

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.77:620.9

ГРОМОВ  
Владимир Анатольевич

**ЭЛЕМЕНТЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ «УМНЫЙ ГОРОД»,  
ЭНЕРГЕТИКА**

Автореферат  
на соискание степени магистра  
по специальности 1-45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций

---

Научный руководитель  
профессор, д.т.н., профессор  
ВИШНЯКОВ Владимир  
Анатольевич

---

Минск 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Города играют первостепенную роль в социальных и экономических аспектах жизни во всем мире и оказывают огромное влияние на окружающую среду. По данным Фонда ООН в области народонаселения, 2008 г. Ознаменовался тем, что уже более 50 % всего населения – 3,3 млрд человек – жили в городских районах, и их доля, вырастет до 68 % к 2050 г. В Европе 80 % населения уже живет в городах. Исследования показывают, что к 2025 г. 600 крупнейших городов по всему миру будут совместно генерировать 60 % мирового ВВП.

Важность городов как глобального явления подтверждается распространением мегаполисов с населением более 20 млн человек в Азии, Латинской Америке и Африке. В результате в настоящее время бóльшая часть ресурсов потребляется в городах, что способствует росту их экономической значимости, но и ухудшает их экологические показатели. Города потребляют от 60 до 80 % энергии во всем мире и ответственны за бóльшую долю выбросов парниковых газов. Рост городского населения привел к транспортным коллапсам в городах, многократно возросла нагрузка на все городские службы: здравоохранения, жилищно-коммунальные и др.

Термин «умный город» (smart city) был впервые использован в 1994 г., когда основное внимание уделялось использованию новых информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) применительно к современной городской инфраструктуре. Калифорнийский институт интеллектуальных сообществ был одним из первых, кто сосредоточился на том, как сообщества могут стать умными и как город может быть спроектирован для успешного внедрения ИКТ.

Однако сейчас для более эффективного использования ресурсов и сокращения выбросов умный город выходит за рамки использования только цифровых технологий, что означает более рациональные городские транспортные сети, модернизированные системы водоснабжения и удаления отходов, а также более эффективные способы освещения и обогрева зданий. Это также означает более интерактивную и гибкую городскую администрацию, более безопасные общественные места и удовлетворение потребностей населения.

Цифровая трансформация экономики для Республики Беларусь сегодня выступает в качестве приоритетного способа развития и повышения конкурентоспособности страны на мировом рынке. Президентом Республики

Беларусь поставлена масштабная задача по превращению Беларуси в ИТ-страну.

Города такой страны должны соответствовать заданному курсу развития. По этой причине городское управление должно активизировать работу по внедрению передовых ИТ-решений в городскую инфраструктуру, способствующих формированию «умных городов».

В центре такого города должен находиться человек – именно для его комфорта и удобства необходимо внедрять новые технологии.

В результате цифровизации города должны стать удобными, безопасными и информативными для людей. Речь идет о комплексном применении современных решений в жилищно-коммунальном хозяйстве, строительстве и территориальном планировании, транспортной инфраструктуре, здравоохранении, образовании, обеспечении правопорядка и других областях.

Требуется непрерывно работать над удовлетворением потребностей горожан, искать новые пути улучшения качества их жизни, повышения комфорта с помощью электронных сервисов и различных технологических новшеств.

Энергетика является стратегически значимым сектором и фундаментом экономики любого государства, ключевым фактором жизнеобеспечения и национального суверенитета страны, а эффективность использования энергетических ресурсов выступает одним из показателей уровня развития страны. Цель энергетической политики страны – повысить эффективность энергетической инфраструктуры, ориентированной на растущие потребности экономики и человека, стимулирующей качество жизни населения и рост производительности труда, обеспечивающей устойчивое развитие страны в интересах нынешнего и будущего поколений.

Республика Беларусь не обеспечена собственными энергетическими ресурсами. Она энергозависима от внешних поставок энергоносителей. Поэтому белорусам очень важно отслеживать мировые энергетические тренды и анализировать их влияние на экономику с целью выработки рациональной энергетической политики, имеющей минимальные последствия для экономической стабильности страны.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с крупными научными программами**

Диссертационное исследование выполнено в соответствии указа Президента Республики Беларусь от 7 апреля 2022 г. №136 «Об органе государственного регулирования в сфере цифрового развития и вопросах цифровизации», а также утверждённой государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021 – 2025 гг.

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является исследование основных задач в формировании концепции подсистемы «умная энергетика», определение критериев обеспечения ее эффективности, улучшения экологической ситуации. Для достижения цели решались следующие задачи:

- изучить подходы построения подсистемы «умная энергетика», с анализом отечественного и зарубежного опыта;
- проанализировать концепцию реализации подсистемы «умная энергетика»;
- провести анализ построения структуры и компонентов подсистемы «умная энергетика»;
- рассмотреть пример цифровой платформы для подсистемы «умная энергетика».

Основные положения исследования, выносимые на защиту:

- направления развития «умной энергетике» в контексте расширения спектра оказания услуг;
- структура и компоненты подсистемы «умная энергетика»;
- предложение цифровой платформы для подсистемы «умная энергетика».

### **Личный вклад соискателя ученой степени**

Содержание диссертации отображает личный вклад автора. Он заключается в научном обосновании алгоритмов (методов, программных средств и т.д.) название, постановке, оценке эффективности разработанных алгоритмов, обработке и анализе полученных результатов, формулировке выводов.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились совместно с научным руководителем

профессором, доктором технических наук Вишняковым Владимиром Анатольевичем.

### **Апробация результатов исследования**

Основные положения диссертационной работы и отдельные ее разделы докладывались и обсуждались на двух международных научно-технических конференциях и семинаре в Минске.

### **Опубликование результатов диссертации**

По результатам выполненных исследований опубликованы 3 научных работы: 2 статьи и тезисы доклада в материалах научных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех разделов с выводами по каждому разделу, заключения, библиографического списка, графического материала.

Общий объем диссертационной работы составляет 96 страниц, из них 65 страниц текста, 20 рисунка на 17 страницах, список использованных библиографических источников (50 наименований на 42 страницах), список публикаций автора по теме диссертации (3 наименование на 3 страницах), графический материал на 7 страницах.

### **Проверка на уникальность**

Проведена экспертиза диссертации Громова Владимира Анатольевича «Элементы сети Интернет вещей «Умный Город», Энергетика» на корректность использования заимствованных материалов с применением сетевого ресурса «Антиплагиат» (адрес доступа: <https://antiplagiat.ru>) в on-line режиме 20.03.2024 г. В результате проверки установлена корректность использования заимствованных материалов (оригинальность диссертационной работы составляет 90,62 %).

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении рассмотрены проблемы необходимости улучшения экологических показателей, уменьшения доли парниковых газов, а также уменьшения нагрузки на все коммунальные городские службы посредством применения современных подходов выработки, передачи, экономии всех

видов энергии и применения технологий IoT для удобного и эффективного управления всеми направлениями энергетики «умного города».

В общей характеристике работы показана связь работы с приоритетными направлениями научных исследований, цель и задачи исследования, личный вклад соискателя ученой степени, апробация результатов диссертации.

В первой главе описаны понятие и структура «умного города» энергетика, а также описаны достоинства применения Интернета вещей в энергетике. Озвучен отечественный и зарубежный опыт построения подсистемы УГ энергетика. Проанализированы технологии, принимающие участие в строительстве «умных городов», а также как они могут помочь достичь конечной цели преобразования современных городов в «умные города» будущего. Затрагивается технология блокчейн, которая позволяет осуществлять надежные и прозрачные транзакции без необходимости в посредничестве третьей стороны. Описаны основные достоинства Интернета вещей. Уделяется внимание новым технологиям, которые позволят значительно уменьшить потери при передаче электрической энергии от генератора к потребителю, кратно повысить надежность энергоснабжения, оптимально перераспределить энергетические потоки, тем самым уменьшив пиковые нагрузки. В главе рассказывается об развитии и распространении технологии NB-IoT и ей подобных, которая значительно ускоряет выработку общих положений и норм, а также о том, что она предназначена для повсеместного применения в сфере учета энергоресурсов, в том числе для приборов учета, доступ к которым ограничен или затруднен. Озвучена информация о применении «умных счётчиков», и то, что они функционируют на базе приложения для отслеживания потребления ресурсов в режиме реального времени, помогают пользователям лучше понять свою модель потребления и оптимизировать свои платежи за счет использования ресурсов во внепиковые периоды. Так же уделяется внимание росту автомобилей с электродвигателями, и развитию «умных» зарядок для электротранспорта. Наряду с новыми технологиями в первой главе описываются типовые организационные мероприятия по энергосбережению. При анализе построения платформ для реализации подсистемы «умного города» отмечаются три этапа, которые проходят в своём становлении «умные города». Отмечаются этапы построения интеллектуальной энергетики города. Произведены выводы по разделу.

Во второй главе описана структура, компоненты и платформа подсистемы УГ энергетика. Рассматривается эффективный переход от

традиционных систем энергоснабжения к интеллектуальным энергетическим системам. Отмечены основные этапы строительства энергетики для «Умного города». Перечислены основные компоненты системы энергетики. Во второй главе уделяется немаловажное внимание и роль электромагнитной совместимости. Отмечается эффект от внедрения интегрированной системы управления энергией. Описывается роль системы энергетики в «умном городе», и то, что она является ключевым компонентом, обеспечивающим эффективное и устойчивое энергетическое обеспечение города, а также, что интегрированная система управления энергией, использование возобновляемых источников энергии, «умные сети» энергетики и энергоэффективность зданий и инфраструктуры являются основными компонентами этой системы. Понимание и оптимизация взаимодействия этих компонентов является важным шагом в направлении создания «умного и устойчивого города». Приведены примеры проявления «умной» энергетики в развитых странах. Отмечается разница реагирования на проблемы в традиционной системе и при использовании «умной платформы». Отображены достоинства «окна» платформы с единым окном диспетчеризации. Произведены выводы по главе, и отмечено, что в условиях новых вызовов энергетика находится на этапе смены структурно-технологической парадигмы. Переход к новым структурам в виде интегрированных интеллектуальных энергетических систем, объединяющих самоорганизующиеся системы электро, тепло, холодо, газоснабжения и др., построенных по мультиагентному принципу обеспечит новый импульс развития энергетики, обеспечивающий удовлетворение возрастающих требований потребителей.

В третьей главе описано функционирование сети Интернета вещей для реализации подсистемы УГ энергетика. Отмечены шаги создания и функционирования сети Интернета вещей для энергетики. Отражены основные виды информации, которые существуют на платформе энергетики «умного города», а также описана общая теория преобразования аналогового сигнала в цифровой. Описан общий перечень сенсоров и датчиков, применяемых на платформе «умного города», а также их основные параметры. В главе разбираются алгоритмы сбора и обработки данных в подсистеме «умного города» энергетика. Освещена типовая структура IoT-систем, состоящая из 3-х уровней. Отображена типовая структура IoT платформы, а также расширенная блок-схема платформы. Приведён пример Приложения для менеджера подсистемы «Умного» города», которое служит для взаимодействия и мониторинга всех аспектов работы системы Интернета

вещей. Произведены выводы по главе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Умный город» – одна из составляющих цифровой экономики, подразумевающая всестороннее внедрение ИКТ в процессы управления городом – его имуществом, транспортом, службами водо- и энергоснабжения и др. в целях более экономного расходования ресурсов и улучшения жизни горожан. Несмотря на то, что отдельные технологии внедряются повсеместно, городов, в которых хотя бы две трети инфраструктуры составляют «умные» системы, очень мало. Но концепция «умного города» – это то, к чему все постепенно движется. Этот процесс не будет происходить стремительно, такие масштабные проекты не могут реализовываться быстро, но развитие в этом направлении будет стабильным. «Умные города» смогут достичь целей своего создания (наличие высококачественных школ и рабочих мест, доступного жилья, удобного транзита, богатой культурной жизни на фоне сокращения энергопотребления и выбросов углерода) только в том случае, если будут активно использовать цифровые технологии виртуальной реальности, Интернета вещей, искусственного интеллекта, блокчейн и другие. Эти технологии являются мощными инструментами по ускорению позитивных изменений в социальной инфраструктуре города, к которым можно отнести более высокую плотность доступного жилья вблизи транзитных узлов; высаживание городской зелени для снижения выбросов углерода; создание привлекательных общественных мест, поощряющих искусство, музыку, спорт и другие социальные мероприятия; строительство инновационных школ, объединяющих поколения. По-настоящему «умные города» будут воспитывать «умных граждан», каждый из которых попытается улучшить работу городских служб. В конце концов, города – это не просто здания и интеллектуальные сети, это люди, стремящиеся осуществить свои мечты о лучшей жизни.

«Умные города» сыграют жизненно важную роль в изменении климата в мире, сокращая выбросы углекислого газа и использование невозобновляемых источников энергии в городах, одновременно социально развивая свои сообщества и способствуя равенству между их жителями. Однако для того, чтобы «умные города» могли реализовать все предлагаемые им преимущества, собранные данные должны поддерживать обоснованные решения.



В этой работе рассматриваются концепции, методы, технологии и инструменты для создания «умного города» по направлению энергетика, а также Приложение для удобного управления всеми процессами, связанными с выработкой, передачей и рациональным использованием энергии. Работа открывает путь правильного внедрения новых технологий, оптимизирование старой системы энергетика, открывает достоинства смены традиционного развития энергетика на «умное».

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ**

1–А Подход к построению подсистем «умного города» / В. А. Вишняков [и др.] // Технологии передачи и обработки информации: материалы Международного научно-технического семинара, Минск, март-апрель 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. Ю. Цветков [и др.]. – Минск, 2023. – С. 45–49.

2–А Вишняков В.А. Компоненты подсистемы «умный город» энергетика / В.А. Вишняков, Громов В.А. /Современные средства связи: материалы XXVIII Междунар. науч.-техн.. конф., 26-27 окт. 2023 года, Минск, Респ. Беларусь ; редкол: А.О. Зеневич [и др.]. – Минск: БГАС, 2023. – С. 365.

3–А Структура и компоненты подсистем энергетика, транспорт «Умный город». // «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» сборник материалов 60-я научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов 22-26 апреля 2024 года «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 22-26 апреля 2024 г., БГУИР, Минск, Беларусь: сборник материалов. – Минск, 2024. –С. Находится на публикации.