, что позволяет реализовать технологию автоматизации 4.0. Выполнена оптимизация выбора структурных элементов (протокол, облачная платформа) в сети ИВ контроля качества звуковой информации. Разработана методика сетевого моделирования IoT контроля качества звука в облачной платформе, позволяющая повысить качество анализа звуковой информации окружающей среды. Разработана аппаратная и программная реализация мультиагентных моделей в сети ИВ для контроля качества звуковой информации, что позволило внедрить новую технологию управления [1].

3. Для выбора наилучшего протокола в сети ИВ мониторинга звука был использован метод анализа иерархии (МАИ). В качестве характеристик протоколов рассматриваются: скорость нисходящей линии связи, задержка, пропускная способность устройства, мощность передачи устройства. Сформирована матрица парных сравнений показателей параметров протокола, основанная на экспертных оценках. Построены четыре матрицы парных сравнений вариантов стандартов передачи по показателю скорости, задержки, полосы пропускания устройств, мощности передачи устройств. Рассчитана матрица векторов глобальных приоритетов. Предпочтительным вариантом протокола для организации связи в сети и мониторинга звука является протокол NB-IoT. Описаны четыре облачные платформы для создания и моделирования сетей ИВ, занимающие 87 % мирового рынка. Представлен анализ отдельных методов оптимизации для создания IoT сетей. Приведен алгоритм метода анализа иерархии, относящегося к экспертным методам. Приведен пример выбора облачной платформы IoT с использованием МАИ, которая рекомендует платформу AWS IoT, занимающую 33 % мирового рынка облачных платформ [1].

4. Разработаны теоретические основы для ИТ-диагностики кашля на основе машинного обучения и нейронных сетей. Разработана сетевая структура сети ИВ для ИТ-диагностики пациентов с данным заболеванием, позволяющая без клинических исследований в удаленном режиме оперативно проводить исследования и делать заключения о вероятности заболевания с передачей на мобильный аппарат. Разработанная система обнаружения кашля создана с использованием набора данных *Environmental Sound Classification 50 (ESC-50)*, который использовался для машинного обучения сверточной нейронной сети. Результаты показали среднюю точность 85,37 %, прецизионность 78,80 % [3].

5. Разработаны теоретические основы для ИТ-диагностики заболеваний Альцгеймера на основе машинного обучения и нейронных сетей. Разработана и реализована лабораторная сеть ИВ для ИТ-диагностики пациентов с данным неврологическим заболеванием, позволяющая без клинических исследований в удаленном режиме оперативно проводить исследования и делать заключения о вероятности заболевания с передачей на мобильный аппарат. На общедоступном наборе данных была достигнута точность диагностики 85,2 % [4].

6. Разработаны теоретические основы для ИТ-диагностики заболеваний Паркинсона на основе машинного обучения и нейронных сетей. Разработана и реализована лабораторная сеть ИВ для ИТ-диагностики пациентов с этим заболеванием, позволяющая без клинических исследований в удаленном режиме оперативно проводить исследования и делать заключения о вероятности заболевания с передачей на мобильный аппарат [5].

7. Разработаны модель и алгоритмы получения цифрового документа и подтверждения достоверности документа об образовании на основе технологии распределенных реестров. Разработана модель интернет-маркетинга и алгоритмы для интеллектуальной интеграции запросов предприятий на специалистов и отчетов учреждений образования об их подготовке с поддержкой блокчейн. Реализованы и апробированы программные средства разработанных моделей и алгоритмов для подтверждения достоверности документов об образовании и балансировки количества подготовки специалистов для промышленности на основе технологии блокчейн. Проведен анализ эффективности применения технологии распределенных реестров на основные факторы системы управления. Проведено исследование изменения основных показателей (базисных факторов) влияния блокчейна на систему образования когнитивным моделированием. Анализ результатов показывает, что под влиянием фактора «блокчейн» значения показателей изменяются в среднем до 5 %, принимая во внимание минимальное изначальное влияние базисного фактора [2, 6].

8. На базе теории множеств разработана модель информационного управления в ИТ-медицине с использованием технологии блокчейн, включающая управление электронными медицинскими картами; управление цепочками поставок лекарств и борьбу с контрафактом; анализ медицинских данных; проведение клинических и биомедицинских исследований; удаленный мониторинг пациентов. Разработана структура интернет-маркетинга на базе распределенной системы с использованием портала подсистем поставок и распределением лекарств для удовлетворения потребностей пациентов для различных медицинских учреждений Республики Беларусь, которая может работать с поддержкой интеллектуальных агентов и применением блокчейн-технологий [2].

9. Разработана учебная сеть ИВ вещей для умного дома, с возможностью масштабируемости сети и подключения к ней последующих «умных» устройств. Рассмотрен процесс создания сети «Умный дом» с использованием средства *Packet Tracer*, показано, как изменять структуру сети путем добавления новых устройств. Дано описание облачной платформы *Azure*, описаны возможности построения сети IoT на ее основе, включая безопасность, приведены алгоритмы создания простейшей сети «Умный дом» [1, 8].

При подготовке отечественных кадров высшей квалификации трудности заключаются в слабой мотивации как при подготовке магистрантов (нет соответствующих должностей для магистров в организациях), так и аспирантов (недостаточная оплата специалистов с ученой степенью в вузах республики). Однако при подготовке иностранных специалистов, особенно китайских, мотивация высокая.

#### Список литературы:

1. Вишняков, В. А. Специализированные IoT-сети: модели, структуры, алгоритмы, программно-аппаратные средства = Specialized IoT systems: Models, Structures, Algorithms, Hardware, Software Tools / В. А. Вишняков. — Минск: БГУИР, 2023. — 184 с.
2. Вишняков, В. А. Технология блокчейн в образовании и ИТ-медицине: модели, алгоритмы, программные средства / В. А. Вишняков, Д. А. Качан. — Минск: РИВШ, 2023. — 184 с.
3. Vishniakou, U. A. Voice Detection Using Convolutional Neural Network = Распознавание голоса с использованием свёрточной нейронной сети / U. A. Vishniakou, В. Н. Shaya // Доклады БГУИР. — 2023. — Т. 21, № 2. — С. 114–120.
4. Вишняков, В. А. Распознавание признаков болезни Паркинсона на основе голосовых маркеров и двигательной активности / В. А. Вишняков, С. Ивей // Информатика. — 2023. — № 3. — С. 7–15.
5. Vishniakou, U. A. Using machine learning for recognition of Alzheimer's Disease Based on Voice Information / U. A. Vishniakou, Yu ChuYue // Doklady BSUIR. — 2023. — No. 5.
6. Вишняков, В. А. Использование технологии блокчейн в образовании / В. А. Вишняков, Д. А. Качан // Вестник связи. — 2023. — № 2. — С. 42–45.
7. Vishniakou, U. A. Simulation of IoT Smart Home Network with Decision Making Based on MajorDoMo Platform / U. A. Vishniakou, Yu ChuYue // Digital Transformation. — 2023. — No. 1 (29). — P. 56–63.
8. Вишняков, В. А. Создание сети интернет вещей «Умный дом» / В. А. Вишняков, К. А. Радкевич // Проблемы инфокоммуникаций. — 2022. — № 2. — С. 72–79.