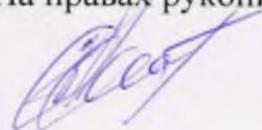


**Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого  
Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли**

На правах рукописи



**Муравьева Нелли Николаевна**

**Формирование инновационной среды города  
с использованием информационных технологий**

Направление подготовки 38.06.01 Экономика

---

*Код и наименование*

Направленность 38.06.01\_01 Экономика и управление народным хозяйством

---

*Код и наименование*

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

Автор работы:  
Муравьева Нелли Николаевна  
Научный руководитель: доктор  
экономических наук, доцент,  
Дегтерева Виктория Анатольевна

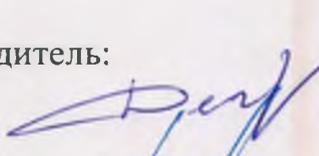
Санкт Петербург – 2021

Научно-квалификационная работа выполнена в Высшей инженерно-экономической школе Института промышленного менеджмента, экономики и торговли федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Директор ВШ:

Родионов Дмитрий  
Григорьевич, доктор  
экономических наук,  
профессор

Научный руководитель:

 Дегтерева Виктория Анатольевна,  
доктор экономических наук, профессор  
доцент

Рецензент:

 Думназев Дмитрий  
Алексеевич, Заместитель  
главы администрации  
Петроградского района  
Санкт-Петербурга, кандидат  
экономических наук

С научным докладом можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» и на сайте Электронной библиотеки СПбПУ по адресу: <http://elib.spbstu.ru>

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Город – самостоятельная система, способная удовлетворить потребности населения для его комфортного проживания. Переход человечества от эпохи «информатизации» к «цифровизации», а затем к «смартизации», предоставил новые возможности городскому развитию. В процессах повышения конкурентоспособности города и привлечения инвестиций прослеживается тенденция цифровой трансформации экономических процессов и использования технологий обработки больших данных. Однако несмотря на интуитивное понимание людей, что цифровизация позволяет увеличить эффективность труда<sup>1</sup>, мы сталкиваемся с непониманием окончательного результата смартизации. Получившая широкое распространение концепция «умного города» предполагает долгосрочную стратегию устойчивого развития при обязательном использовании интеллектуальных систем обработки информации<sup>2</sup>, принципиальным отличительным качеством которых является возможность в режиме реального времени получать информацию о подконтрольном объекте. Цифровая система управления городом основана на технологиях больших данных, которые позволяют городу отслеживать, оценивать и улучшать производительность внутренних процессов.

Строительство умных городов призвано уделять внимание повышению качества жизни людей в городе. Одной из базовых подсистем любого города является жилищно-коммунальное хозяйство. Власти многих стран ключевым фактором развития городов считают рост инвестиций в информационно-коммуникационную инфраструктуру, поскольку развитие инфраструктуры – это катализатор социально-экономического прогресса. И в этой связи смартизация различных элементов жилищно-коммунального хозяйства способствует эффективности эксплуатации этих составляющих и рентабельности их работы, в частности, увеличению числа «умных домов» как базового элемента города. Концепция «умного дома» предполагает снижение ресурсного потребления при условии сохранения комфортного проживания жителей. В настоящий момент уровень развития городской инфраструктуры и качество человеческого фактора в процессах ее функционирования препятствуют внедрению изменений в отдельные процессы, а жители не имеют доступа к актуальным данным о состоянии систем своего дома. Однако возможные изменения в инфраструктуре жилищно-коммунального хозяйства через формирование инновационной среды затронут и другие сферы городской системы, например, финансовую, социально-экономическую и нормативно-правовую.

Кроме того, нормативно-правовыми документами Российской Федерации установлены цели развития информационной инфраструктуры и

---

<sup>1</sup> Ahad M. A., Paiva S., Tripathi G., Feroz N. (2020). Enabling Technologies and Sustainable Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, vol. 61, p. 102301. DOI: 10.1016/j.scs.2020.102301.

<sup>2</sup> Меркулов В.В., Шемякина Т.Ю. Стратегии создания и развития «умных городов». Вестник университета. 2018;(4):39-42. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-4-39-42>

применения информационно-телекоммуникационных технологий для удовлетворения потребностей граждан и общества в получении достоверной информации<sup>3</sup>. Тенденции в развитии мирового и российского сообщества, потребность населения в улучшении качества жизни и комфортном проживании делает актуальным необходимость разработки модели формирования и организации эффективного функционирования инновационной среды сферы жилищно-коммунального хозяйства как подсистемы умного города.

**Цель и задачи исследования.** Цель диссертационного исследования состоит в выявлении факторов, определяющих формирование инновационной среды города при использовании информационных технологий в управлении городом, и разработке модели формирования инновационной среды умного города за счет интеграции участников при внедрении и использовании информационных технологий, которая позволит прогнозировать последствия принимаемых участниками решений.

Задачи исследования:

1. На основе анализа научных источников выявить типовые аспекты и факторы формирования инновационной среды умного города, уточнить понятийный аппарат исследования.

2. Определить направления, формы и способы перспективного развития инновационной инфраструктуры города.

3. Сформулировать концепцию формирования инновационной среды умного города.

4. Разработать модель формирования инновационной среды умного города за счет интеграции участников при внедрении и использовании информационных технологий.

5. Разработать прогнозы развития инновационной среды города с учетом ожидаемых внешних условий и мер государственной поддержки процесса смартизации города.

**Научная новизна.** Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке динамической модели формирования инновационной среды умного города на примере жилищно-коммунального хозяйства, базирующейся на интеграции участников инновационной среды посредством внедрения и использования информационных технологий.

Наиболее существенные результаты, полученные автором в результате научного исследования:

1. На основе анализа и обобщения существующих определений представлена авторская трактовка понятий «умный город», «инновационная среда умного города», «умный дом», «интеграционные процессы» с учетом прикладного подхода для сферы жилищно-коммунального хозяйства.

---

<sup>3</sup> Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/112831/> (дата обращения: 30.09.2021)

2. В результате анализа существующих примеров умных систем городского хозяйства определены элементы системы управления объектами умного города, наличие которых является важным условием для принятия решения субъектом управления умным городом: «объект-функция» (ОБФ) – это человек или оборудование, с помощью которого выполняется функция жизнеобеспечения города, «объект-сигнал» (ОБС) – это оборудование, которое передает сигнал о состоянии объекта-функции и может влиять на его состояние в реальном времени. Выделение данных элементов системы управления легло в основу авторской типологии домов в умном городе.

3. Предложена авторская типология домов умного города по степени смартизации и критерию отнесения дома в умном городе к определенному типу: «Дом», «Дом с частичной смартизацией», «Умный дом» (дом с полной смартизацией)». Данная типология является концептуальной основой динамической модели формирования инновационной среды умного города.

4. Сформулирована концепция формирования инновационной среды города через процесс смартизации домов сферы жилищно-коммунального хозяйства как подсистемы умного города на основе исследования интеграционных процессов между участниками.

5. На основе метода системной динамики Дж.Форрестера разработана модель формирования инновационной среды умного города, учитывающая интеграцию участников при внедрении и использовании информационных технологий. Применение сценарного подхода и прогнозирования в зависимости от изменения ключевых показателей позволило сформулировать рекомендации и выявить факторы, в большей степени влияющие на формирование инновационной среды умного города.

**Теоретическая и практическая значимость.** Теоретическая значимость работы заключается в создании автором новых теоретических знаний в области управления экономическими процессами, в частности, формирования инновационной среды в умном городе. Введены новые понятия в понятийный аппарат, в частности: авторская трактовка понятий «умный город», «инновационная среда», «умный дом» и «интеграционные процессы». Предложена новая типология домов в умном городе и критерии отнесения объектов к каждому типу.

Определены элементы системы управления объектами умного города, наличие которых является важным условием для принятия решения субъектом управления умным городом. Разработанная концепция формирования инновационной среды города через процесс смартизации домов сферы жилищно-коммунального хозяйства как подсистемы умного города поможет исследователям в разработке новых алгоритмов и моделей с учетом нового ракурса на знакомые явления.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная на основе метода системной динамики Дж.Форрестера модель и ее параметры максимально приближены к реальным статистическим цифрам. Модель является адекватным отображением текущей ситуации и отображает

возможные сценарии смартизации города. Автор полагает, что данную модель можно внедрить в городскую программу в случае внесения изменений в законодательство и наличии заинтересованных сторон, в том числе представителей бизнеса и городского населения.

**Апробация работы.** Автор докладывал основные положения и выводы диссертационного исследования на научно-практических конференциях, в том числе:

1. Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли (Санкт-Петербург, 2019 г.).

2. VI Научно-практическая конференция «Цифровая экономика и Индустрия 4.0: форсайт Россия» (Санкт-Петербург, 2020 г.).

3. Научно-практическая конференция с зарубежным участием «Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем» (Санкт-Петербург, 2020 г.).

4. ICTR 2020 3rd International Conference on Tourism Research (Валенсия, Испания, 2020 г.).

5. SPBPU IDE '21: Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Innovations in Digital Economy: SPBPU IDE-2021 (Санкт-Петербург, 2021 г.).

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 8 печатных работ, 3 статьи из которых в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, общий объем печатных работ – 4,94 п.л. (личный вклад автора – 4,2 п.л.). В них отражены основные научные результаты исследования, составляющие научную новизну.

### **Представление научного доклада: основные положения СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Объектом исследования** является экономический процесс формирования и организации эффективного функционирования инновационной среды сферы жилищно-коммунального хозяйства как подсистемы умного города.

**Предметом исследования** являются интеграционные отношения, возникающие между участниками инновационной среды в экономическом процессе смартизации города, в частности, смартизации домов в городе.

**Теоретической и методологической основой исследования** являются теоретические и практические результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, чьи работы посвящены проблематике внедрения инноваций и совершенствования управления инновационными процессами в

различных отраслях экономики, в том числе посвященных развитию умных городов. В исследовании применен подход системной динамики Дж.Форрестера для определения влияния социально-экономических факторов на процесс формирования инновационной среды в жилищно-коммунального хозяйстве и построения экономико-математической модели. Используются теории систем и системного анализа, статистики, прогнозирования и сетевого планирования.

**Методы исследования:** анализ, синтез, сравнение, прогнозирование, наблюдение, интервью, экспертная оценка, моделирование, метод системной динамики, статистические методы.

**Информационной базой исследования** стало законодательство Российской Федерации на федеральном и региональном уровне, законодательство зарубежных стран, официальные данные и ежегодные отчеты Федеральной службы государственной статистики и Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области. Также использованы данные Санкт-Петербургских информационных систем: Государственной информационной системы «Объекты городской среды» и информационной системы «Мониторинг работы уборочной техники дорожных специализированных предприятий».

Вопросами сущности инноваций, инновационной деятельности и инновационного менеджмента в разное время занимались Й. Шумпетер, Н.Д. Кондратьев, Э. Роджерс, П. Друкер, В.Г.Медынский, Р.А. Фатхутдинова и другие. Изучением формирования инновационной среды города и городских отраслей экономики занимались М.Э. Осеевский, А.И. Лыткин, Н.В. Днепровская, А.Г. Кобзева, С.Ю. Арчакова, А.В. Титова, И.В. Смирнов, В.М. Медведев, А.Е. Ерастов и другие.

## **Результаты и их обсуждение**

**1. На основе анализа и обобщения существующих определений представлена авторская трактовка понятий «умный город», «инновационная среда умного города», «умный дом», «интеграционные процессы» с учетом прикладного подхода для сферы жилищно-коммунального хозяйства.**

Относительная новизна концепции «умного города» и связанные с ним понятия дают разную трактовку данного явления. Различные подходы к определению сущности понятия основными характеристиками обозначают возможность принятия управленческих решений, получение и обработку результатов применения информационно-коммуникационных технологий в реальном времени, обеспечение долгосрочной стратегии устойчивого развития.

В то же время определение «умный» применимо к любому

информационно-техническому решению, что превращает его в модный ярлык<sup>4</sup>.

Но даже несмотря на моду на «умные технологии», их использование в рамках концепции умного города оказывает положительный эффект на развитие города, предпринимательской активности и качество жизни горожан<sup>5</sup>. Возвращаясь к вопросу о существовании более сложных систем (к которым относится городская система) и более простых систем, мы видим использование определения «умный» к более простым системам: «умный транспорт», «умный дом», «умная мобильность», «умное правительство», «умная экология» и другие. Это примеры удачно реализованных проектов в отдельных сферах или подсистемах умного города.

Если в городе реализовано сразу несколько проектов смартизации, то городу присваивается термин «умный». Таким образом, если учитывать современный уровень развития и внедрения технологий, в авторском понимании «умный город» - это город, где произошел процесс смартизации одной или более подсистем, не обязательно связанных между собой.

Учитывая актуальность проработки вопроса смартизации сферы жилищно-коммунального хозяйства для повышения эффективности эксплуатации ее элементов, предлагается авторская трактовка понятий, «инновационная среда», «умный дом» и «интеграционные процессы» с учетом их применения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Существующие подходы к определению понятий: структурный, территориальный, системный, средовой, социологический, - прикладное применение к определенной сфере не учитывают.

При этом подсистема жилищно-коммунального хозяйства ограничивается следующими элементами: управляющая компания и дома в обслуживании с сопутствующими услугами по их содержанию, жители домов, представители органов государственной власти как контролирующий орган деятельности управляющих компаний.

Инновационная среда – система, обеспечивающая возникновение, формирование и существование между участниками интеграционных процессов при удовлетворении потребности жителей в умных домах.

Интеграционные процессы – отношения и действия, возникающие между участниками инновационной среды умного города при удовлетворении потребности жителей в умных домах.

Умный дом – дом, в котором все обслуживаемые процессы снабжены сигнальным оборудованием, передающим информацию о состоянии системы в реальном времени.

---

<sup>4</sup> Kraus S., Richte C., Papagiannidis S., Durst S. (2015). Innovating and Exploiting Entrepreneurial Opportunities in Smart Cities: Evidence from Germany. *Creativity and Innovation Management*, vol. 24(4), pp. 601-616. – DOI:10.1111/caim.12154

<sup>5</sup> Barba-Sánchez V., Arias-Antúnez E., Orozco-Barbosa L. (2019). Smart cities as a source for entrepreneurial opportunities: Evidence for Spain. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 148, pp. 119713. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119713.

**2. В результате анализа существующих примеров умных систем городского хозяйства определены элементы системы управления объектами умного города, наличие которых является важным условием для принятия решения субъектом управления умным городом: «объект-функция» (ОБФ) – это человек или оборудование, с помощью которого выполняется функция жизнеобеспечения города, «объект-сигнал» (ОБС) – это оборудование, которое передает сигнал о состоянии объекта-функции и может влиять на его состояние в реальном времени. Выделение данных элементов системы управления легло в основу авторской типологии домов в умном городе.**

Государство принимает активное участие в формировании новых систем, развивающихся посредством информационных технологий. Основная роль государства в данных отношениях между участниками процесса - регулирующая и законодательная.

Исследование прикладных примеров смартизации отдельных систем, в том числе Санкт-Петербурга на примере информационной системы «Мониторинг работы уборочной техники дорожных специализированных предприятий»<sup>6</sup>, показала, что компьютеризация стала нормой повседневной жизни, а цифровизация затронула только некоторые сферы. Одна из функций городских властей в этой сфере – мониторинг и контроль качества выполнения работ на подведомственных территориях. Результаты анализа показали необходимость внедрения системных решений, обеспечивающих аналитику собираемых данных и минимизацию человеческого фактора для корректной оценки осуществления процессов, в частности в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Здесь под минимизацией понимаем снижение рисков, способствующих ухудшению сбора информации и передачи сигнала.

В «умном городе» информационные технологии внедряются для повышения результатов деятельности и минимизации бюджетных расходов. Одним из показателей прогресса является мера принятия обществом технологических новшеств. Общество, которое приняло научно-технический прогресс, живет в нем и активно применяет для решения своих задач, является «умным обществом». Важно понимать, что способствует, а что мешает смартизации процессов. Благоприятную обстановку для реализации новой стратегии связывают с моментом «когда сопротивление системы и сопротивление персонала полностью преодолено».

Также из определений «умного города» сформулированы ключевые принципы процесса реализации концепции «умного города»:

«Принцип улучшения» - конечная цель внедрения информационных технологий в систему – это улучшение жизни людей;

«Принцип реальности» - система должна передавать информацию о своем состоянии в реальном времени;

---

<sup>6</sup> Мудрова Е.Б., Муравьева Н.Н. (2021). Цифровизация в государственном управлении сферой жилищно-коммунального хозяйства и человеческий фактор // Управленец. Т. 12, №4. С. 92–105. DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-4-7.

«Принцип консолидации» - система должна быть способна собирать и анализировать большие данные с возможностью прогностической функции.

Сформированные принципы и результаты аналитических исследований обусловили необходимость разделить функцию и сигнал, который передает информацию о текущем состоянии выполнения функции. Другие исследователи рассматривают данный аспект в комплексе неразделимо друг от друга<sup>7</sup>, в чем автор видит принципиальную новизну исследования.

Элементы системы управления объектами умного города:

«Объект-функция» (ОБФ) – это человек или оборудование, с помощью которого выполняется функция. Чаще один элемент неразрывно объединен с другим или не может эффективно функционировать без другого: снегоуборочный трактор с водителем, дворник с метлой.

«Объект-сигнал» (ОБС) – это оборудование, которое передает сигнал о состоянии объекта-функции и может влиять на его состояние в реальном времени. В ОБС может быть заложена функция самостоятельного принятия решения об изменении состояния ОБФ, так и по решению субъекта управления.

**3. Предложена авторская типология домов умного города по степени смартизации и критерию отнесения дома в умном городе к определенному типу: «Дом», «Дом с частичной смартизацией», «Умный дом» (дом с полной смартизацией)». Данная типология является концептуальной основой динамической модели формирования инновационной среды умного города.**

Разделение объекта-функции и объекта-сигнала объясняется не только необходимостью адекватной и актуальной оценки текущего состояния системы и снижения человеческого фактора при передаче сигнала, но и невозможностью в системе жилищно-коммунального хозяйства объединить исполнителя-функцию и исполнителя, передающего сигнал.

Умный дом, как один из базовых элементов системы умного города, является конечной целью смартизации дома. Процесс внедрения информационных технологий сопровождается различными административными, финансовыми, техническими барьерами реализации. Кроме того, процесс осложняется разной степенью подготовленности и принятия обществом инноваций в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Идеальным объектом системы управления умным городом является дом, в котором 100% функций передают сигнал в реальном времени о текущем состоянии. Таким образом, критерием отнесения дома к типу «Умный дом» становится равное соотношение количества объектов-сигналов к количеству объектов-функций. Если какой-то процесс системы умного дома не оснащен оборудованием передачи данных, то есть

<sup>7</sup> Babamiri, Amir Salimi et al. «The analysis of financially sustainable management strategies of urban water distribution network under increasing block tariff structure: A system dynamics approach.» Sustainable Cities and Society 60 (2020): 102193.

количество объектов-сигналов меньше объектов-функций, то такой дом следует соотнести к типу «Дом с частичной смартизацией».

Критерии типологии домов умного города представлены в таблице 1.

Таблица 1. Типология умных домов.

Название	Дом	Дом с частичной смартизацией	«Умный дом» (дом с полной смартизацией)
Характеристика	ОБФ = 1 ОБС = 0	ОБФ = 1 ОБС < ОБФ	ОБС=ОБФ=1

*Источник – составлено автором.*

На практике управляющие организации жилищно-коммунальной сферы согласно мнению руководителей высшего звена контролирующих органов не заинтересованы в смартизации процессов управления домом и получают данные с опозданием на несколько часов. Действия по устранению проблемы предпринимаются с неопределенным временным разрывом, что приводит к катастрофическим убыткам как для самих жильцов, так и для управляющих организаций.

Для умного города главным признаком учета дома является наличие объекта-сигнала. Это значит, что параметры дома не важны (метраж, высота, этажность, год постройки и прочее) пока в системе отсутствуют данные хотя бы по одному процессу жилищно-коммунальных услуг в доме, он – выбывший элемент системы умного города вне зависимости от количества выполняющихся функций. Дополнительные параметры являются коэффициентами увеличивающими темп функциональных потоков.

**4. Сформулирована концепция формирования инновационной среды города через процесс смартизации домов сферы жилищно-коммунального хозяйства как подсистемы умного города на основе исследования интеграционных процессов между участниками.**

Для построения, понимания и обсуждения сложных вопросов и проблем продуктивно применяется методология системной динамики. Системная динамика показывает взаимосвязь различных элементов с точки зрения причины и следствия, позволяет определить причины поведения элементов и подсистем, исследовать, какие параметры или структуры необходимо изменить, чтобы улучшить поведение.

Используется для моделирования и проверки эффективности политики в различных социальных секторах, для моделирования систем в экономической и деловой среде.

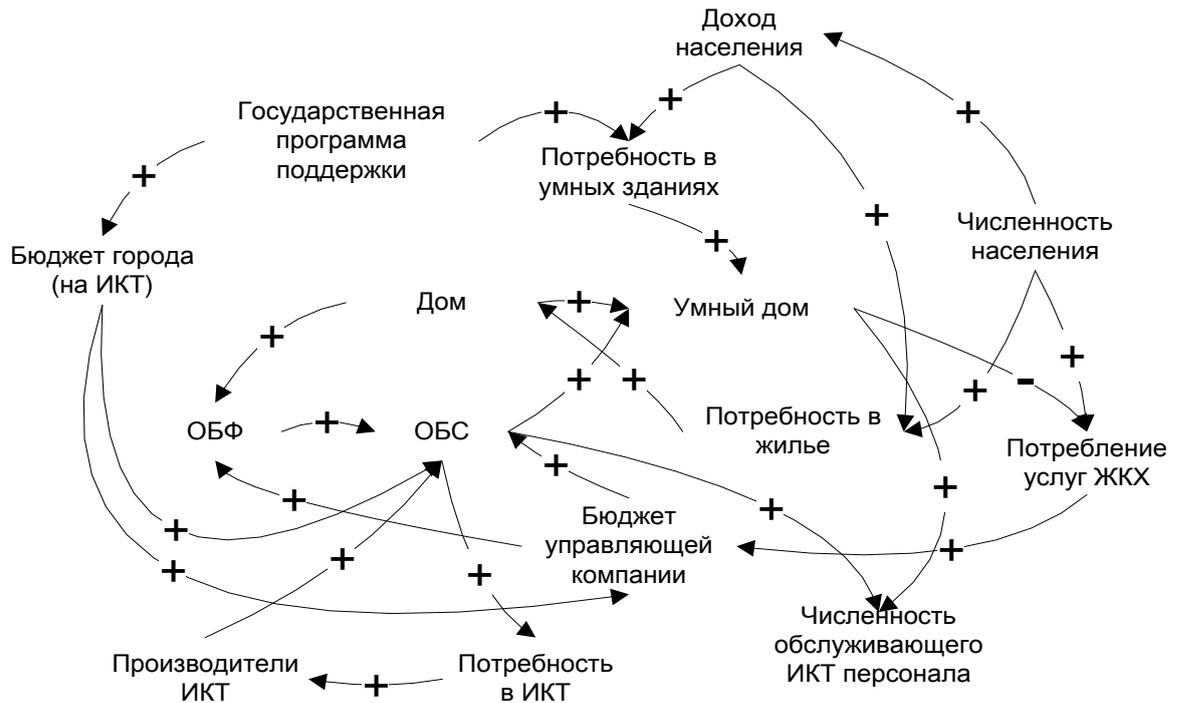


Рисунок 1. Диаграмма причинно-следственных связей процесса смартизации домов в жилищно-коммунальном хозяйстве.

*Источник – составлено автором.*

На рисунке 1 в диаграмме причинно-следственных связей процесса смартизации домов в жилищно-коммунальном хозяйстве отражено взаимодействие между участниками интеграционных процессов при удовлетворении возникающих потребностей.

В исследовании применен подход системной динамики Дж.Форрестера для определения влияния демографических факторов, спроса населения, государственной политики, производственных факторов на интеграционные процессы преобразования городских домов в умные дома в подсистеме жилищно-коммунального хозяйства. В данном аспекте исследования умного города не проводились. В основу концепции положена типология домов умного города, где каждый тип характеризуется набором элементов системы управления.

Положительный поток от ОБФ в ОБС объясняется тем, что чем больше функций появляется в умных домах, тем больше датчиков с возможностью передавать сигнал необходимо приобрести. Положительная связь между «Домом» и ОБФ объясняется тем, что чем больше домов на обслуживании, тем большее количество услуг необходимо выполнять. Когда объект «Дом» начинает передавать информацию о своем состоянии с помощью элемента «ОБС» он получает статус «Умный дом». Чем больше «ОБС», тем больше «Умных домов» при условии распределенного внедрения оборудования в городские системы.

Потребность в «Умном доме» возникает из потребности людей жить лучше, но с ограничением по доходу. Люди, чей доход превышает базовые потребности в жилье, стремятся удовлетворить потребность в комфорте.

Таким образом, «Доход» становится отправной точкой в положительной связи: «Доход» - «Потребность в жилье» - «Умный дом». Также эта связь положительная в отношении потребности в обычном жилье: «Доход» - «Потребность в жилье» - «Дом».

Общая сумма «Дохода» зависит от численности населения, где связь прямо пропорциональная: «Население» - «Доход». Население, в свою очередь определяет какие услуги управляющей компании оно согласно потреблять исходя из норматива потребления на одного человека («Население» - «Потребление услуг ЖКХ»). Население также определяет потребность в жилье исходя из спроса (положительная связь «Население» - «Потребность в жилье»).

«Умный дом» своим существованием увеличивает фонд обеспеченности жильем (связь «Умный дом» - «Потребность в жилье»).

Единственная отрицательная связь в диаграмме – «Умный дом» - «Потребление услуг ЖКХ». Использование информационных технологий позволяет сократить издержки на потребление сервисов жилищно-коммунальных услуг и не только. В современных условиях экономический рост отождествляется в основном с научно-техническим прогрессом и интеллектуализацией основных факторов производства, таким образом, информационные или «умные» технологии становятся мощной основой развития городских подсистем.

«Потребление услуг ЖКХ» пополняет «Бюджет управляющей компании». Чем больше потребление, тем больше отчисления. Также бюджет управляющей компании пополняется за счет городского бюджета по программам развития инноваций и внедрения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), поддержки инновационного предпринимательства в городскую среду («Бюджет города (ИКТ)»). Связь «Бюджет города (ИКТ)» - «Государственная программа поддержки» также положительная, поскольку очевидно городской бюджет формируется исходя из целей федеральной Программы (в настоящий момент наиболее подходящей под цели смартизации программой является «Цифровая экономика Российской Федерации»). Программа также косвенно влияет на «Потребность в умных зданиях» как показатель внедрения информационных технологий в сферу жилищно-коммунального хозяйства.

Очевидно, что ОБФ как высокотехнологичное оборудование необходимо производить и закупать. Государство также принимает участие в закупке и дает квоты, лицензии на производство (положительная связь «Бюджет (ИКТ)» - ОБС).

Производители ОБС оценивают потребность в оборудовании ИКТ, которая возникает из возможности управляющих компаний указанное оборудование закупать. Таким образом, возникает цепочка положительной связи: «Бюджет управляющей компании» - «Потребность в ИКТ» - «Производители ИКТ» - ОБС. При этом управляющая компания одновременно закупает ОБФ, поскольку первостепенной задачей является выполнение функциональных обязанностей жилищно-коммунальных служб

в управлении. Формируются положительные связи «Бюджет управляющей компании» - ОБФ и ОБС.

Еще одна связь, которую необходимо учитывать: ОБС - «Численность обслуживающего ИКТ персонала» и «Потребность в жилье» - «Численность обслуживающего ИКТ персонала». Она объясняет необходимость в содержании, обучении и подготовке персонала, который будет работать с большими данными, принимать управленческое решение и прогнозировать возможные последствия для сокращения издержек. Некоторые эксперты считают, что эту функцию следует переложить на искусственный интеллект.

В результате возникновения, формирования и существования перечисленных связей между участниками интеграционных процессов удовлетворяется потребность жителей в умных домах.

Предлагаемая Диаграмма причинно-следственных связей в жилищно-коммунальном хозяйстве учитывает применение информационных технологий в городской среде, законодательные нормы и потребительские мотивы использования плодов цифровизации. Диаграмма позволила построить экономическую модель машинной имитации внедрения цифровых технологий с целью соблюдения основных принципов умного города: получение актуальной информации в режиме реального времени для снижения издержек и оптимизации производства, что выразилось в возможной единственной отрицательной связи диаграммы между элементами: «Умный дом» - «Потребление услуг ЖКХ».

**5. На основе метода системной динамики Дж.Форрестера разработана модель формирования инновационной среды умного города, учитывающая интеграцию участников при внедрении и использовании информационных технологий. Применение сценарного подхода и прогнозирования в зависимости от изменения ключевых показателей позволило сформулировать рекомендации и выявить факторы, в большей степени влияющие на формирование инновационной среды умного города.**

Разработка модели формирования инновационной среды умного города за счет интеграции участников при внедрении и использовании информационных технологий началась с построения потоковых диаграмм, представленных на рисунках 2, 3, 4.

Рисунки 2, 3 и 4 являются частью единого процесса смартизации домов, который состоит из двух этапов: 1 – переход «дома» в тип «дом с частичной смартизацией», 2 – переход «дома с частичной смартизацией» в тип «умный дом». На первом этапе задается доля услуг, которые необходимо оснастить оборудованием-сигналом. Остаток распределяется на второй этап, сумма долей равна единице. При этом система учитывает возможность прироста домов каждого типа за счет нового строительства, и выбытие домов при устаревании оборудования.

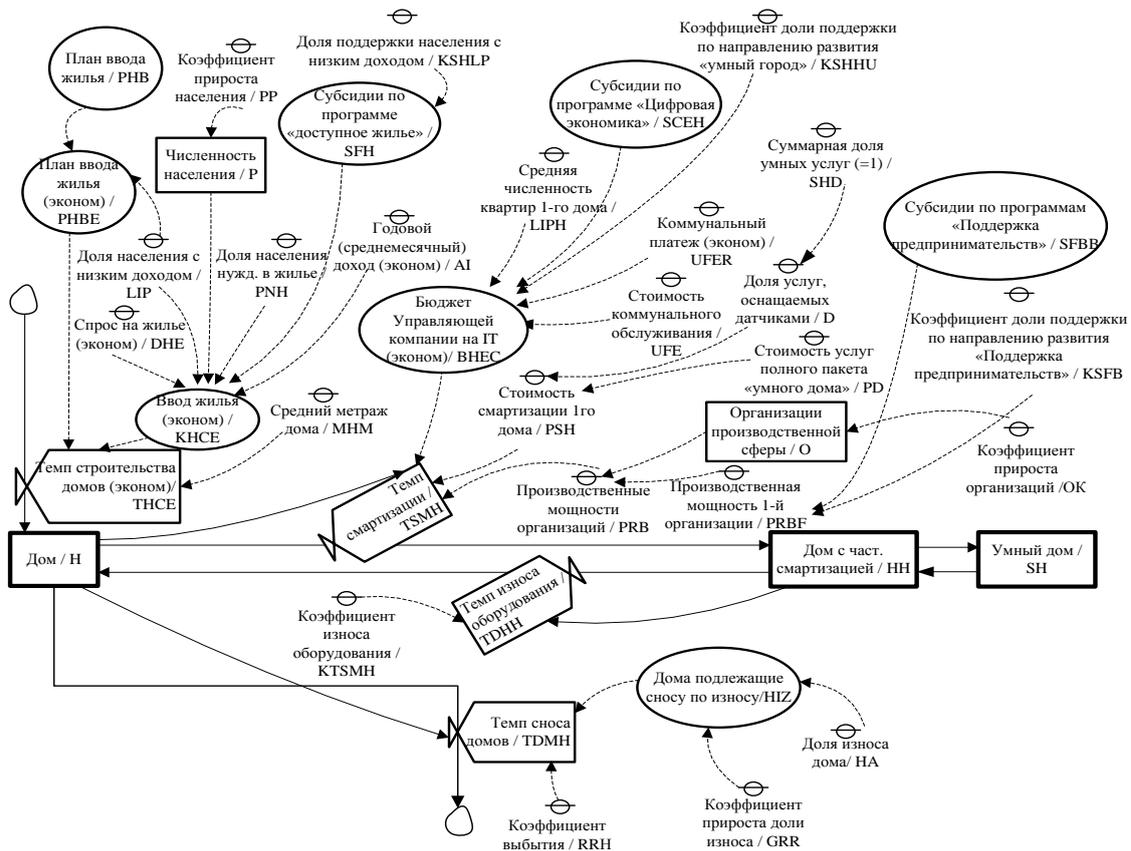


Рисунок 2. Поточковая диаграмма процесса «Строительство жилых домов эконом-класса и их смартизация».

Источник – составлено автором.

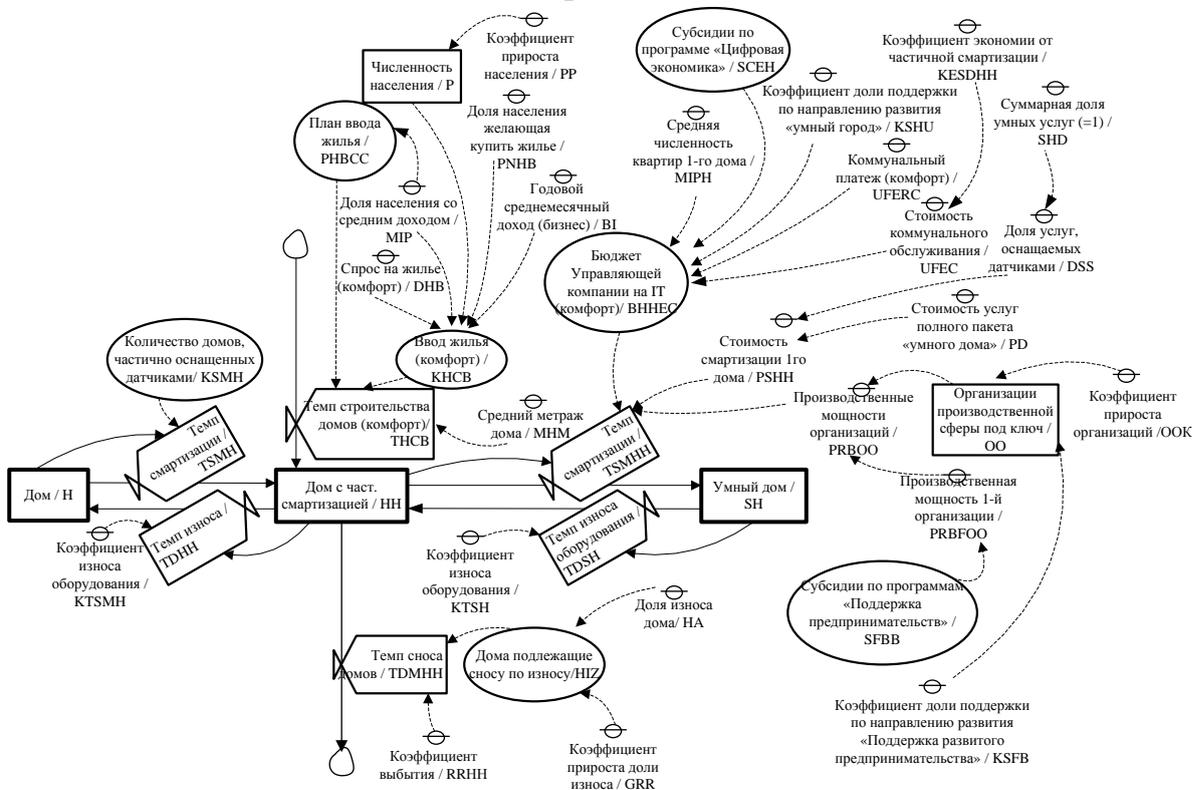


Рисунок 3. Поточковая диаграмма процесса «Строительство жилых домов комфорт-класса и их смартизация».

Источник – составлено автором.

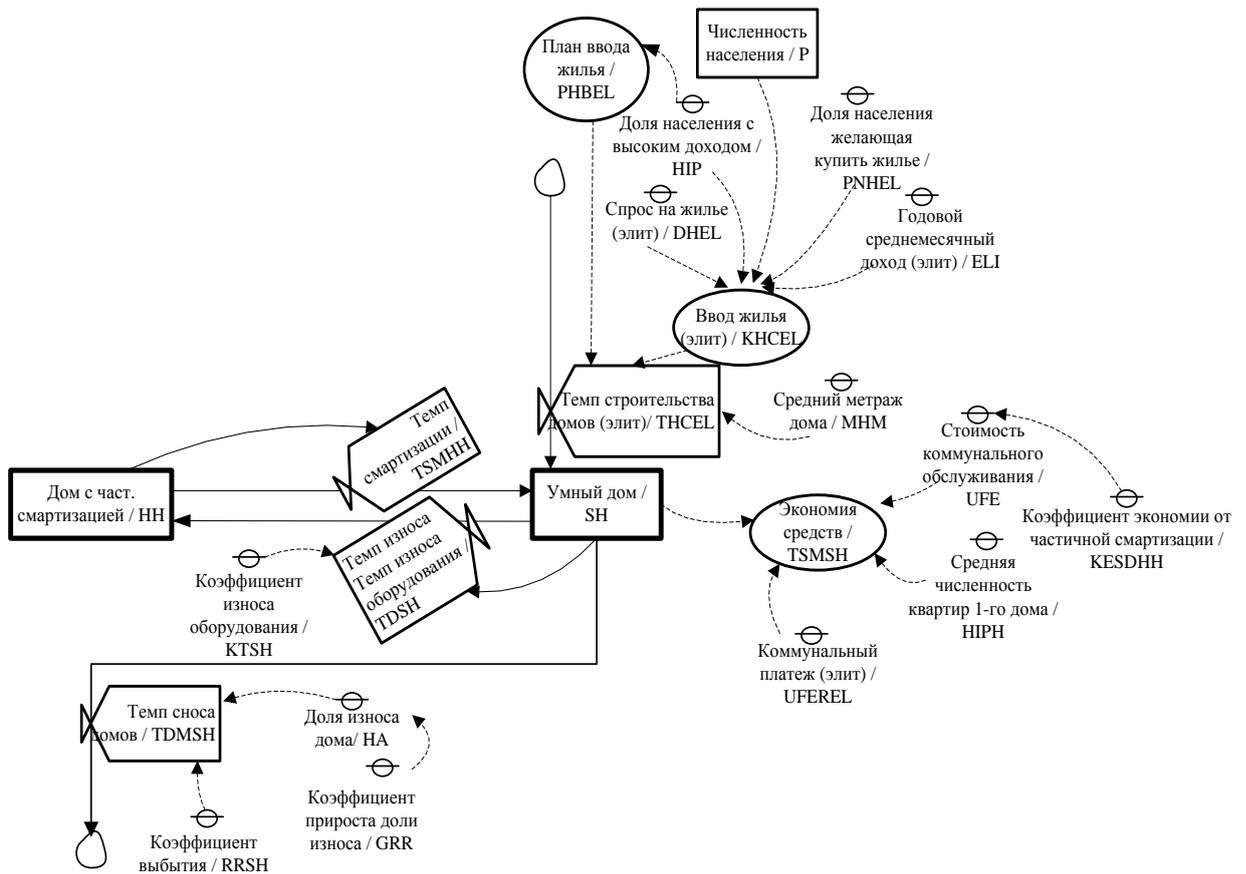


Рисунок 4. Поточковая диаграмма процесса «Строительство жилых домов элит-класса и их смартизация».

*Источник – составлено автором.*

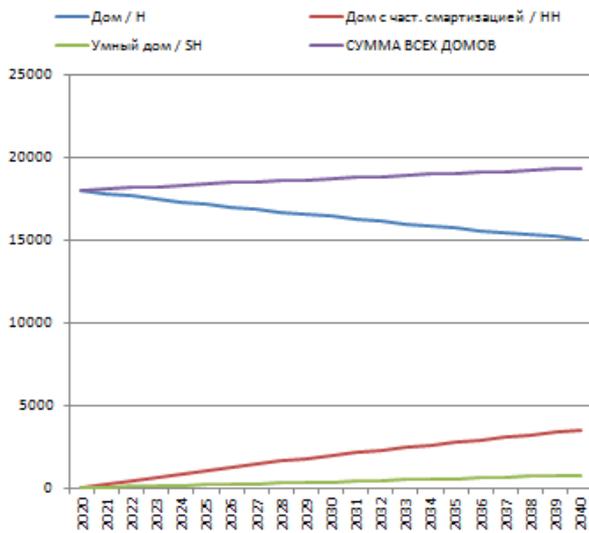
Потоковые диаграммы включают в себя разработанную типологию домов в умном городе по критерию наличия элементов управления системой. Диаграмма разделена на три процесса: «Строительство жилых домов эконом-класса и их смартизация», «Строительство жилых домов комфорт-класса и их смартизация» и «Строительство жилых домов элит-класса и их смартизация».

Математическая модель состоит из системы 32 уравнений и 16 ограничений.

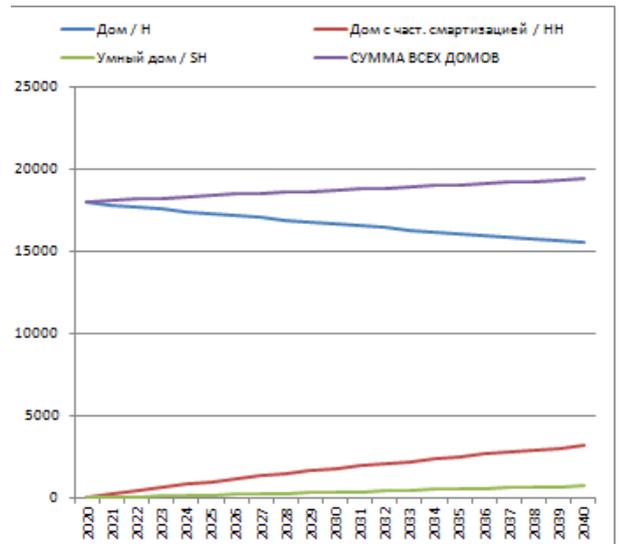
Темп потоков роста количества домов и их убытие на каждом этапе определяют показатели численности населения, планы ввода жилья, производственные мощности организаций, бюджеты управляющих компаний, субсидии, коэффициенты сноса и износа оборудования и другие.

Применение сценарного подхода и прогнозирования в зависимости от изменения ключевых показателей позволило сформулировать рекомендации и выявить факторы, в большей степени влияющие на формирование инновационной среды умного города.

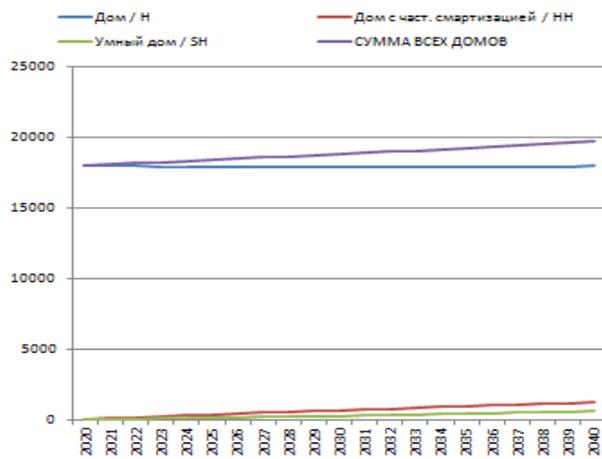
Сценарии прогнозных значений количества домов, домов с частичной смартизацией, умных домов представлены на графиках 1-10.



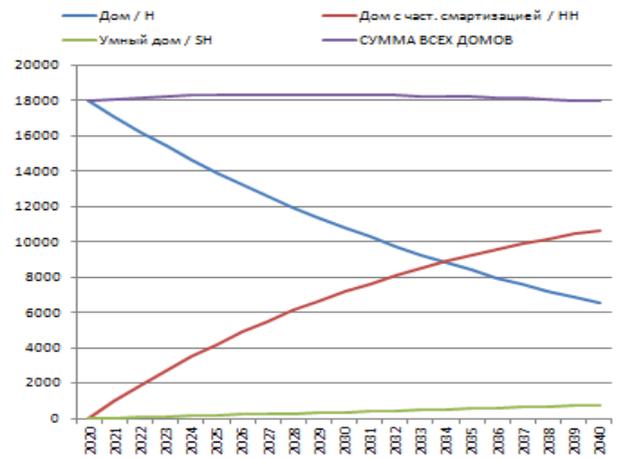
Сценарий 1 – Значительная поддержка государства предпринимателей и управляющих компаний



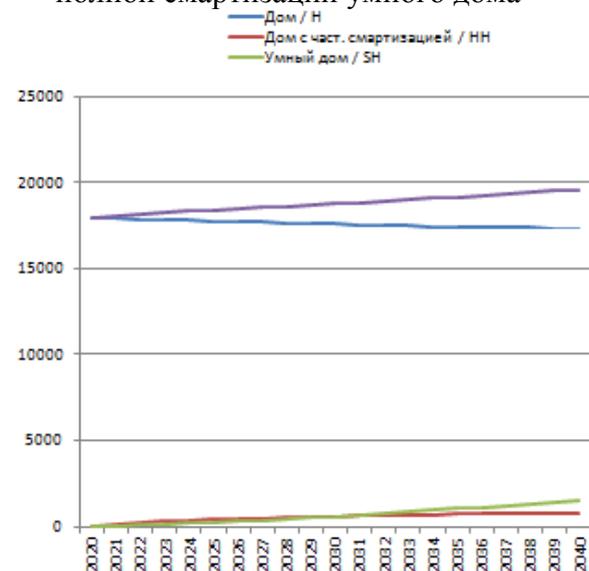
Сценарий 2 – Отсутствие государственной поддержки предпринимателей и управляющих компаний



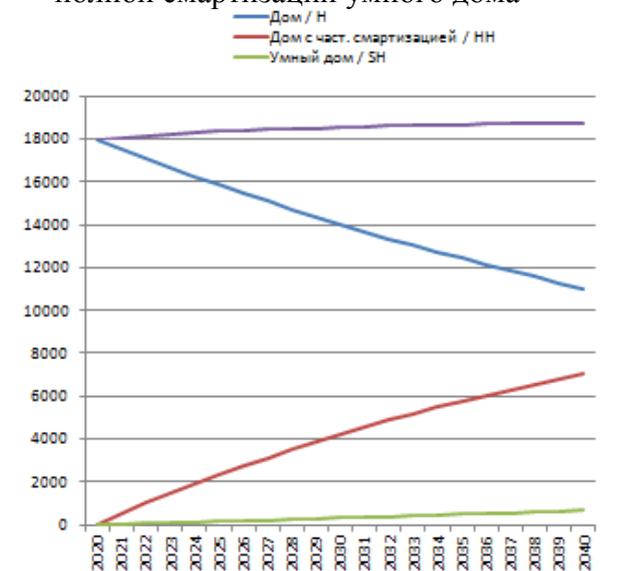
Сценарий 3 – Увеличение стоимости полной смартизации умного дома



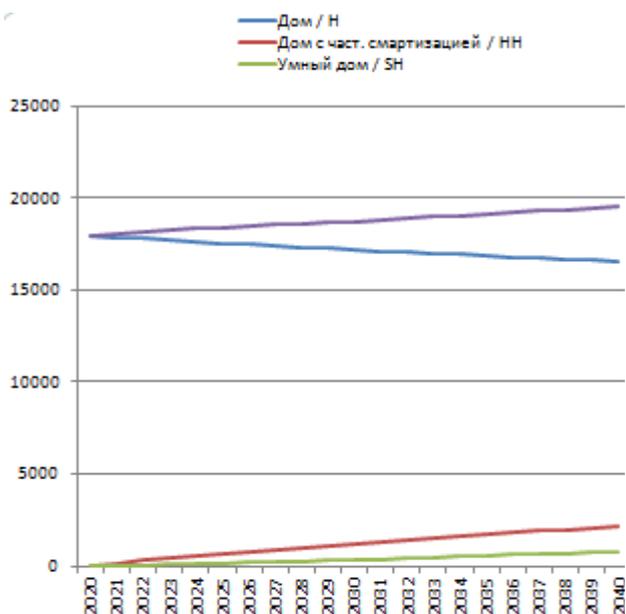
Сценарий 4 – Снижение стоимости полной смартизации умного дома



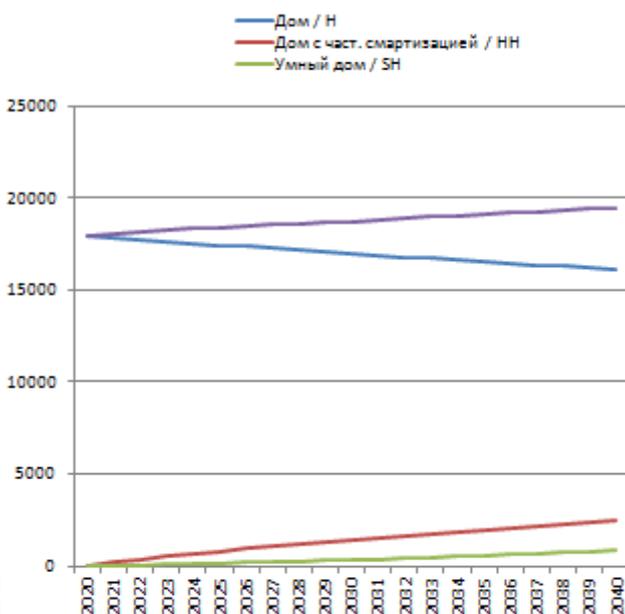
Сценарий 5 – Увеличение доли смартизации дома на 1-м этапе



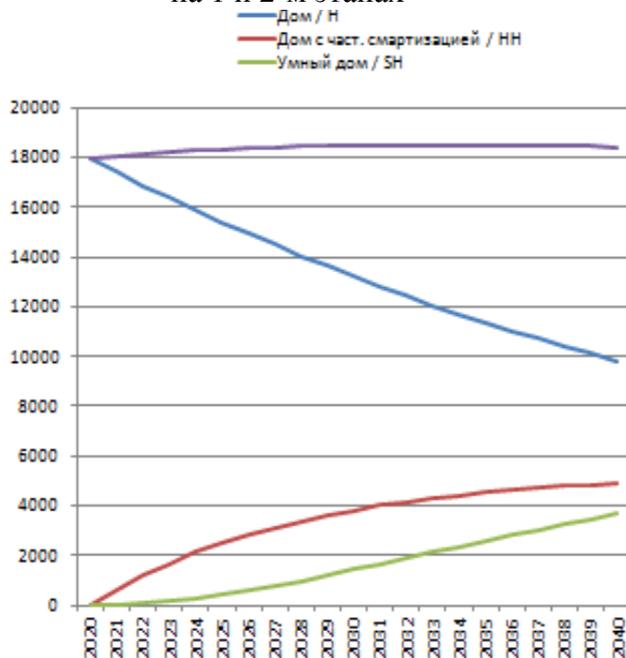
Сценарий 6 – Увеличение доли смартизации дома на 2-м этапе



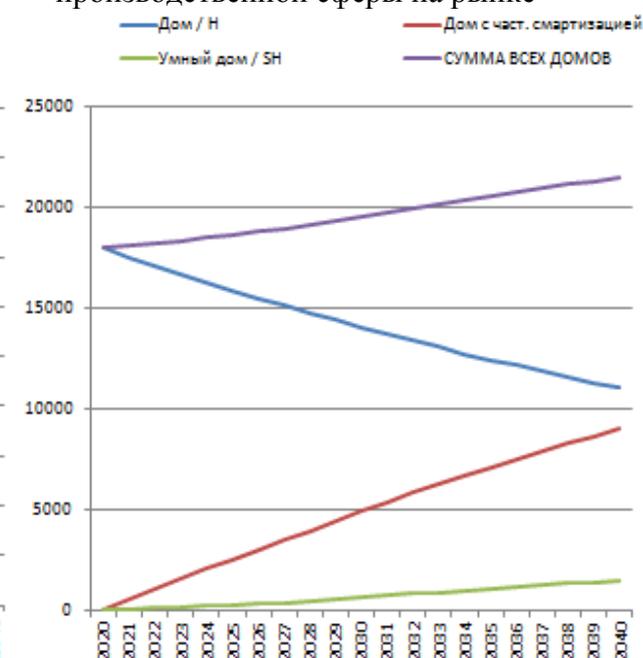
Сценарий 7 – Равная доля смартизации на 1 и 2-м этапах



Сценарий 8 – Избыток организаций производственной сферы на рынке



Сценарий 9 – Увеличение коммунальных платежей жителей



Сценарий 10 – Отсутствие ограничений ввода жилья

Поведение системы при изменении параметров позволило сформулировать рекомендации и выявить факторы, в большей степени влияющие на формирование инновационной среды умного города.

1. Государственная поддержка не сможет существенно повлиять на процесс смартизации, если не будет обеспечен баланс между спросом управляющих компаний на смартизацию и предложением обеспечивающих производственных организаций. Основная финансовая нагрузка в модели ложится на население, от чьих платежей зависят темпы роста домов с полной и частичной смартизацией услуг.

2. Наиболее ощутимым фактором роста численности домов с полной и частичной смартизацией является стоимость услуг смартизации умного дома.

3. Выбор этапа для большей доли смартизации определяет выбор города в пользу стратегии накопления домов с частичной смартизацией или умных домов, а также необходимость привлечения краткосрочных или долгосрочных инвестиций.

4. Увеличение коммунальных платежей позволяет увеличить финансирование смартизации домов.

5. Отсутствие ограничений ввода жилья не сказывается на темпах смартизации, но рост или убытие ввода жилья обуславливается спросом на жилье.

Эффективность разработанной модели определяется соотношением прямых затрат государства на формирование инновационной среды умного города к сумме средств, сэкономленных за счет внедрения.

### **Заключение**

Человечество стремится к созданию идеальной виртуальной системы с рычагами последовательного воздействия на реальный физический мир, однако существуют барьеры в реализации проектов, которые не зависят от качества их исполнения, например: восприимчивость среды внедрения, степень вовлеченности граждан в проект, взаимодействие акторов в системе города. Модель управления городом посредством цифровизации является определяющей чертой концепции «умный город». «Умный город» как инновация «в основном с помощью информационных и коммуникационных технологий улучшает городскую жизнь с точки зрения людей, жизни, экономики, мобильности и управления». Поэтому одним из направлений национального проекта Минстроя России «Жилье и городская среда» является проект «Умный город», в том числе «Умное ЖКХ» как одно из решений, рекомендованных к внедрению.

Внедрение информационно-коммуникационных технологий предоставили новые возможности для развития городов. Одной из базовых составляющих любого города является жилищно-коммунальное хозяйство. Власти во многих странах одним из ключевых факторов развития городов считают рост инвестиций в инфраструктуру. Развитие инфраструктуры - это катализатор социально-экономического прогресса. Однако принципиальное отличие «умной» инфраструктуры это возможность в режиме реального времени отслеживать состояние практически любого подконтрольного объекта. Система не только анализирует большие объемы данных в реальном времени, но может даже прогнозировать происходящие в обществе процессы.

Стратегии «умного города» принципиально отличаются друг от друга. Города «с нуля» являются цельными проектами с комплексным проектированием, перед архитекторами ставятся конкретные задачи для получения желаемых эффектов и весь проект считается удачным, если естественное функционирование города позволяет достигнуть поставленных целей. Преобразование существующего города требует организации и слома устойчивых многолетних связей, смены стереотипов и общественного

принятия. Поэтому смартизация здесь происходит только в отдельных отраслях городского хозяйства, примеры «умных городов» с комплексной взаимосвязанной смартизацией всех существующих систем отсутствуют. Разработанная автором модель предполагает формирование инновационной среды в уже существующем городе.

Инициатива развиваться по курсу «умный город» должна идти от органов власти, т.к. они консолидируют и перераспределяют имеющиеся городские ресурсы в пользу поддержки технологий в масштабах города. Задача государственного управления создать условия для прогрессивного развития территории, удобства ведения бизнеса и жизни населения.

Работа может быть интересна органам государственной власти, бизнесу и потребителям цифровых услуг. Потребители или граждане должны понимать, какие процессы послужили ценообразованию услуг в жилищно-коммунальном хозяйстве, в которое в настоящий момент частично внедряются информационные технологии. Модель наглядно показывает выгоду от внедрения и распространения повсеместного использования смартизации и технологий умного дома, определить стратегию смартизации и принципиально важные для проектировщиков умных городов факторы формирования инновационной среды в жилищно-коммунальном хозяйстве.

### **Список работ, опубликованных по теме научно-квалификационной работы (диссертации)**

#### **Публикации в изданиях, рецензируемых ВАК**

1. Мудрова Е.Б., Муравьёва Н.Н. (2021). Цифровизация в государственном управлении сферой жилищно-коммунального хозяйства и человеческий фактор // Управленец. Т. 12, №4. С. 92–105. DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-4-7.

2. Мудрова Е.Б., Муравьёва Н.Н. (2021). Факторы успеха «умных городов»// Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999-2645. — №2 (62). Номер статьи: 6204. Дата публикации: 27.04.2020. Режим доступа: <https://eee-region.ru/article/6204/>.

3. Муравьёва Н.Н. (2021). Модель формирования инновационной среды умного города в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Российский экономический интернет-журнал. – 2021. – №. 1. – С. 9-9.

#### **Публикации в других изданиях**

1. Муравьёва Н. Н., Мудрова Е. Б. Умный город «с нуля»: факторы успеха //Цифровая экономика и индустрия 4.0: Форсайт Россия. – 2020. – С. 186-196.

2. Муравьёва Н. Н., Мудрова Е. Б. Биомеханика реализации концепции умного города в сфере ЖКХ (опыт Петроградского района Санкт-Петербурга) //Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. – 2019. – С. 244-249.

3. Муравьева Н. Н., Мудрова Е. Б. QR-код как гарант безопасной деятельности // Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем. – 2020. – С. 226-229.

4. Мудрова Е., Танина А., Муравьева Н. Role of Authorities and Smart City in Empowering the Small Tourism Enterprises // International Conference on Tourism Research. – Academic Conferences International Limited, 2020. – С. 178-XI.

5. Murawiowa N., Mudrova E., Degtereva V. Smart Housing and Utilities: A Causal Diagram // SPBPU IDE '21: Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Innovations in Digital Economy: SPBPU IDE-2021 – 8 p.



**Аспирант Муравьева Нелли Николаевна**