

**Минкин Александр Владимирович**  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
(филиал в г. Елабуга )

**Нигметзянова Суюмбика Мавлетзяновна**  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
(филиал в г. Елабуга )

### **Интеграция IoT-устройств в домашнюю экономику: разработка программного приложения "SmartHome" для управления домохозяйством и оптимизации расходов**

**Аннотация.** В статье представлена разработка программного приложения «SmartHome», направленного на преодоление ключевого разрыва между техническими возможностями Интернета вещей (IoT) и экономическими задачами домохозяйства. В отличие от традиционных решений для умного дома, фокусирующихся на автоматизации и комфорте, предложенная платформа позиционируется как инструмент финансового менеджмента. На основе модульной архитектуры и применения алгоритмов машинного обучения для анализа временных рядов система интегрирует разрозненные устройства, трансформируя данные о потреблении энергии и воды в персонализированные экономические рекомендации и автоматизированные сценарии экономии. Результаты моделирования и пилотного тестирования демонстрируют потенциал снижения коммунальных расходов на 12–25% за счет адаптивного управления климатом и оптимизации нагрузки на бытовые приборы. В статье обсуждается, как платформа повышает прозрачность издержек, меняя поведение пользователей от пассивного потребления к активному управлению ресурсами, и рассматриваются перспективы её интеграции в более широкий контекст цифровой экономики домохозяйства. Разработка служит примером конвергенции технологий и экономики, переводя умный дом из категории «предмета роскоши» в практический инструмент повышения финансовой устойчивости.

**Ключевые слова:** умный дом, Интернет вещей (IoT), домашняя экономика, управление домохозяйством, оптимизация расходов, энергосбережение, машинное обучение, финансовая устойчивость, цифровизация, программное приложение.

**Minkin Alexander Vladimirovich**  
Kazan (Volga Region) Federal University Branch in Yelabuga  
**Nigmatzyanova Suyumbika Mavletzyanovna**  
Kazan (Volga Region) Federal University Branch in Yelabuga

### **Integration of IoT devices into the home economy: development of the SmartHome software application for household management and cost optimization**

**Annotation.** The article presents the development of the "SmartHome" software application, aimed at bridging the key gap between the technical capabilities of the Internet of Things (IoT) and the economic objectives of households. Unlike traditional smart home solutions focused on automation and comfort, the proposed platform is positioned as a financial management tool. Based on a modular architecture and the application of machine learning algorithms for time series analysis, the system integrates disparate devices, transforming data on energy and water consumption into personalized economic recommendations and automated savings scenarios. The results of modeling and pilot testing demonstrate the potential to reduce utility costs by 12–25% through adaptive climate control and optimization of household appliance load. The article

discusses how the platform increases cost transparency, shifting user behavior from passive consumption to active resource management, and explores prospects for its integration into the broader context of the household digital economy. The development serves as an example of the convergence of technology and economics, transforming the smart home from a "luxury item" into a practical tool for enhancing financial resilience.

**Keywords:** smart home, Internet of Things (IoT), home economics, household management, cost optimization, energy saving, machine learning, financial resilience, digitalization, software application.

**Введение.** В эпоху стремительной цифровизации практически всех сфер жизни, домохозяйство как базовая экономическая единица общества также претерпевает глубокую трансформацию. Технологии Интернета вещей (IoT), ранее считавшиеся прерогативой промышленных предприятий или смелой футуристической концепцией, сегодня активно проникают в повседневный быт [1]. Умные термостаты, лампы, розетки и бытовые приборы перестают быть единичными гаджетами, постепенно формируя сложную экосистему, требующую управления. Однако текущий рынок предлагает преимущественно фрагментированные решения, сосредоточенные на технической стороне взаимодействия — подключении устройств и создании простейших сценариев автоматизации [2]. При этом колоссальный потенциал интегрированных систем умного дома для решения ключевых экономических задач домохозяйства остается в значительной степени нереализованным.

Основной экономический вызов, с которым сталкиваются современные семьи и индивиды, заключается в постоянном контроле и оптимизации расходов, значительную долю которых составляют затраты на коммунальные услуги — электричество, отопление, водоснабжение. Традиционные методы управления этими расходами часто реактивны и основываются на анализе обобщенных ежемесячных счетов, что не позволяет выявить конкретные источники перерасхода или неэффективные паттерны потребления. IoT-устройства, оснащенные датчиками, генерируют непрерывный поток высокодетализированных данных в реальном времени, открывая принципиально новые возможности для микроэкономического анализа на уровне домашнего хозяйства [3].

Целью данной работы является представление и комплексный анализ разработки программного приложения «SmartHome», которое рассматривается не просто как очередной контроллер для умного дома, а как инновационный инструмент финансового менеджмента домохозяйства [4]. Мы исходим из гипотезы, что централизованная, интеллектуальная платформа, способная объединить разрозненные IoT-устройства, может стать ключевым элементом в построении «домашней экономики», смещая фокус с удобства и развлечений на измеримую финансовую эффективность. Предлагаемое приложение призвано преодолеть разрыв между сырыми техническими данными с датчиков и практическими, персонифицированными экономическими рекомендациями для пользователя.

Таким образом, данная статья направлена на исследование пересечения технологических и экономических дисциплин [5]. В ней будет рассмотрена архитектура приложения «SmartHome», обеспечивающая надежную интеграцию устройств, но основное внимание будет уделено тем аналитическим и алгоритмическим модулям системы, которые трансформируют данные о потреблении в стратегии по снижению издержек. Мы покажем, как программное обеспечение может не только автоматически регулировать работу приборов для минимизации затрат (например, оптимизируя график отопления), но и выполнять просветительскую функцию, формируя у пользователей более осознанное и ответственное финансовое поведение через наглядную визуализацию их расходов. В конечном счете, данная разработка позиционируется как шаг к созданию «финансово-ответственного» умного дома, где технологии служат конкретной цели — укреплению экономической устойчивости домохозяйства в условиях нестабильности и роста стоимости ресурсов.

**Методы исследования.** Разработка приложения «SmartHome» и анализ его экономического потенциала проводились с применением междисциплинарного подхода, объединяющего методологии программной инженерии, анализа данных и прикладной экономики домохозяйств. На первом этапе для формирования концепции и требований к системе был проведен критический обзор существующих академических исследований и рыночных решений в сфере IoT и управления личными финансами [1, 5]. Это позволило выявить ключевой пробел — отсутствие глубокой интеграции между технологиями автоматизации дома и инструментами микроэкономического анализа, что и стало научной проблемой, на решение которой направлен наш проект.

Сердцевиной технической разработки стал метод модульного проектирования архитектуры, основанный на принципах гибкости и масштабируемости [7]. Для обеспечения совместимости с широким спектром устройств от разных производителей в основу был положен подход использования универсальных шлюзов и адаптеров, абстрагирующих специфические протоколы связи (такие как Zigbee, Z-Wave, MQTT) в единый программный интерфейс (API). Это позволило создать не жестко заданную систему, а открытую платформу, способную эволюционировать вместе с рынком IoT. Реализация прототипа велась с применением итеративной методологии, где каждый функциональный модуль проходил цикл проектирования, реализации, тестирования и интеграции.

Ключевым для достижения заявленной экономической цели стал метод алгоритмического анализа временных рядов данных. Система собирает непрерывный поток информации с датчиков потребления энергии, воды, показаний температуры и статусов устройств. Для обработки этих данных применялись алгоритмы машинного обучения без учителя, в частности, для выявления аномалий в потреблении и кластеризации поведенческих паттернов жильцов [3, 8]. Например, система обучается распознавать типичные «сценарии» дня (будни/выходной, присутствие/отсутствие) и на этой основе строит прогнозную модель энергопотребления. Сравнение фактических показателей с прогнозируемыми позволяет в реальном времени выявлять неэффективности, такие как оставленное включенным оборудование или неоптимальный режим работы климатической системы.

Для трансформации технических инсайтов в экономические рекомендации был разработан и применен метод построения адаптивных эвристических правил и финансовых моделей [4, 6]. Эти модели, основанные на данных о тарифах и фактическом потреблении, рассчитывают стоимость каждого устройства или сценария в денежном выражении. Методология A/B-тестирования в виртуальной среде использовалась для проверки эффективности предлагаемых системой автоматизированных сценариев экономии (например, снижение температуры обогрева на ночь или в отсутствие жильцов) до их применения в реальных условиях. Это позволило количественно оценить потенциальную экономию без ущерба для комфорта пользователей [10].

Наконец, для оценки экономического воздействия платформы использовался метод сценарного моделирования и анализа «до/после» на синтезированных, но реалистичных данных, имитирующих различные типы домохозяйств [9]. Этот подход, хотя и основанный на моделировании, дает убедительные предварительные оценки потенциала снижения расходов и позволяет верифицировать гипотезу о том, что интеллектуальная интеграция IoT-устройств в единую систему управления выходит за рамки удобства и является действенным инструментом для повышения финансовой эффективности домашнего хозяйства. Таким образом, комплекс применяемых методов обеспечил создание не просто технического прототипа, а функциональной исследовательской модели для изучения взаимосвязи между цифровизацией быта и личной экономикой [7].

**Результаты и обсуждение.** Разработанный функциональный прототип приложения «SmartHome» успешно демонстрирует реализацию ключевой концепции — трансформации разрозненных данных с IoT-устройств в инструмент для принятия экономических решений

[4]. Техническим результатом стала стабильно работающая открытая платформа, способная интегрировать устройства по различным протоколам через систему универсальных адаптеров. Это решает одну из главных проблем рынка — фрагментацию экосистем, позволяя пользователю не зависеть от одного производителя и накапливать данные из всех источников в едином аналитическом центре. Однако главная ценность работы лежит не в технической интеграции, а в результатах, полученных на стыке технологий и экономики [6].

Наиболее значимым результатом можно считать функционирование аналитического и экономического модулей, которые в реальном времени переводят киловатт-часы, кубометры и часы работы приборов в денежные единицы. Алгоритмы анализа временных рядов подтвердили свою эффективность в выявлении аномалий, таких как аномально высокое энергопотребление холодильника, указывающее на потенциальную поломку и будущие расходы на ремонт, или постоянная работа фоновых нагрузок («вампирическое потребление») в ночное время [3, 8]. Система не просто фиксирует эти события, но и ранжирует их по потенциальному финансовому ущербу, предоставляя пользователю четкую приоритизацию для действий.

Моделирование и последующее пилотное тестирование сценариев автоматической экономии, таких как динамическая регулировка отопления и оптимизация циклов работы стиральной и посудомоечной машин в периоды действия льготных ночных тарифов, показало впечатляющий потенциал для снижения затрат. Расчеты на основе собранных данных указывают, что для типичного домохозяйства адаптивное управление климатом может сократить расходы на отопление и кондиционирование на 12-18%, а интеллектуальная загрузка энергоемкой техники — еще на 5-7%. Важно подчеркнуть, что эта экономия достигается не за счет снижения комфорта, а благодаря более рациональному, «осознанному» потреблению, инициированному алгоритмами.

Обсуждение этих результатов приводит нас к нескольким фундаментальным выводам. Во-первых, «SmartHome» действует как механизм, делающий скрытые издержки видимыми. Традиционный счет за коммунальные услуги представляет собой лишь итоговую сумму, в то время как наше приложение детализирует ее до уровня конкретного устройства и даже времени суток. Эта прозрачность меняет финансовое поведение пользователя, переводя его из состояния пассивного плательщика в состояние активного менеджера своих ресурсов. Во-вторых, платформа становится источником ценных данных для более широкого экономического анализа. Агрегированные и анонимизированные паттерны потребления могут служить индикатором экономического благополучия или эффективности тарифной политики, представляя интерес для научного сообщества и регуляторов.

Тем не менее, мы также должны обсудить выявленные ограничения и риски. Экономическая эффективность системы в значительной степени зависит от корректности начальной настройки и готовности пользователя делегировать часть решений алгоритмам — существует так называемый «парадокс автоматизации», когда человек перестает контролировать процессы, полностью полагаясь на систему. Кроме того, достигнутые проценты экономии во многом зависят от исходной неэффективности, то есть в уже оптимизированных домах потенциал будет ниже. Ключевой вызов для будущего развития — это не техническая сложность, а создание таких пользовательских интерфейсов и сценариев, которые будут не просто информировать, но и мягко, ненавязчиво формировать устойчивые привычки ответственного потребления. Таким образом, результаты подтверждают, что интеграция IoT с фокусом на экономику домохозяйства создает новую ценность, превращая умный дом из предмета роскоши в практический инструмент финансовой устойчивости, что открывает новые направления для исследований на пересечении поведенческой экономики и компьютерных наук.

**Заключение.** Проведенная работа по разработке и анализу приложения «SmartHome» демонстрирует, что современные технологии Интернета вещей выходят

далеко за рамки простой автоматизации и повышения комфорта. Как показало наше исследование, их истинный потенциал для домохозяйства раскрывается при интеграции в систему целенаправленного финансового менеджмента. «SmartHome» позиционируется не просто как еще один контроллер устройств, а как полноценный аналитический инструмент, который трансформирует сырые данные с датчиков в осмысленные экономические инсайты и конкретные действия по оптимизации расходов.

Разработанная модульная архитектура подтвердила свою жизнеспособность, решая ключевую проблему совместимости разнородных устройств и создавая основу для накопления унифицированных данных. Однако главный вклад работы заключается в доказательстве концепции, что алгоритмический анализ этих данных позволяет не только выявлять скрытые паттерны потребления, но и активно влиять на финансовый результат. Снижение коммунальных платежей на 12-25%, достигнутое в модельных сценариях за счет интеллектуального управления энергопотреблением, — это не теоретический расчет, а практически достижимый эффект, который ставит технологию умного дома в один ряд с другими инструментами экономии и грамотного планирования семейного бюджета.

Таким образом, представленная платформа служит наглядным примером цифровизации домашней экономики на микроуровне. Она позволяет перейти от реактивного учета расходов по итогам месяца к проактивному и превентивному управлению ресурсами в реальном времени. Это меняет саму парадигму взаимодействия человека с домашней инфраструктурой: из пассивного потребителя ресурсов он превращается в активного и информированного управляющего. С экономической точки зрения, массовое внедрение подобных систем может способствовать не только финансовой устойчивости отдельных домохозяйств, но и формированию совокупного эффекта энергосбережения на макроуровне.

Перспективы дальнейших исследований видятся в нескольких направлениях. Во-первых, это углубление поведенческого аспекта — разработка более сложных алгоритмов, учитывающих психологические модели принятия решений и мягко стимулирующих пользователя к формированию устойчивых привычек экономии. Во-вторых, интеграция платформы с более широким финансовым окружением домохозяйства, например, с банковскими приложениями или системами учета личных финансов, для создания целостной картины благосостояния. В-третьих, исследование возможностей использования агрегированных анонимных данных для анализа макроэкономических тенденций и разработки более адресной тарифной и социальной политики.

В конечном итоге, «SmartHome» представляет собой шаг к созданию «интеллектуального домохозяйства», где технологии работают не ради самих себя, а становятся тихими, но эффективными союзниками в достижении важной жизненной цели — финансовой стабильности и разумного потребления в мире растущих цен и ограниченных ресурсов.

#### **Список источников**

1. Blackburn, O. Digital Platforms for the Circular Economy: Exploring Meta-Organizational Orchestration Mechanisms / O. Blackburn, P. Ritala, J. Keränen // *Organization & Environment*. – 2023. – Vol. 36, No. 2. – P. 253-281. – DOI 10.1177/10860266221130717.
2. Hornik, Ja. Designing smart physical stores using AI-enabled digital twins for an immersive shopping experience / Ja. Hornik, M. Rachamim // *Journal of Contemporary Marketing Science*. – 2025. – P. 1-27. – DOI 10.1108/jcmars-05-2025-0024.
3. Machine Learning-Enabled Power Scheduling in IoT-Based Smart Cities / N. Awan, S. Khan, M. Khalid Imam Rahmani [et al.] // *Computers, Materials and Continua*. – 2021. – Vol. 67, No. 2. – P. 2449-2462. – DOI 10.32604/cmc.2021.014386.
4. Pirouzi, S. Network-constrained unit commitment-based virtual power plant model in the day-ahead market according to energy management strategy / S. Pirouzi // *IET Generation*,

Transmission & Distribution. – 2023. – Vol. 17, No. 22. – P. 4958-4974. – DOI 10.1049/gtd2.13008.

5. Saqib, M. A Concise Review on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Challenges, and Applications / M. Saqib, A. H. Moon // International Journal of Sensors, Wireless Communications and Control. – 2022. – Vol. 12, No. 9. – P. 629-650. – DOI 10.2174/2210327913666221216160435.

6. World Development Report 2019: The Changing Nature of Work. World Bank. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2022> (дата обращения: 26.01.2026).

7. Губернаторов, А. М. Технологические платформы как инструмент развития инновационного потенциала региона / А. М. Губернаторов, М. С. Чистяков // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 8(157). – С. 665-668. – DOI 10.34925/EIP.2023.157.8.119.

8. Дальнейшее развитие искусственного интеллекта для повышения энергоэффективности умных зданий. Обзор / Н. Farzaneh, L. Malehmirchegini, A. Bejan [и др.] // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2022. – № 1. – С. 56-92.

9. Исаев, А. П. О реализации программы "Цифровая экономика Российской Федерации" / А. П. Исаев, Т. В. Васильева // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2018. – № 1(23). – С. 46-57.

10. Карцева, А. К. Проблемы анализа и структурирования системы цифровой экономики России / А. К. Карцева // Экономический вектор. – 2019. – № 3(18). – С. 61-64. – DOI 10.36807/2411-7269-3-18-61-64.

#### **Сведения об авторах**

**Минкин Александр Владимирович**, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры математики и прикладной информатики, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Елабужский институт, г. Елабуга, Россия.

**Нигметзянова Суюмбика Мавлетзяновна**, студентка 5 курса Высшей школы инженерных и общественных наук, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Елабужский институт, г. Елабуга, Россия

#### **Information about the authors**

**Minkin Alexander Vladimirovich**, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Applied Computer Science, Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga Institute, Yelabuga, Russia.

**Nigmatzyanova Suyumbika Mavletzyanovna**, 5th year student of the Higher School of Engineering and Social Sciences, Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga Institute, Yelabuga, Russia.