

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

ПОПОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА

**МЕТОД КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
РЕМОНТА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИХ
СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА**

05.23.08 Технология и организация строительства

**Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Научный руководитель:
канд. техн. наук, доцент,
Симанкина Т.Л.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Анализ передовых способов технической эксплуатации и методов экономико-математического моделирования, используемых в планировании ремонта и повышении эксплуатационного качества жилых зданий.....	10
1.1. Анализ современного состояния жилищного фонда, в частности, г. Архангельска	10
1.2. Анализ способов, принципов и моделей технической эксплуатации и методов экономико-математического моделирования при планировании ремонта жилых зданий	27
1.3. Основные понятия обеспечения безопасности эксплуатации.....	35
жилых зданий	35
1.4. Постановка задач исследования	48
Глава 2. Разработка алгоритма системно-структурного подхода к организационно-технологическому проектированию и планированию комплексного процесса воспроизводства жилищного фонда на основе методов нейронного моделирования	51
2.1. Исследование эффективности существующих методов	51
планирования комплексного воспроизводства жилищного фонда	51
2.2. Повышение эксплуатационной надёжности жилищного фонда на основе планирования его комплексного воспроизводства	58
2.3. Разработка методики кластеризации (структурного анализа) жилищного фонда на основе нейросетевого моделирования путем реализация алгоритмов SOM	67
Выводы по второй главе.....	86
Глава 3. Разработка метода календарного планирования ремонта жилых зданий на основе моделей динамического программирования	88
3.1. Прогнозирование срока службы и технического состояния	88
конструкций, элементов и систем жилых зданий с применением средств интеллектуального анализа.....	88
3.2. Разработка методики оценки ресурса работоспособности.....	107
конструктивных элементов жилых зданий	107
3.3. Разработка моделей динамического программирования для календарного планирования ремонта жилых зданий.....	115
Выводы по третьей главе	139

Глава 4. Календарное планирование ремонтно-строительных работ для группы многоквартирных жилых домов с учетом величины взносов на капитальный ремонт	141
4.1. Расчет величин взносов на капитальный и текущий ремонты для объектов, входящих в один кластер	141
4.2. Разработка календарного графика производства ремонтно-строительных работ группы многоквартирных домов	149
4.3. Определение целесообразности резервирования капитальных вложений	156
Выводы по четвертой главе	160
Основные результаты и выводы	161
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	163
ПРИЛОЖЕНИЯ	172
Приложение А. Анализ и сравнительная характеристика вариантов аккумулирования денежных средств на капитальный ремонт.....	172
Приложение Б. Экономико-математические модели программирования при решении организационно-технологических задач в строительстве.....	177
Приложение В. Приведение данных технических паспортов жилых зданий об уровне технического состояния на текущий момент времени.....	181
Приложение Г. Алгоритм кластеризации с использованием аналитической платформы Deductor	183
Приложении Д. Графики износа кровли при различной периодичности проведения текущего ремонта	193
Приложении Е. Графики износа конструктивных элементов при оптимальной периодичности проведения ремонтов	196
Приложении Ж. Графики износа конструктивных элементов с учетом ремонтов для кластера К 4-1	200
Приложении З. Акты внедрения.....	204

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Одной из основных задач государственной политики России является обеспечение граждан качественным комфортным жильем. В настоящий момент на территории Российской Федерации согласно официальным статистическим данным в аварийном состоянии находятся порядка 13,5 млн. кв.м. жилья, что составляет 0,5% многоквартирных домов. Распоряжением Правительства РФ № 1743-р от 26 сентября 2013 г. утвержден комплекс мер, согласно которому процесс ликвидации аварийного жилищного фонда, признанного таковым до 1 января 2012 г., должен завершиться к 2017 г.

Проблема аварийного и ветхого жилья связана с решением более сложной и комплексной задачи воспроизводства жилищного фонда, включающей как снос и новое строительство, так и реконструкцию, модернизацию, капитальный и текущий ремонты. При этом совокупность воспроизводственных мероприятий должна гарантировать максимально эффективное управление жилищным фондом с точки зрения оптимального соотношения его качества (комфортность, надежность, долговечность и безопасность) и финансовых ресурсов, необходимых для реализации этих мероприятий, обеспечивая прогнозируемость динамики изменения состояния жилья и темпов его выбытия и прироста.

Особое внимание при этом должно быть уделено вопросам эксплуатации жилищного фонда, поскольку положительная динамика именно в этой сфере позволит сохранить существующий жилищный фонд в состоянии, пригодном для проживания максимально длительный период времени, и преломить отрицательные тенденции нарастания темпов выбытия жилья. Это, в свою очередь, позволит формировать жилищную политику, исходя из нормализованной структуры воспроизводства жилья, и впоследствии сократить объемы государственного софинансирования (субсидирования) данной сферы, переходя на рыночные механизмы регулирования.

В настоящее время уже предприняты значительные шаги в области реформирования жилищного законодательства, которые должны способствовать повышению эффективности управления эксплуатацией многоквартирных жилых домов (МКД), основным из которых являлся внесение изменений и дополнений в Жилищный Кодекс РФ от 25.12.2012 г. Положениями ЖК РФ устанавливается порядок своевременного проведения капитального ремонта общего имущества МКД в каждом субъекте Российской Федерации, для чего собственникам МКД вменяются обязательства по уплате взносов на проведение капитального ремонта общедомового имущества.

В каждом субъекте РФ должна быть создана специализированная некоммерческая организация, которая будет осуществлять деятельность, направленную на обеспечение проведения капитального ремонта общего имущества в МКД – региональный оператор. Свою работу по планированию и организации проведения капитального ремонта общего имущества в МКД региональный оператор строит в рамках реализации соответствующей региональной программы капитального ремонта, которая утверждается высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации. Однако в настоящий момент в большинстве субъектов РФ подобные региональные программы капитального ремонта не разработаны. Основным препятствием принятия программ является отсутствие нормативно-правовой и методической базы. Данными нормативно-правовыми актами должны устанавливаться: порядок проведения мониторинга технического состояния и минимальный размер взноса на капитальный ремонт общего имущества МКД, планироваться предоставление государственной поддержки, устанавливаться порядок осуществления контроля за целевым расходованием денежных средств и обеспечением их сохранности.

Календарное планирование ремонтно-строительных работ текущего и капитального ремонтов жилищного фонда позволит определить необходимую номенклатуру, объем и сроки проведения воспроизводственных мероприятий с условием оптимизации необходимых финансовых ресурсов.

В последнее время все большее применение находят современные методы моделирования и прогноза, одним из которых является нейросетевое моделирование. Подходы к мониторингу и технической эксплуатации жилищного фонда также целесообразно осуществлять с использованием современных математических моделей на базе искусственного интеллекта. Необходимо создать на их базе расчетно-методический комплекс обеспечения календарного планирования ремонтно-строительных работ в условиях высокой неоднородности жилых зданий. Тема научного исследования имеет практическую значимость и перспективность для разработки региональных программ капитального ремонта жилищного фонда субъекта РФ.

Степень разработанности темы исследования. Теоретическими основами исследования стали труды ученых в области календарного планирования, организации эксплуатации и обследования технического состояния объектов недвижимости: Асаул А.Н., Бадьин Г.М., Бойко А.Ю., Болотин С.А., Бирюков А.Н., Грабовый П.Г., Козин П.А., Мищенко В. Я., Панибратов Ю.П., Ройтман А. Г., Смирнов Е.Б., Шеина С.Г., Шрейбер К. А. и др.

Цель исследования заключается в разработке метода календарного планирования ремонтов жилых зданий с использованием структурного анализа жилищного фонда путем кластеризации неоднородных объектов на основе нейросетевого моделирования и динамического программирования для оптимизации финансовых ресурсов при реализации программ капитального и текущего ремонта.

Задачи исследования:

1. провести анализ передовых способов технической эксплуатации и методов экономико-математического моделирования, используемых в планировании ремонтов и повышении эксплуатационного качества жилых зданий;
2. разработать алгоритмы системно-структурного подхода к организационно-технологическому проектированию и планированию комплексного процесса воспроизводства жилищного фонда;

3. провести экспериментальный анализ мониторинга технического состояния и разработать методику кластеризации жилищного фонда на основе метода нейросетевого моделирования;

4. спрогнозировать динамику развития износа конструктивных элементов и систем инженерного оборудования зданий в зависимости от сроков их службы, а также сметной стоимости ремонтно-строительных работ при их планировании;

5. На основе анализа временных рядов логистического типа разработать модели физического износа конструктивных элементов и систем инженерного оборудования жилых зданий;

6. На основе динамического программирования разработать метод календарного планирования, учитывающий периодичность проведения ремонтов жилых зданий с учетом дифференцированной эксплуатации отдельных элементов здания.

Объектом исследования являются организационно-технологические проекты и программы капитального и текущего ремонта жилищного фонда субъектов РФ.

Предмет исследования: элементы комплексных методов календарного планирования ремонтов зданий, включающих оценку уровня технического состояния и кластеризацию объектов капитального строительства, прогнозирование долговечности и динамики физического износа зданий, а также календарное планирование ремонтов жилых зданий, ориентированное на оптимизацию финансовых ресурсов.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

1. Разработан алгоритм системно-структурного подхода к организационно-технологическому проектированию и планированию комплексного процесса воспроизводства жилищного фонда;

2. Разработана методика кластеризации жилищного фонда на основе нейросетевого моделирования с использованием самоорганизующихся карт

(Self Organizing Maps – SOM), составленных для жилищного фонда г. Архангельска;

3. На основе анализа временных рядов логистического типа, функционально связанных со сроком службы конструкций, разработаны модели физического износа конструктивных элементов и систем инженерного оборудования жилых зданий, включающие относительные изменения восстановительной стоимости конструкций и инженерного оборудования, а также стоимости их ремонтов;

4. На основе динамического программирования разработан метод календарного планирования ремонтов жилых зданий, обеспечивающий оптимизацию финансовых ресурсов.

Методы исследования включают в себя: теорию оценки физического износа, нейросетевое моделирование, динамическое программирование и календарное планирование.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности 05.23.08 «Технология и организация строительства», а именно п. 9 «Разработка принципов организации строительства крупных народнохозяйственных объектов и комплексов; развитие поточных методов, сетевых и других моделей строительства; *совершенствование методов календарного планирования*», п.10 «Разработка и оптимизация форм управления строительным производством; обоснование и выбор рациональных организационных структур и методов управления в строительстве; *развитие информационных технологий организации и управления строительством*».

Достоверность научных результатов базируется на анализе нормативных и статистических данных в строительстве с применением современных методов математического прогнозирования, моделирования и программирования. Основные допущения и ограничения, принятые для расчета, основываются на нормативно-правовых документах и методах, применяемых при планировании, разработке и организации ремонтно-строительных работ.

Точность полученных вычислений оценена на основе стандартных методов статистической обработки.

Практическая значимость исследования заключается в разработке программно-методических документов, определяющих комплекс следующих мероприятий: проведение мониторинга, структурный анализа жилищного фонда, прогнозирование и контроль его технического состояния, и оптимизационное календарное планирование ремонтов жилых зданий.

Апробация. Основные теоретические положения и выводы диссертации докладывались автором на областном форуме «Стройиндустрия Архангельской области» (2008г.); на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава АГТУ-САФУ (2008-2013 г.); на международной научно-технической конференции молодых ученых (аспирантов, докторантов) и студентов СПбГАСУ 2013 г.; на XVIII и XXII Российско-словацко-польских семинарах 2009, 2013 гг.

Основные алгоритмы и методики апробированы администрацией Октябрьского территориального округа мэрии города Архангельска при календарном планировании ремонтно-строительных работ жилищного фонда МО «Город Архангельск», а также управляющими организациями г. Архангельска ООО «Торн-1» и ООО «Уютный дом-1», что подтверждено актами внедрения разработок.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 5 работ опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 164 наименования и 8 приложений. Работа содержит 171 страница текста (шрифт Times New Roman, 14 пт), включая 65 рисунков, 30 таблиц и 42 формулы.

Глава 1. Анализ передовых способов технической эксплуатации и методов экономико-математического моделирования, используемых в планировании ремонта и повышении эксплуатационного качества жилых зданий

1.1. Анализ современного состояния жилищного фонда, в частности, г. Архангельска

Государственная жилищная политика РФ направлена на воспроизводство жилищного фонда с целью обеспечения граждан качественным комфортным жильем. Согласно последним статистическим данным количество жилищного фонда РФ составляет 3,2 млрд. кв.м. [164] (рис 1.1.). В настоящий момент достаточно приблизительно фиксируется количество ветхого и аварийного жилья, что составляет 98,9 млн.кв.м. или 3% от общей площади всего жилищного фонда.

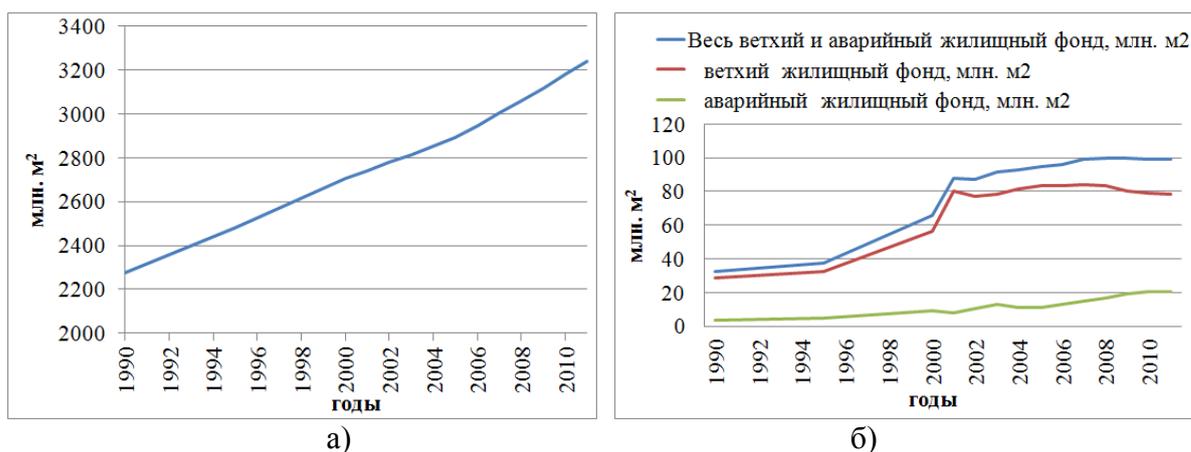


Рисунок 1.1 а) Общая площадь жилых помещений (на конец года);
б) Весь ветхий и аварийный жилищный фонд

Эти данные постоянно изменяются ввиду того, что большое количество жилищного фонда является необследованным и многие жилые дома, фактически имеющие предельный уровень износа, до сих пор не отнесены в группу ветхого и аварийного жилья. При этом учет технического состояния жилищного фонда, находящегося в состоянии пригодном к эксплуатации и составляющего приблизительно 3,1 млрд. кв.м., не ведется. В результате чего, определить номенклатуру, сроки проведения и сметную стоимость ремонтно-

строительных работ капитального и текущего ремонтов такого фонда вообще не представляется возможным.

На рисунках 1.2-1.5 представлено сравнение характеристик жилищного фонда регионов Северо-Западного округа [162].

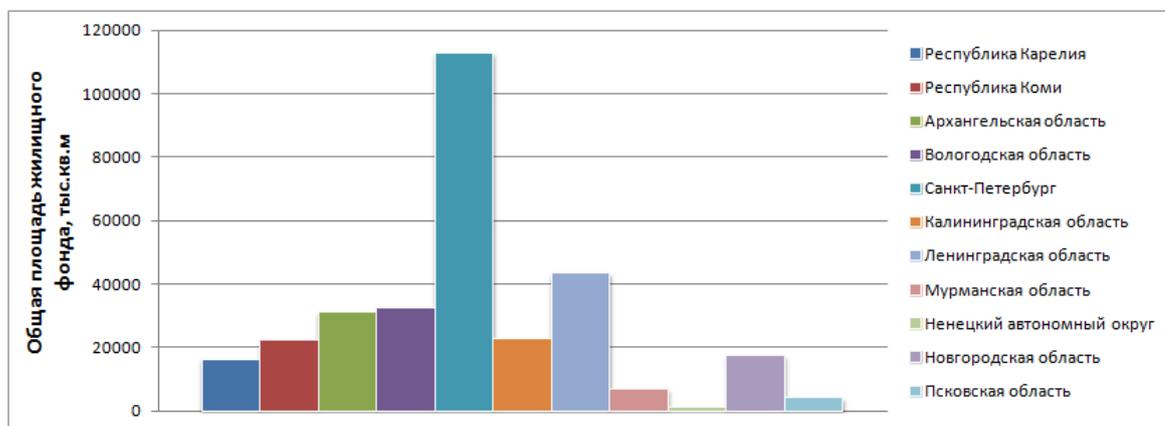
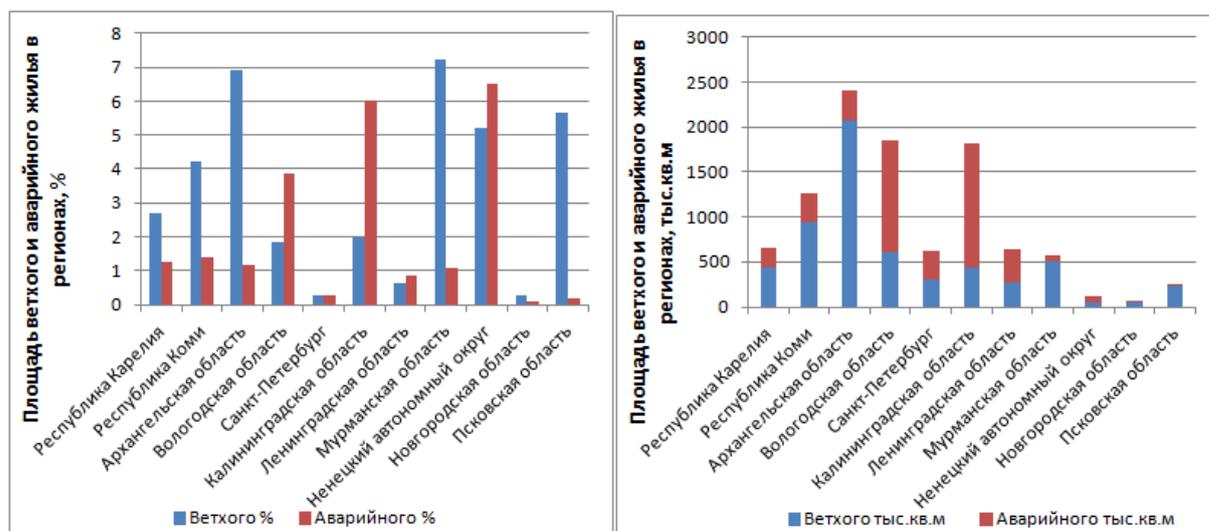


Рисунок 1.2. Общая площадь жилищного фонда регионов Северо-Западного округа

Архангельская область по общей площади жилищного фонда занимает промежуточное место между Калининградской и Вологодской областями.



а) б) Рисунок 1.3. Площадь ветхого и аварийного жилья в регионах

Суммарная площадь ветхого и аварийного жилья в регионах округа составляет около 10 млн. кв. м, это примерно 11% от общей площади жилищного фонда. Архангельская область лидирует по площади ветхого и аварийного жилья.

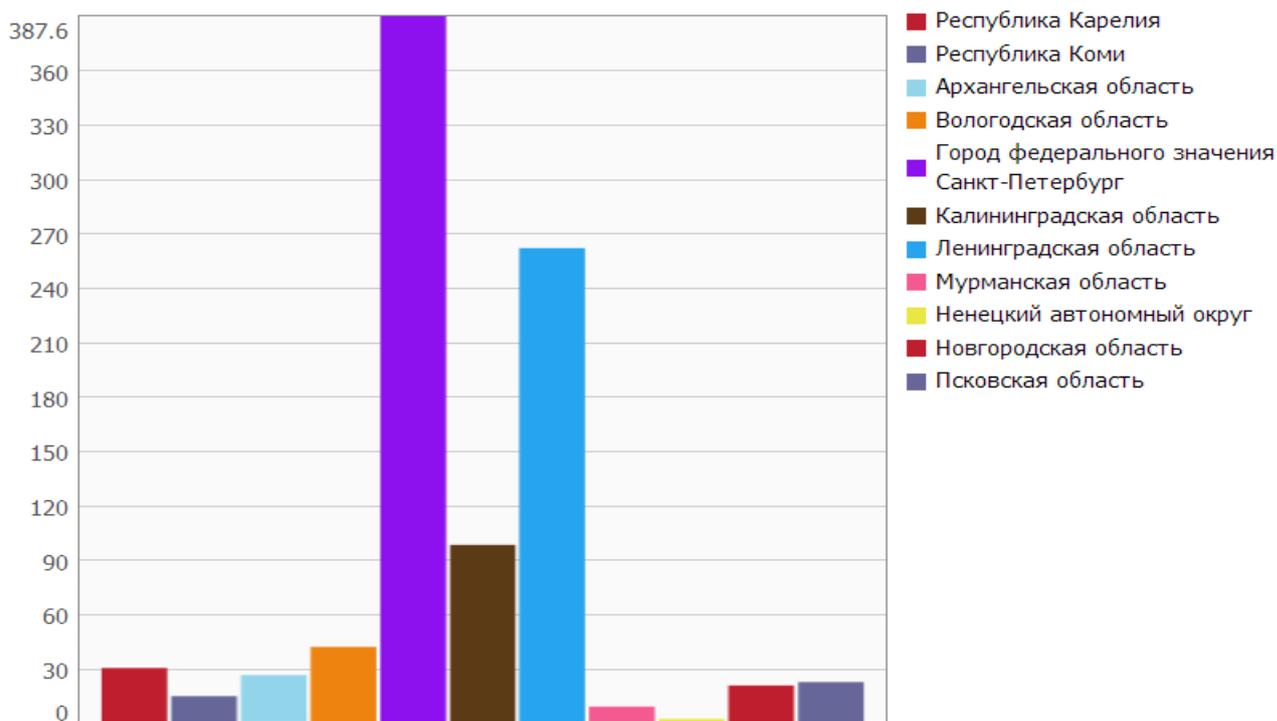


Рисунок 1.4. Количество жилья, введенного в эксплуатацию с начала года, тыс.кв.м

Как видно из гистограммы первое место по введенным квадратным метрам жилищного строительства занимает Санкт-Петербург. Архангельская область лишь на шестом месте.

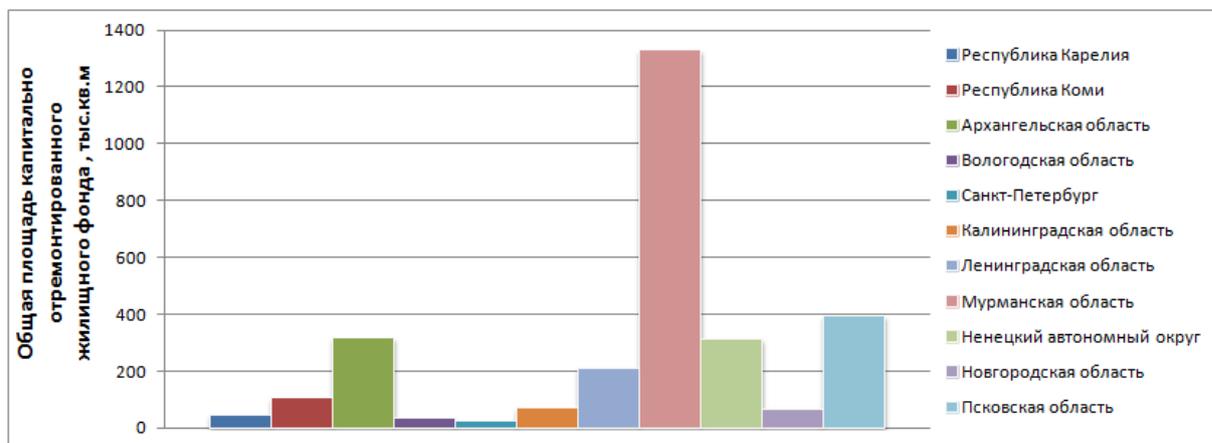


Рисунок 1.5. Общая площадь капитально отремонтированного жилищного фонда

По общей площади капитально отремонтированного жилищного фонда Архангельская область занимает 3 место после Мурманской и Псковской областей.

Анализ жилищного фонда г. Архангельска за 1970-2010 гг. показал замедление темпов его роста, начиная с 1990 г. (рис. 1.6). Несмотря на некоторое увеличение темпов нового строительства в последние годы, фактические

объемы воспроизводственных мероприятий, направленных на сохранение существующего фонда (капитальный ремонт), по данным Архоблстата сокращаются, что приводит к росту непригодного к проживанию ветхого и аварийного жилищного фонда.

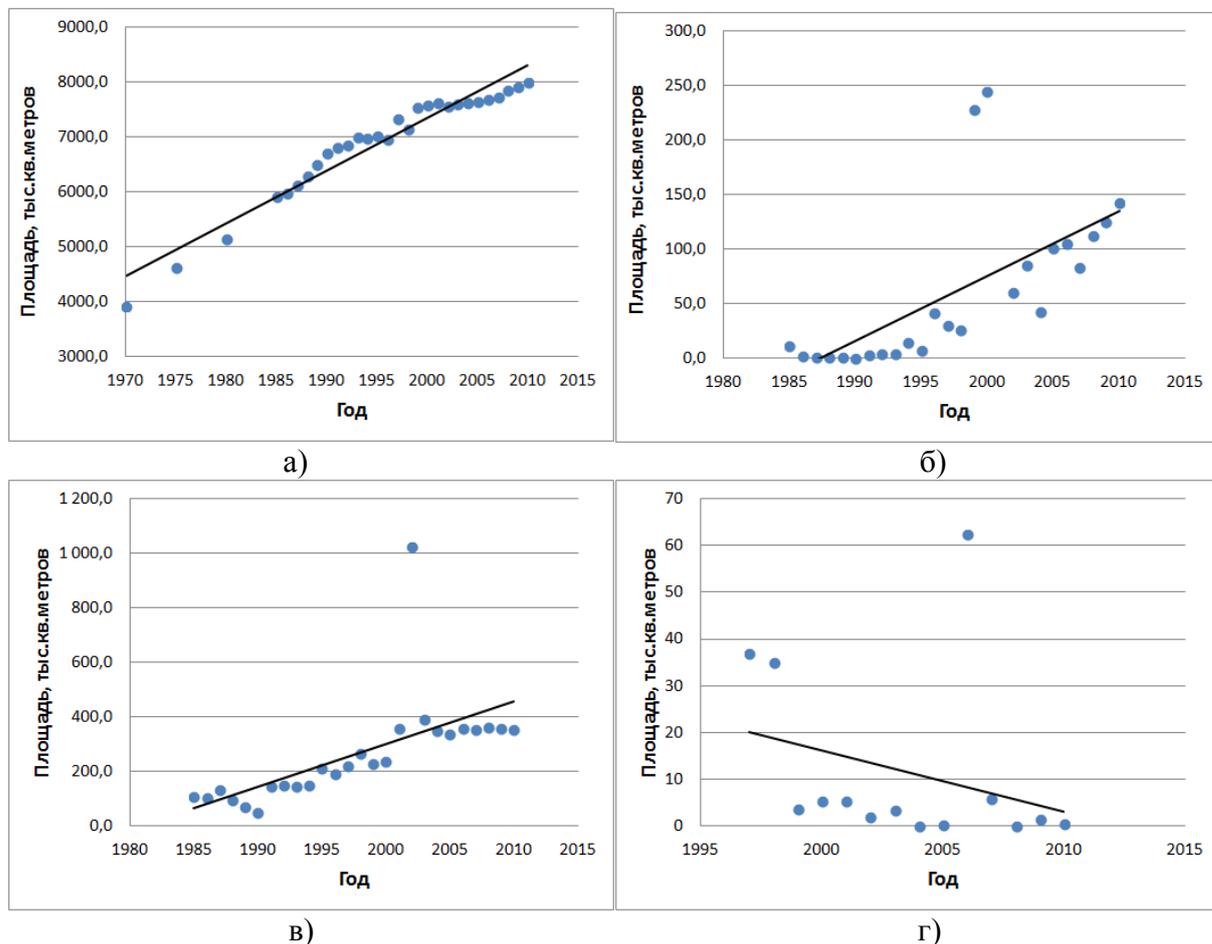


Рисунок 1.6. Состояние жилищного фонда г. Архангельска:

- а) Жилищный фонд города: общая площадь жилых помещений, тыс.кв.метров; б) Общая площадь аварийного жилищного фонда, тыс.кв.метров; в) Общая площадь ветхого жилищного фонда, тыс.кв.метров; г) Общая площадь капитально отремонтированных жилых помещений в квартирах, тыс.кв.метров

По данным Архангельскстата [161] (рис. 1.7) жилищный фонд города составляет 8 040,0 тыс.кв.м. жилья, в том числе 251,5 тыс.кв.м. находится в государственной собственности, 1 960,7 тыс.кв.м. – в муниципальной, 5 714,3 тыс.кв.м. – в собственности граждан. При этом 30,2% фонда приходится на индивидуальное жилье и 69,8% – на многоэтажное, что говорит о существенной плотности застройки.

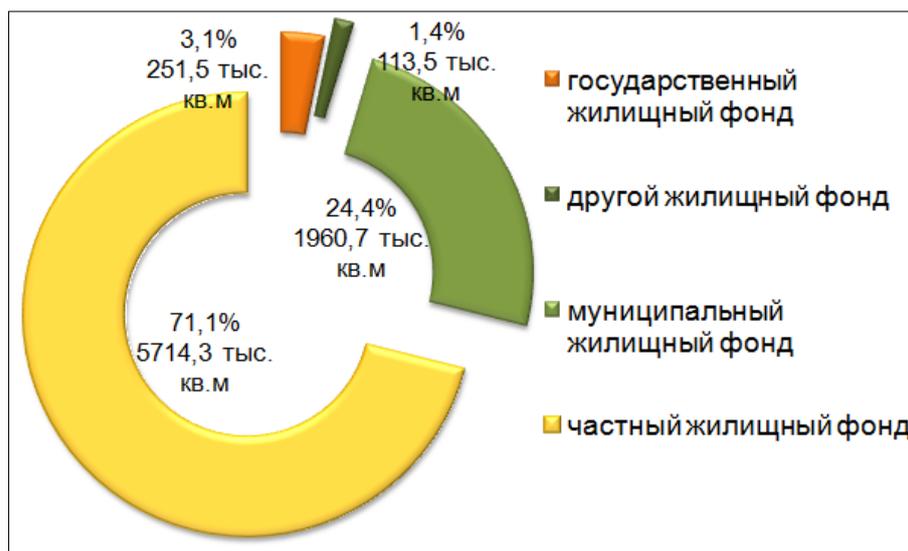


Рисунок 1.7. Структура жилищного фонда города в зависимости от формы собственности

Большая часть фонда находится в частной собственности благодаря реализации программы приватизации муниципального и государственного жилья. Так, в настоящее время в г. Архангельске приватизировано более 75% жилых помещений, а в многоэтажных домах – свыше 90%.

Согласно сложившейся исторической ситуации, в городе выделяют две основные классификации жилищного фонда: в зависимости от класса жилья, в соответствии с таблицей 1.1, и исходя из времени застройки и степени комфортности – таблица 1.2.

Таблица 1.1 – Классификация жилья г. Архангельска в зависимости от класса

Название категории	Основные показатели	Ценовой фактор	Адрес объекта
Элитное жилье (Элит-класс)	<ul style="list-style-type: none"> – малоквартирные дома в наиболее престижных районах города; – «старый» фонд после капитального ремонта и эксклюзивные проекты с использованием высококачественных материалов; – огороженная охраняемая территория с личной парковкой/ гаражом; – благоприятная экология района 	Престиж	Нет
Жилье повышенной комфортности (Бизнес-класс)	<ul style="list-style-type: none"> – просторные квартиры с продуманной планировкой в центре или престижных спальных районах с благоприятной экологией; – все коммуникации высокого уровня; – благоустроенная прилегающая территория, личная парковка/ гараж; – развитая инфраструктура 	Качество объекта и окружающей среды	ул. Советская, 7/2 ЖК Солнечный; ул.Р.Люксембург, 46/3

Название категории	Основные показатели	Ценовой фактор	Адрес объекта
Комфорт -класс	<ul style="list-style-type: none"> кирпичные, монолитные жилые дома индивидуальной планировки; благоустроенная территория и развитая инфраструктура 		
Типовое жилье Эконом-класс	<ul style="list-style-type: none"> типовые панельные и кирпичные дома в любых районах; небольшие кухни, санузлы, коридоры; внутренняя отделка, сантехника, двери/окна невысокого качества 	Цена	«Хрущевки» «Брежневки» «Ульяновки»
Жилье низких потребительских качеств	<ul style="list-style-type: none"> дома «старого» фонда без проведения капитальных ремонтных работ; дома 1^{го} поколения индустриального домостроения; непрестижные районы города, удаленность от основных транспортных коммуникаций 	Цена	пр. Ломоносова, 16/1; ул. Р.Люксембург, 28

Таблица 2 – Классификация жилой недвижимости г. Архангельска по времени застройки и степени комфортности

Название категории	Год постройки	Материал стен и перекрытий	Этажность, этаж	Высота потолка, м	Планировка	Текущее положение на рынке
Деревянные дома	1930 ^е - 70 ^е гг.	Деревянный брус	1-2	2,7 - 3,2	Планировка свободная; комнаты 6-20 кв.м; кухни 6-14 кв. м.	Условно свободные ЗУ
«Сталинки»	кон. 1930 ^х – нач. 1950 ^х гг.	Стены - кирпич, перекрытия – дерево (поздние – ж/б)	4	3,0 – 3,3	Планировка свободная; комнаты совмещенные и изолированные	Застройка не ведется
«Хрущевки»	кон. 1950 ^х – нач. 1960 ^х гг.	Стены - кирпич, перекрытия – ж/б	5	2,5	Планировка сжатая; комнаты совмещенные, проходные; прихожие, кухни малые; санузел совмещен	Застройка не ведется
«Брежневки»	кон. 1960 ^х – нач. 1980 ^х гг.	Стены - кирпич или ж/б панели, перекрытия – ж/б	5	2,5	Планировка сжатая; комнаты совмещенные, проходные; прихожие, кухни малые; санузел совмещен (позже - разделен).	Застройка не ведется
«Ульяновки»	1970 ^е – нач. 1990 ^х гг.	Стены - ж/б панели, перекрытия – ж/б	9	2,5	Комнаты большие, малые прихожие, кухни, санузел раздельный	Застройка не ведется
93 – 95 серии	кон. 1960 ^х – нач. 1980 ^х гг., наст. время	Стены и перекрытия – ж/б панели	9–10	2,7	Планировка свободная, комнаты раздельные, прихожая более 6 кв.м, кухня – более 8 – 10 кв.м, санузел раздельный, лоджии.	Ведется застройка
Индивидуальные дома	вторая половина 1990 ^х гг. - наст. время	Стены – кирпич	4-5 в МФК: 8-13	не менее 3,0	Планировка свободная, комнаты не менее 14 кв.м, кухни не менее 12 кв. м.	Наиболее престижные районы

Структура жилищного фонда города в зависимости от типа дома представлена на рисунке 1.8. Наибольшую долю составляют дома «хрущевской» и «брежневской» серий, давно выработавшие свой ресурс особенно по состоянию внутренних инженерных сетей.

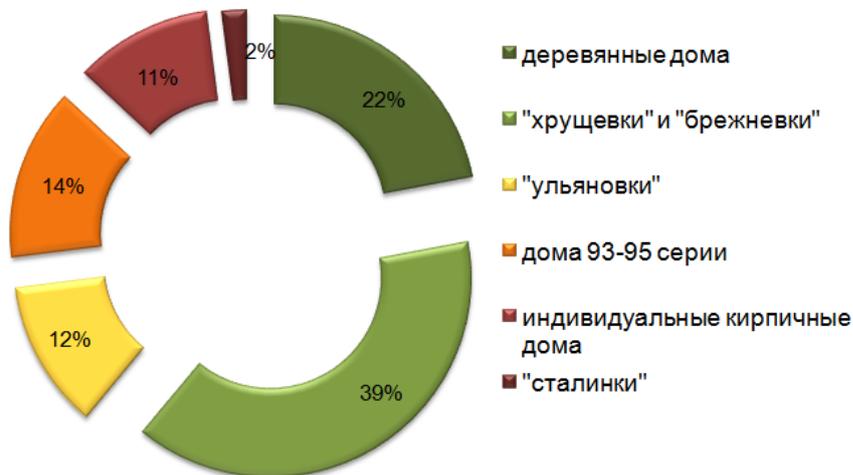


Рисунок 1.8. Структура рынка недвижимости г. Архангельска по типам домов

Высокая изношенность характерна не только для домов указанных серий, но и для всего жилищного фонда города. В настоящее время его состояние и качество жилищно-коммунальных услуг в г. Архангельске не обеспечивают безопасного и комфортного проживания граждан. Прежде всего, это обусловлено качеством управления на уровне региона и города. Результаты проведенного SWOT-анализа, представленные на рисунке 1.9.

Существующий жилищный фонд в настоящее время по-прежнему имеет тенденцию к старению и ветшанию. На конец 2012 г. в городе преобладали жилые здания, построенные 40 и более лет назад – 65,8% от общего числа домов, а также имеющие свыше 30% износа – 78,2%, в т.ч. 45,3% приходилось на жилищный фонд с износом 31 – 65%. Удельный вес ветхого и аварийного жилищного фонда в общей площади составляет 8,1%, в том числе ветхий жилищный фонд – 7,0%, аварийный жилищный фонд – 1,1%.



Рисунок 1.9. SWOT-анализ состояния жилищного фонда г. Архангельска

В расселении нуждаются около 20 тысяч человек, при этом маневренный фонд в городе практически исчерпан. Каждая освобождающаяся муниципальная квартира сразу предлагается либо для исполнения судебного решения, либо для временного проживания остро нуждающимся гражданам. Однако, с каждым годом благоустроенный жилищный фонд сокращается и потребность в улучшении жилищных условий остается значительной, несмотря на относительно высокую степень обеспеченности населения жильем: 25,3 кв.м. на 1 человека, при нормативе – 18 кв.м. на человека.

Анализ причин увеличения непригодного для проживания жилья показал, что такая ситуация складывается вследствие отсутствия своевременного финансирования работ и истечения эксплуатационного срока службы конструктивных элементов зданий. Таким образом, невыполнение своевремен-

ного ремонта приводит к ускоренному износу и резкому увеличению стоимости проведения восстановительных работ.

Согласно информации Архангельскстата, общая площадь капитально отремонтированных многоквартирных жилых домов за 2012 г. составила 62 645,8 кв. м. (за 2011 г. – 82 992,0 кв. м.), в т.ч. площадь отремонтированных жилых помещений в квартирах – 45 356,8 кв. м. (за 2011 г. – 20 946,6 кв. м.). За период участия в программах, финансируемых за счет средств Фонда содействия реформированию ЖКХ, на капитальный ремонт многоквартирных домов в Архангельской области было затрачено 2 млрд. 345 млн. руб., в том числе 1 млрд. 907 млн. руб. – из средств Фонда, 286,2 млн. руб. – из консолидированного бюджета Архангельской области и 152 млн. руб. – за счет собственников помещений. Благодаря этому в регионе проведен капитальный ремонт 1700 домов площадью 4,6 млн.кв.м., и почти 210 тыс. жителей улучшили свои жилищные условия.

Уровень благоустройства жилищного фонда г. Архангельск значительно отстает от городов соседних регионов. Исходя из фактической оснащённости жилого фонда инженерными системами, благоустроенным считается жилье, обеспеченное не менее чем тремя видами внутреннего благоустройства из состава: водопровод, канализация, центральное отопление, газ или электроплиты, горячее водоснабжение (центральное или местное), ванная или душевая.

Данные Архангельскстата [161], представленные на рисунке 1.10, свидетельствуют об увеличении уровня обеспеченности благоустройства жилищного фонда, хоть и незначительными темпами.

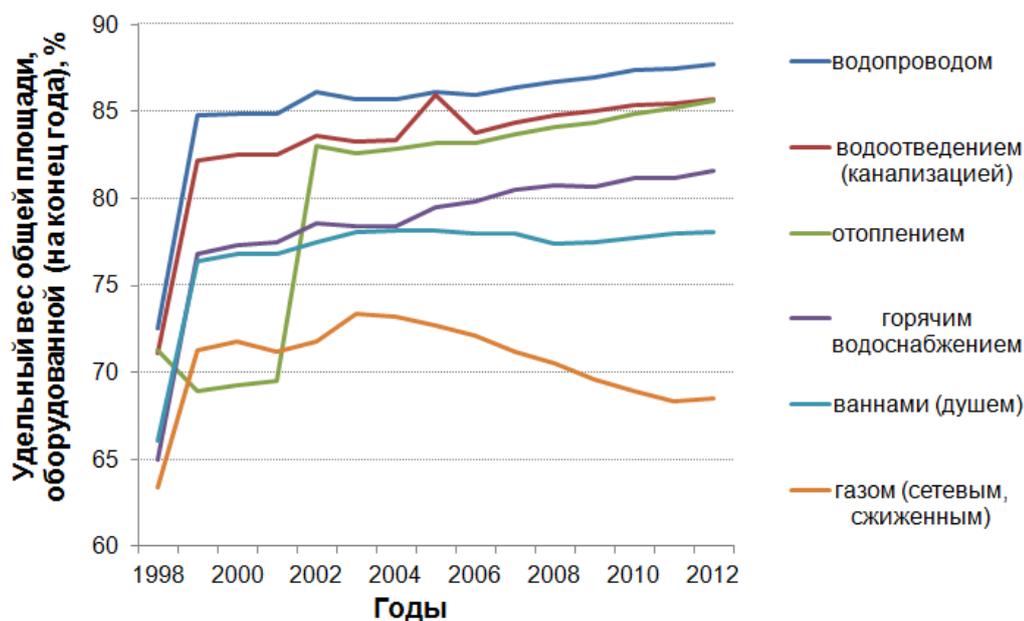


Рисунок 1.10. Уровень обеспеченности благоустройства жилищного фонда г.Архангельска

Техническое состояние объектов жилищно-коммунального хозяйства г. Архангельска неудовлетворительное, о чем свидетельствуют данные правительства Архангельской области (рис. 1.11).

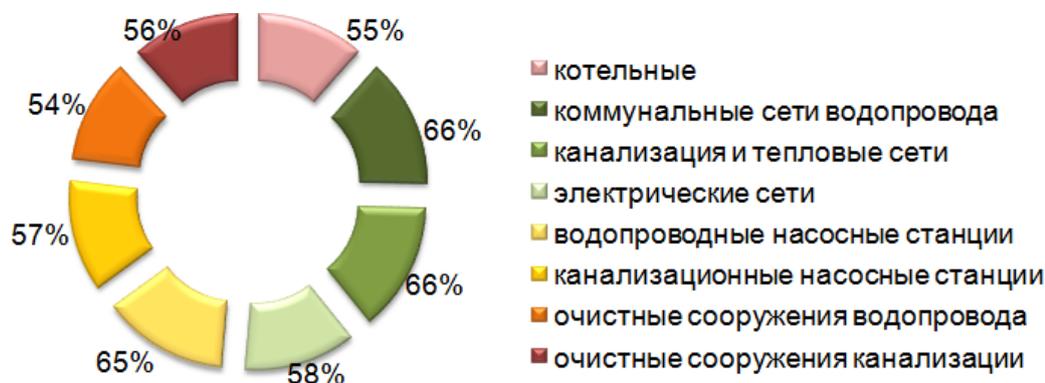


Рисунок 1.11. Физический износ объектов жилищно-коммунального хозяйства г. Архангельска, %

По состоянию на 1 квартал 2013 г. износ инженерной инфраструктуры составляет до 80%, увеличиваясь на 2-3% каждый год, и около 30% основных фондов уже полностью отслужили свои нормативные сроки. Это повышает вероятность техногенных и экологических катастроф, что подтверждает высокая частота аварий в городе: в среднем 1,8 – 2,2 аварий и повреждений приходится на 1 км сети в год при допустимом значении 0,3. В этой ситуации потребители получают лишь 75% поставляемых ресурсов, оплачивая возни-

кающие потери воды (20%), электрической (15%) и тепловой энергии (40%). Наиболее сложным сферой коммунального хозяйства города остается водопроводно-канализационная системы, особенно проблемными являются островные территории и периферийные округа города.

Учитывая такое состояние жилищного фонда и жилищно-коммунального хозяйства, одной из главных задач органов местного самоуправления становится привлечение средств на капитальный ремонт многоквартирных домов и расселение из ветхого жилья. Основная часть вопросов касается технического состояния и эксплуатации муниципального жилья (рис. 1.12). Наибольшая неудовлетворенность жителей связана с протечками и необходимостью ремонта крыши и кровли, а также с заменой инженерного оборудования.



Рисунок 1.12. Основные проблемы технического состояния

Согласно данным Архангельскстата [161] (рис.1.13) в 2012 г. 36% от общей суммы затрат было направлено на ремонт кровель и крыш, 30% – на ремонт инженерного оборудования, 9,5% – на ремонт фасадов, 5,3% – на замену строительных конструкций, 3% – на ремонт лифтового оборудования. При этом стоимость ремонта 1 кв. м. капитально отремонтированного жилья в 2012 г. составила 1 724 руб., что на 2% выше показателя 2011 г. (1 401 руб.), и на 64% – показателя 2005 г. (рис. 1.13).

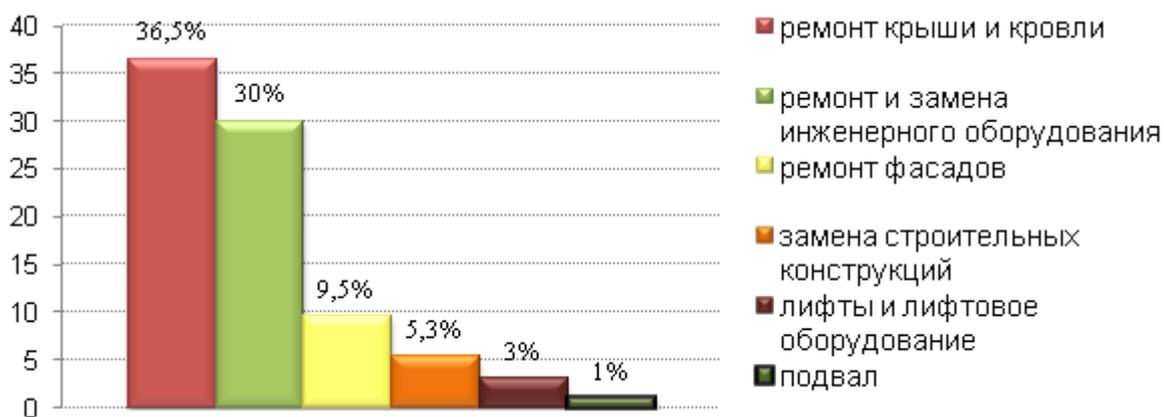


Рисунок 1.12. Структура удельного веса в стоимости ремонтно-восстановительных работ за 2012 г.

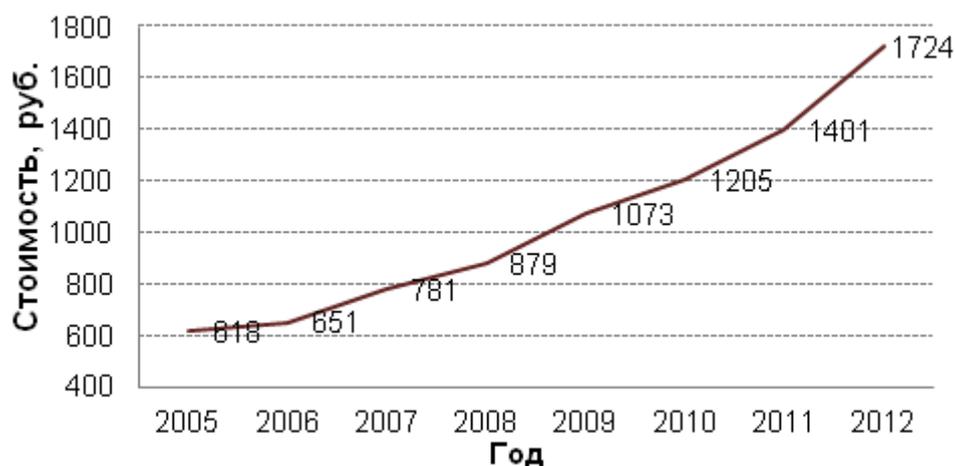


Рисунок 1.13. Динамика стоимости капитального ремонта 1 кв.м

Согласно информации Архангельскстата [161] в 1 квартале 2013 г. ввод жилья в городе вырос в 1,9 раза и превысил 37 тыс.кв.м., объем работ по виду «строительство» – в 1,6 раза, составив 3,5 млрд.руб., а количество незавершенных строительством объектов – 231 дом, уменьшившись на 29,8%.

Средняя себестоимость работ увеличилась на 12,7% и составила 41 410 руб./кв.м., что вызвано ростом цен на строительные материалы и ресурсными ограничениями строительного комплекса: в Архангельской области отсутствуют мощные производства, а действующие отраслевые предприятия характеризуются изношенностью, низкой конкурентоспособностью, отсутствием современных технологий и дефицитом квалифицированных кадров.

Важно отметить расслоение населения по уровню доходов, которое ограничивает возможности граждан улучшать свои жилищные условия. Стоимость жилья в г. Архангельске продолжает расти в зависимости от местопо-

ложения, включая престижность района, транспортную доступность и т.д., и серии дома, достигая отметки в 62 800 руб. за кв.м. В рамках исследования, г. Архангельск условно разделен на 4 ценовые зоны в соответствии с рисунком 1.14.



Рисунок 1.14. Ценовые зоны рынка жилья в городе с учетом местоположения по состоянию на ноябрь 2013 г.

В 1 квартале 2013 г. был отмечен рост заработной платы на +9,0% и падение уровня безработицы на 18,1%. Однако темпы роста доходов населения (+4,8%) остаются значительно ниже роста цен на жилье, что делает приобретение жилья недоступным для большинства граждан, а также снижает их возможности по обеспечению нормального функционирования жилищного хозяйства.

Оценивая конкурентную среду на рынке управляющих компаний, следует отметить, что по данным официального интернет-портала мэрии г. Архангельска, на сегодняшний день в городе действуют 82 управляющие организации, которые обслуживают 3 587 жилых домов или 5,4 млн.кв.м жилья. 1 031 дом или 1,4 млн.кв.м. находятся в управлении 363 ТСЖ. При этом состояние жилищного фонда и качество ЖКУ в городе не отвечают условиям комфортного проживания. Согласно исследованиям, проведенным среди жителей исследуемого комплекса и представленным на рисунке 1.15а, большинство опрошенных (48,6%) удовлетворительно оценивают деятельность компании, 32,3% респондентов недовольны результатами управления многоквартирным домом.



Рисунок 1.15. Результаты опроса: а) Как вы оцениваете деятельность вашей управляющей компании?; б) Основные проблемы в сфере управления многоквартирным жилым домом

Систематизация обращений и результаты опроса жителей по тематическим направлениям позволила выявить основные проблемы в ЖКХ, согласно рисунку 1.15б, среди которых выделяют высокие коммунальные платежи, низкое качество услуг по содержанию, а также ненадлежащее содержание придомовой территории.

Наиболее острой проблемой горожане считают высокую стоимость коммунальных услуг – 81,4% в общей структуре платежей, где 58% прихо-

дится на отопление и горячее водоснабжение (рис. 1.16а). По состоянию на 1 квартал 2013 г., согласно данным Архангельскстата [161] (рис. 1.16б), среднемесячная стоимость услуг на 1 человека составила 2 010,53 руб., включая оплату потребителями потерь воды, электро- и теплоэнергии вследствие значительного износа основных фондов.

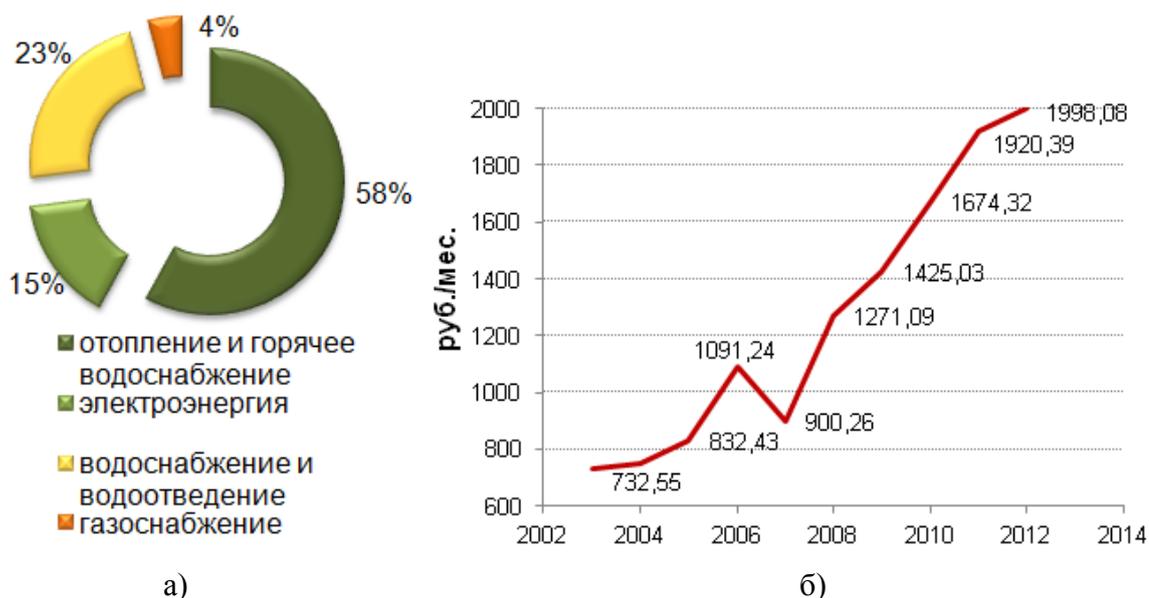


Рисунок 1.16. а) Структура коммунальных платежей в г. Архангельске; б) Динамика изменения стоимости ЖКУ в расчете на 1 человека

Наиболее важные проблемы содержания дома и благоустройства придомовой территории по результатам опроса представлены на рисунке 1.17



Рисунок 1.17. Результаты опроса: а) Удовлетворенность жителей содержанием общего имущества; б) Удовлетворенность жителей состоянием придомовой территории

Порядок платы за содержание и ремонт жилищного фонда регламентируется Жилищным кодексом РФ, согласно которому капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме проводится за счет собственника

жилищного фонда. Введенные 25.12.2012 г. дополнения в ЖК РФ нормируют организацию проведения капитального ремонта общего имущества в МКД, ограничивая перечень услуг и работ, сформированный исходя из минимального размера взноса на капитальный ремонт, установленного нормативным правовым актом субъекта РФ. В результате первоочередной задачей органов государственной власти субъектов РФ становится разработка нормативов, которые должны устанавливать минимальный размер взноса на капитальный ремонт общего имущества в МКД и порядок проведения мониторинга технического состояния МКД, а также утвердить порядок и условия предоставления государственной поддержки на проведение капитального ремонта общего имущества МКД.

Принятый Федеральный закон № 271-ФЗ [47] закрепил использование трех возможных источников при создании системы финансирования капитального ремонта МКД:

- средств собственников помещений в многоквартирном доме, сформированных за счет обязательных платежей на капитальный ремонт;
- заемных средств в форме кредитов банков и иных кредитных организаций;
- средств государственной поддержки, как общекапитального (программы проведения капитального ремонта), так и социального характера.

Положения федерального закона № 271-ФЗ существенно повысили роль собственников в процессе содержания и ремонта жилых домов. Закон закрепил за собственниками обязанность уплачивать ежемесячные платежи, минимальный размер которых должен быть установлен нормативным правовым актом Правительства Архангельской области на основе методических рекомендаций Министерства регионального развития РФ в зависимости от этажности, износа дома и степени его благоустройства.

При этом ЖК РФ [47] устанавливает возможность самостоятельного выбора собственниками способа накопления средств на капитальный ремонт:

- формирование фонда на счете регионального оператора по финансированию капитального ремонта общего имущества;
- формирование фонда капитального ремонта на специальном счете конкретного многоквартирного дома.

Анализ и сравнительная характеристика вариантов аккумулирования денежных средств на капитальный ремонт представлены в Приложении А.

Повышение качества жилищного фонда возможно только путем проведения активной государственной жилищной политики. Приоритетным направлением является национальный проект «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», в рамках которого действуют ФЦП «Жилище», «Обеспечение жильем молодых семей г. Архангельска на 2012 – 2015 гг.» и ряд других программ, реализуемых с помощью ОАО "АРОИЖК", Фонда содействия развитию жилищного строительства, Фонда содействия реформированию ЖКХ и других государственных и иных институтов. Решением Фонда содействия реформированию ЖКХ регионам увеличено финансирование на проведение капитального ремонта многоквартирных домов на 2013–2015 гг. Объем федеральной финансовой поддержки, выделяемой области в 2013 г., составляет почти 72,5 млн. руб., а средства регионального бюджета – еще 50 млн. руб. Планируется, что минимальная доля финансирования за счет местного бюджета составит не менее 25% от общей стоимости ремонта.

Изучение основ ценообразования и тарифной политики, расчетов себестоимости услуг позволит оптимизировать расходы на содержание и ремонт жилищного фонда, положительно отразившись как на размере оплаты, так и на качестве жилья.

1.2. Анализ способов, принципов и моделей технической эксплуатации и методов экономико-математического моделирования при планировании ремонта жилых зданий

Техническая эксплуатация зданий – это комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение нормального функционирования элементов зданий и сооружений, а также прилегающей городской территории.

Основной задачей технической эксплуатации зданий и городских территорий является обеспечение комфортного и безопасного использования их помещений и территорий для определенных целей в течение всего нормативного срока службы.

Согласно п. 18 «Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда», утвержденных Госстроем РФ от 27 сентября 2003 г. N 170, техническая эксплуатация жилищного фонда включает в себя:

- управление жилищным фондом:
 - а) организацию эксплуатации;
 - б) взаимоотношения со смежными организациями и поставщиками;
 - в) все виды работы с нанимателями и арендаторами
- техническое обслуживание и ремонт строительных конструкций и инженерных систем зданий:
 - а) техническое обслуживание (содержание), включая диспетчерское и аварийное;
 - б) осмотры;
 - в) подготовка к сезонной эксплуатации;
 - г) текущий ремонт;
 - д) капитальный ремонт
- санитарное содержание:
 - а) уборка мест общего пользования;
 - б) уборка мест придомовой территории;
 - в) уход за зелеными насаждениями

Содержательную структуру технической эксплуатации можно представить в виде таблицы 4 [125].

Таблица 1.3 - Структура эксплуатации недвижимости

Эксплуатация недвижимости				
Техническая эксплуатация недвижимости				Обеспечение коммунальными ресурсами
Техническое обслуживание и ремонт			Санитарное содержание и содержание территории	
Осмотры и техническое обслуживание	Текущий ремонт	Капитальный ремонт		

Основная доля ресурсов технической эксплуатации недвижимости приходится на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР). Именно эффективность ТОиР недвижимости будет в значительной степени определять эффективность эксплуатации в целом.

Развитие терминологической базы в области технической эксплуатации недвижимости происходило на протяжении всего периода времени исследований.

Определение термина «техническое обслуживание», представленное в [12, 23, 28, 68 и др.], достаточно однозначно сформулировано в Правилах и нормах технической эксплуатации жилищного фонда [61], переизданных Госстроем в 2003 г.: «Техническое обслуживание здания включает комплекс работ по поддержанию в исправном состоянии элементов и внутренних систем, заданных параметров и режимов работы его конструкций, оборудования и технических устройств».

Формулировки понятий капитальный и текущий ремонт содержатся в еще большем перечне нормативно-правовых документов [23, 35, 36, 62 - 65, 70, 120, 127 и др.]. Например, формулировки, приведенные согласно [120]:

Текущий ремонт здания – комплекс строительных и организационно-технических мероприятий с целью устранения неисправностей (восстановления работоспособности) элементов здания и поддержания нормального уровня эксплуатационных показателей.

Капитальный ремонт здания – комплекс строительных и организационно-технических мероприятий по устранению физического и морального износа, не предусматривающих изменение основных технико-экономических показателей здания и сооружения, включающих, в случае необходимости, замену отдельных конструктивных элементов и систем инженерного оборудования.

Наиболее полное определение и классификация ремонтов, а также номенклатура работ приведена в [70].

К основным документам в области нормирования текущего и капитального ремонтов недвижимости можно отнести [23-25, 49, 60, 61, 69,70, 93, 94,120,127 и др.].

Управление эксплуатацией недвижимости осуществляется на основе определенных принципов, на базе которых разработаны методы, технологии и модели технической эксплуатации. Вопросам планирования и организации технической эксплуатации зданий посвящено множество исследований [1, 2, 11 - 12, 17,40, 45, 56, 71 – 73, 75,76, 81, 90, 104, 108, 123, 125, 139 и др.]

Общая структура методологии технической эксплуатации представлена на схеме (рис. 1.18) [125].

Корректирующий принцип определяет, что любые действия по технической эксплуатации осуществляются только для ликвидации последствий отказов в работе элементов путем корректировки их состояния, в том числе замены.

Временной принцип определяет, что любые действия по технической эксплуатации осуществляются только на основании временных критериев работы элементов (предустановленных периодов эксплуатации, выработки определенного количества машино-часов и т.д.).

Функциональный принцип определяет, что любые действия по технической эксплуатации осуществляются только на основании фактического состояния элементов и прогнозирования момента их отказов или уменьшение работоспособности ниже установленных стандартов.



Рисунок 1.18. Структура методологии технической эксплуатации

На основе принципов разработаны соответственно три основных метода технической эксплуатации:

- ответная (реактивная) эксплуатация (корректирующий принцип);
- профилактическая эксплуатация (временной принцип);
- предупредительная эксплуатация (функциональный принцип).

К основным технологиям, применяемым в современной практике эксплуатации, относятся:

- регламентная эксплуатация;
- планово-профилактическая эксплуатация;
- эксплуатация по приоритетам.

Основные преимущества и недостатки методов эксплуатации представлены в таблицах 1.4–1.6 [125].

Таблица 1.4 – Преимущества и недостатки ответной эксплуатации

Преимущества	Недостатки
Низкие начальные издержки Требует небольшого численного штата работников средней и низкой квалификации	Увеличивает издержки в результате незапланированных простоев средств производства Увеличивает стоимость рабочей силы, особенно в случаях сверхурочной работы по непредвиденным ремонтам или заменам Может увеличивать величину издержек, ассоциируемых с ремонтом или заменой компонентов Является неэффективным способом использования персонала

Таблица 1.5 – Преимущества и недостатки профилактической эксплуатации

Преимущества	Недостатки
Эффективна в затратном плане для многих материалоемких процессов дорогого оборудования Обеспечивает возможность корректировок периодичности действий по эксплуатации Увеличивает срок жизни оборудования Уменьшает отказы элементов	Не исключает серьезных отказов Требует более интенсивных трудозатрат Включает применение не необходимых действий по эксплуатации, которые имеют потенциальный результат в снижении сопутствующего повреждения оборудования

Таблица 1.6 – Преимущества и недостатки предупредительной эксплуатации

Преимущества	Недостатки
Обеспечивает увеличенный срок жизни и полезность компонентов Предполагает преимущественно корректирующие действия Более низкие расходы трудозатрат и запчастей Обеспечивает лучшее качество продукции Улучшает безопасность рабочих и окружающей среды Увеличивает энергосбережение Может быть в наибольшей степени эффективной программой эксплуатации Снижение издержек за счет устранения не необходимого сплошного тщательного исследования оборудования и компонентов Минимизация частоты тщательного исследования Снижение вероятности неожиданных отказов Фокусирует эксплуатацию на критичных компонентах системы Увеличивает надежность элементов Включает анализ основных причин	Увеличивает инвестиции в диагностическое оборудование Увеличивает инвестиции в подготовку персонала Может иметь существенные начальные издержки, связанные с подготовкой персонала и потребностями объектов эксплуатации

Традиционный подход к эксплуатации зданий и сооружений основывался на проведении комплекса плановых мероприятий профилактической направленности – планово-профилактическая техническая эксплуатация недвижимости (ППТЭ). Согласно технологии ППТЭ мероприятия по технической эксплуатации должны выполняться с установленной нормативной периодичностью на протяжении всего срока службы объекта. При этом номенклатура работ регламентируется в нормативных документах рекомендательно, а объемы работ оцениваются по результатам осмотров и оценки техниче-

ского состояния. Данный метод являлся доминирующим на протяжении более чем 100 лет.

Как отмечено выше, одним из основных недостатков профилактического метода эксплуатации является его ресурсоемкость, что приводит к неспособности выживания в условиях рынка. С другой стороны, нормы финансирования ремонтно-строительных работ недостаточны для осуществления полного комплекса профилактических мероприятий. Таким образом, планирование традиционной планово-профилактической эксплуатации связано с решением заложенного в нормативных требованиях противоречия между необходимостью обеспечить поддержание требуемых эксплуатационных качеств элементов и нормативными объемами финансового и материального обеспечения. Без полномасштабного нормативного финансового и материального обеспечения, планирование эксплуатации на основе планово-профилактической технологии становится бесцельным с точки зрения результативности освоения ограниченных ресурсов.

В настоящее время идет поиск новых подходов и технологий в области планирования эксплуатации объектов недвижимости. Ремонтные работы становятся объектом управления, что позволяет выполнять оптимизацию строго учитываемых эксплуатационных затрат в соответствии с основными целями организации.

Практические исследования [142] показывают, что применение предупредительных методов эксплуатации обеспечивает экономию 8-12% ресурсов по сравнению с профилактической эксплуатацией. При замене использования ответных методов эксплуатации на профилактические может быть достигнута экономия до 30-40%.

В то же время практика внедрения предупредительного метода технической эксплуатации показывает, что он не является единственным жизнеспособным. Опросы компаний [142], использующих данный подход, показывают следующую структуру программ эксплуатации:

– меньше 10% – ответная;

- 25-35% – профилактическая;
- 45-55% – предупредительная, в том числе ориентирована на надежность.

Наиболее эффективным подходом к планированию технической эксплуатации является разработка комплексных программ, которые включают в себя в оптимальной пропорции все перечисленные методы эксплуатации. Предпочтение отдается плано-предупредительной технологии эксплуатации, обуславливая переход от программ эксплуатации зданий к программам эксплуатации отдельных конструктивных элементов и элементов оборудования. Процедура выбора оптимальной технологической структуры программы поэлементной эксплуатации иллюстрируется схемой, представленной на рисунке 1.19 [125].

Для эффективной реализации комплексной программы технического обслуживания, прежде всего путем проведения капитальных и текущих ремонтов, необходимо спланировать капитальные вложения с учетом эффективного использования ограниченных материально-финансовых ресурсов. Научным методом выработки количественно обоснованных рекомендаций по принятию решений является применение методов нахождения оптимальных решений на основе экономико-математического моделирования, статистического моделирования.

Современные методы экономико-математического моделирования широко применяются в решении следующих организационно-управленческих задач в строительстве [8, 13, 19, 76, 75, 83, 126, 140, 141, 151]:

- задачи распределения, когда требуется выбрать наиболее эффективное распределение ресурсов и работ;

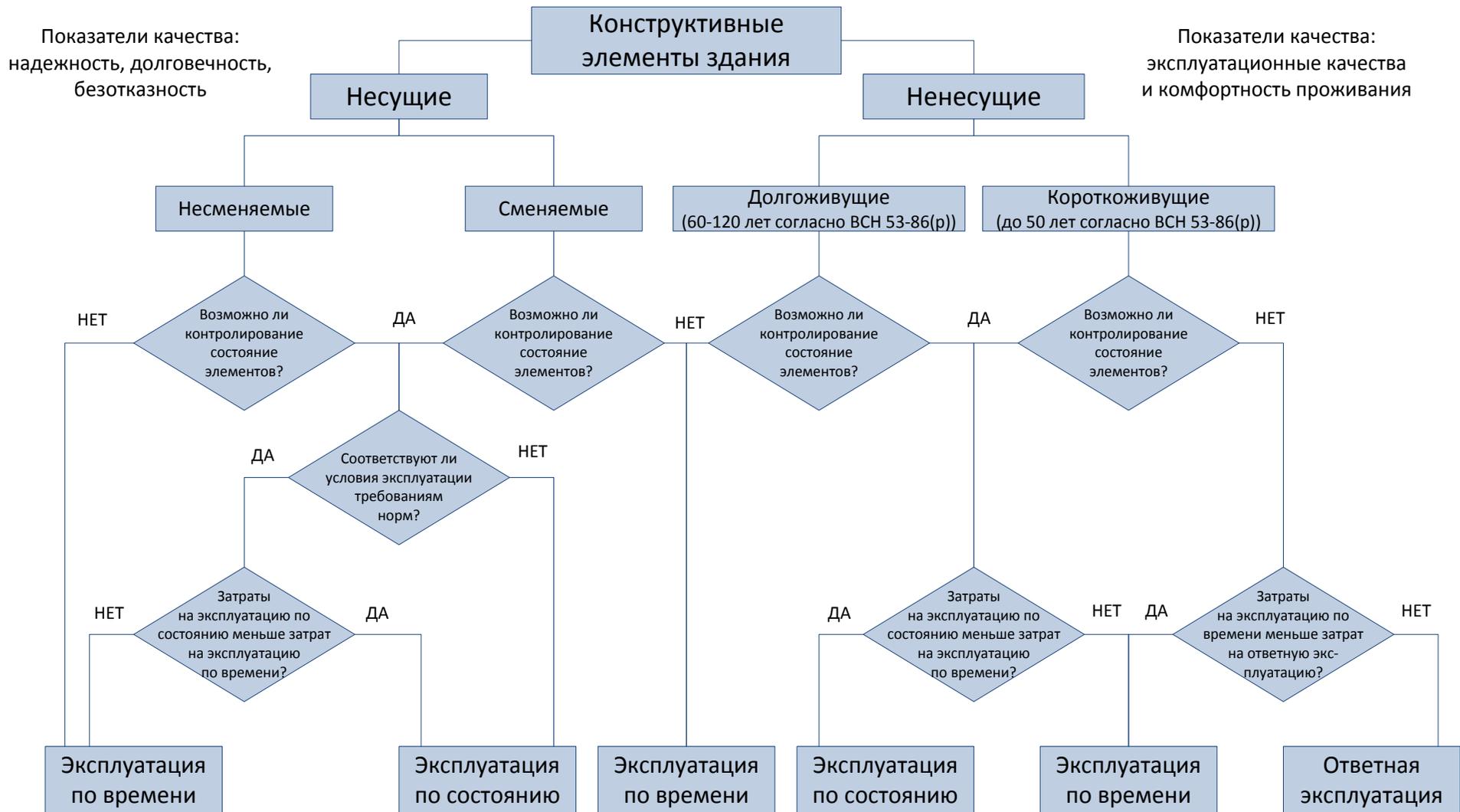


Рисунок 1.19. Технологическая структура поэлементной эксплуатации

- задачи замены, которые связаны с прогнозированием замены оборудования при его устаревании;
- задачи поиска информации, такие задачи определяют оптимальные источники информации, минимизируют сроки поиска информации, устраняют ошибочную информацию;
- задачи массового обслуживания или задачи очередей, которые отвечают на вопрос, какой должна быть обслуживающая система, чтобы экономические потери от простоя заявок на обслуживание были минимальными;
- задачи управления запасами (создание и хранение), такие задачи планируют поступление материалов для того, чтобы не задерживалось производство и запас материалов не превышал возможный объем хранения;
- задачи теории расписаний, эти задачи связаны с построением оптимальных календарных планов, с разработкой математических методов получения решений.

Экономико-математические модели программирования при решении организационно-технологических задач в строительстве представлены в Приложении Б.

1.3. Основные понятия обеспечения безопасности эксплуатации жилых зданий

Современное здание представляет собой сложную систему, состоящую из множества конструктивных элементов. При этом к любому строительному объекту предъявляется ряд требований, которые выражаются через совокупность показателей качества [37, 38, 48, 71, 89, 104, 107, 122, 123, 121, 125, 139 и др.]. Таким образом, его качество зависит от свойств этих элементов, соответствия их параметров нормативным или расчетным показателям, обеспечивающих безотказную работу, и их способности выполнять заданные функции на протяжении установленного срока службы.

Качество конструктивных элементов, обеспечивающих безопасность эксплуатации здания, является комплексным свойством конструкций объекта

(здания или сооружения) противостоять его переходу в аварийное состояние [10, 27, 31, 32]. Безопасность здания зависит от проектных решений и их реализации при строительстве объектов, от остаточного ресурса и технического состояния объекта, от степени изменения объекта и окружающей среды, от нормативов по эксплуатации и качества их соблюдения в течение срока службы объекта и пр.

Обеспечение безопасности эксплуатации зданий и сооружений является одной из актуальных проблем хозяйствующих субъектов на всех этапах функционирования объекта, включая проектирование, строительство и эксплуатацию. Исследования показывают [104], что около 57% значительных повреждений зданий и сооружений происходит из-за нарушения норм выполнения строительных работ, 21% повреждений объясняется дефектами проектной документации, и 22% – недостатками эксплуатации.

Обеспечение безопасности эксплуатации объектов капитального строительства является не только технической, но и экономической задачей, поскольку этап эксплуатации является наиболее длительным периодом функционирования объекта и по совокупности затрат на воспроизводственные мероприятия сопоставим с затратами на новое строительство и часто превышает их. Эффективная система эксплуатации приводит к значительному экономическому эффекту за счет увеличения сроков эксплуатации зданий и сооружений и снижению стоимости ремонтов в процессе эксплуатации.

Качество строительного объекта с течением времени снижается относительно уровня, заложенного при проектировании. Таким образом, безопасная эксплуатация здания предполагает постоянное обследование его технического состояния, т.е. проведения комплекса мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимости восстановления, усиления, ремонта [27, 31]. Объем восстановительных мероприятий и затраты на их проведение зависят от текущего состояния здания и

его конструктивных элементов, определенных на основании технического обследования. Планирование затрат на восстановление осуществляется посредством прогнозирования динамики изменения технического состояния здания в течение его срока службы.

Согласно ГОСТ Р 54257-2010 срок службы определяется как продолжительность нормальной эксплуатации строительного объекта до состояния, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна. Долговечность – это способность строительного объекта сохранять физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы при надлежащем техническом обслуживании [32].

В СНиП срок службы зданий, отдельных его элементов и конструкций не регламентируется. Вместе с тем, именно показатель долговечности является основным, как при проектировании, так и при эксплуатации зданий и их отдельных конструктивных элементов. Таким образом, принципиальное значение приобретает проблема определения норм долговечности строительных объектов, которой занимались и продолжают заниматься многие ученые [5, 19, 26, 51, 53, 57, 91, 106, 104, 107, 130, 136 и др.] (табл. 1.7).

Таблица 1.7 – Сроки службы зданий, установленные организациями и исследователями за период 1927–1965 гг.[106]

Организация и исследователи	Год появления норм или внесения предложения	Срок службы здания в зависимости от класса капитальности, лет		
		I	II	III
Инструкция НКВД СССР № 35 от 29 января 1927 г.	1927	200	150	100
Инструкция НКВД СССР № 228 от 27 апреля 1930 г.	1930	200-150	150-120	120-100
Азово-Черноморский краевой научно-исследовательский институт коммунального хозяйства	1935	—	150	100
Предложение С. К. Балашова	1939	150	120	100
Инструкция НКПС № 138/ц от 20 июня 1939 г.	1939	—	100	—
Инструкция НККХ РСФСР от 17 февраля 1939 г.	1939	200-150	150-120	120-100
Справочник для оценки строений и сооружений в городах и поселках городского типа — НККХ Украинской ССР	1941	175-125	125-100	100
Предложение В. В. Анисимова и В. Е. Николайцева	1946	150	120	100
Инструкция МПС 1950 г.	1950	150	120	100

Организация и исследователи	Год появления норм или внесения предложения	Срок службы здания в зависимости от класса капитальности, лет		
		I	II	III
Предложение:				
В. Ф. Штыряева	1953	175	125	100
В. Г. Петропавловского	1954	200-150	150-200	120-100
Данные Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова	1963	150	120	100
Предложение:				
Б. М. Колотилкина	1964	100	100	100
В. Г. Петропавловского	1965	150	120	100
В. К. Соколова	1968	150	120	100
Положение о планово-предупредительном ремонте жилых и общественных зданий	1965	150	125	100

Одним из первых документов, определявшим нормативные усредненные сроки службы жилых зданий, их отдельных конструктивных элементов и инженерного оборудования, являлось «Положение о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий», утверждённое Госстроем СССР в 1964 г. [106]. Данное положение стало исходной базой для проведения технико-экономических расчетов, уточнения норм амортизации и других аналогичных работ. Вместе с тем следует указать, что разработанный документ не мог дифференцировано и достаточно точно подойти к срокам службы крупнопанельных зданий, так как в рассматриваемый период 60-х годов массовое строительство панельных зданий первого поколения только начиналось. Данные нормативы без особых изменений легли в основу составления нормативных документов, изданных за период 1995–2002 г. [23, 60, 82 и др.] Уточнению подверглись лишь некоторые нормативы сроков службы отдельных конструктивных элементов.

В настоящее время в России принята классификация долговечности зданий по капитальности. Применительно к жилым зданиям нормативные сроки службы соответствуют группам капитальности I–VI:

Группа зданий по капитальности	I	II	III	IV	V	VI
Нормативный срок службы здания, лет	150	125	100	50	30	15

Примерные сроки службы зданий и сооружений согласно ГОСТ Р 54257-2010 [32] приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Примерные сроки службы зданий и сооружений

Наименование объектов	Примерный срок службы
Временные здания и сооружения (бытовки строительных рабочих и вахтового персонала, временные склады, летние павильоны и т.п.)	10 лет
Сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред (сосуды и резервуары, трубопроводы предприятий нефтеперерабатывающей, газовой и химической промышленности, сооружения в условиях морской среды и т.п.)	Не менее 25 лет
Здания и сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации (здания жилищно-гражданского и производственного строительства)	Не менее 50 лет
Уникальные здания и сооружения (здания основных музеев, хранилищ национальных и культурных ценностей, произведения монументального искусства, стадионы, театры, здания высотой более 75 м, большепролетные сооружения и т.п.)	100 лет и более

В работах многих авторов отмечается, что на практике фактические сроки службы зданий не соответствуют их нормативным значениям [5, 40, 46, 104, 139]. Подтверждением этому служат примеры удовлетворительно сохранившихся зданий, находящихся в эксплуатации более 150 лет и даже 300-400 лет. Кроме того, в зависимости от капитальности зданий установлены нормативные сроки службы конструкций: срок службы фундаментов, стен и перекрытий жилых зданий первой группы капитальности составляет 150 лет; срок службы фундаментов и стен домов со второй группой капитальности – 120 лет, перекрытий – 100 лет; для третьей группы: фундаменты и стены – 100 лет, перекрытия – 50 лет. Таким образом, согласно нормативам, срок службы элементов, имеющих одно и то же конструктивное решение, в жилых зданиях различной капитальности различается, что не может быть достоверным [5]. При этом современные материалы и конструкции имеют более длительные сроки службы, чем те материалы и конструкции, которые описаны в существующих нормативных документах.

Существующие нормативно-методические документы для определения нормативов долговечности зданий не всегда отвечают действительности и должны быть уточнены. Однако ввиду значительного срока службы большинства конструктивных элементов зданий осуществить контроль состояния

и установить их предельный срок службы является затруднительным. Поэтому при проектировании и планировании эксплуатации целесообразно перейти к срокам службы до ремонта (межремонтным срокам службы), что соответствует понятию срока службы, включенному в перечень показателей долговечности, установленных ГОСТ Р 53480-2009 «Надежность в технике. Термины и определения» [30].

Момент окончания срока службы конструктивного элемента и здания в целом является наступление предельного состояния или отказ. На рисунке 1.20 [121] представлена кривая интенсивности отказов элемента на протяжении срока его эксплуатации. Начальный период работы конструктивного элемента характеризуется повышенным уровнем отказов, которые в первую очередь возникают в результате дефектов строительных материалов, изделий и конструкций, а также нарушений технологий работ во время строительства. Данный период называется периодом приработки и имеет незначительную продолжительность гарантийного срока, в течении которого должны быть устранены строительными организациями. После этого интенсивность отказов резко снижается и стабилизируется на достаточно низком уровне, переходя в период нормальной эксплуатации. По мере приближения срока службы конструктивных элементов и зданий в целом к нормативному сроку проявляется действие постепенного нарастания износа, и интенсивность отказов возрастает до момента T_p , определяющего среднее значение долговечности элемента.

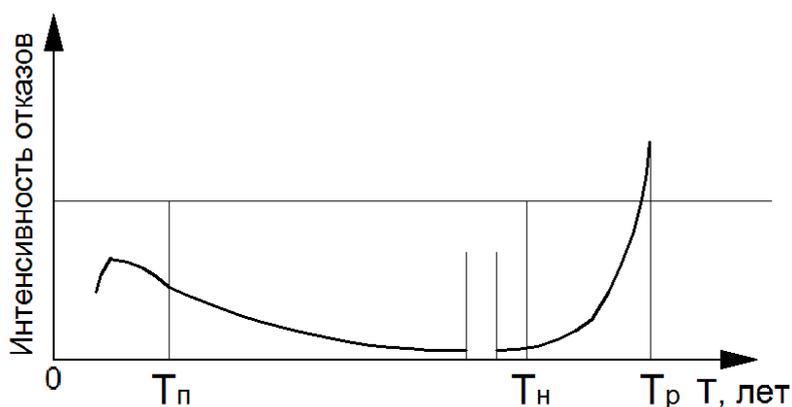


Рисунок 1.20. Кривая интенсивности отказов элемента на протяжении срока его эксплуатации

Отказы строительных конструктивных элементов могут быть условно разделены на внезапные и постепенные. Внезапные отказы характеризуются практически мгновенным выходом элемента из строя, и предсказать его по изменению величины параметров надежности во времени практически невозможно. Такой вид отказов является нетипичным для строительных конструкций. При нормальных условиях эксплуатации зданий имеет место постепенный отказ, который возникает в результате длительного выхода параметров надежности за пределы нормативных допусков. Поэтому прогнозирование постепенных отказов является одной из важнейших задач обеспечения безопасности эксплуатации зданий.

На рисунке 1.21 изображена схема увеличения износов зданий, представляющая собой совокупность работоспособных состояний зон технического обслуживания и технической эксплуатации и зоны предельных (аварийных) состояний [106]. Превышение верхней границы зоны технической эксплуатации ведет к невозможности дальнейшей эксплуатации и проведения любых видов ремонтов ввиду технической или экономической нецелесообразности их осуществления. Точно определить количественные и временные значения границ отказов для большинства конструктивных элементов и зданий в целом является достаточно сложной задачей.

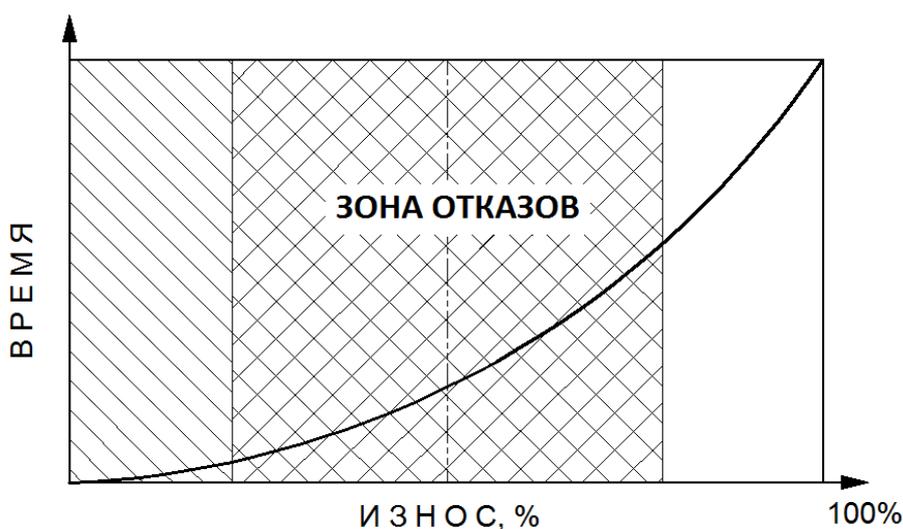


Рисунок 1.21. Схема увеличения износов зданий

Эксплуатационный износ зданий и их отдельных конструктивных эле-

ментов зависит от внутренних свойств (материалов) и внешних условий (нагрузки и воздействия), изменяющихся во времени. Характеристики этих факторов на момент окончания строительства здания определяют его начальную надежность, которая постепенно снижается в течение срока эксплуатации. За счет удорожания строительства (рис. 1.22) можно достичь высокого уровня начальной надежности, которая позволит сохранять уровень надежности на период расчетного срока службы здания выше минимально допустимого [106]. Такой подход к проектированию и строительству зданий называют начальным резервированием. Однако считается гораздо более целесообразным проектировать и возводить здания без начального резервирования, но с такой последовательностью ремонтов, которая поддерживала бы эксплуатационный износ на уровне ниже предельного состояния на всех этапах эксплуатации.

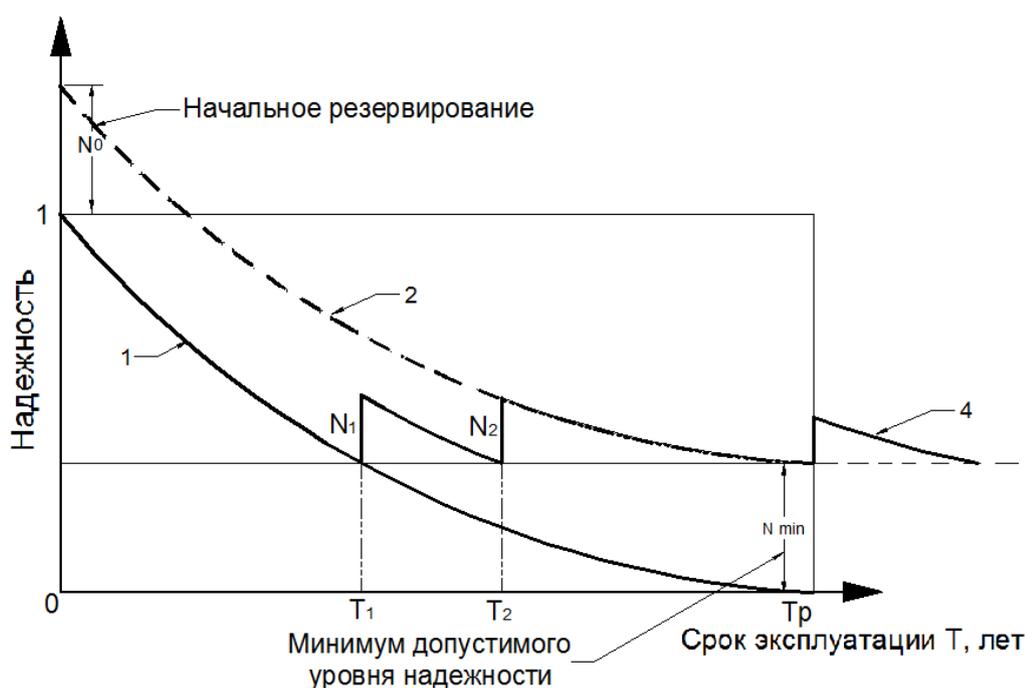


Рисунок 1.22. Изменение надежности конструкций зданий с течением времени и условия ее обеспечения

Необходимо отметить, что если для элементов радиоэлектроники, приборов точной механики, оптики и пр. разработана общая теория исследования и расчета надежности [104], то для анализа надежности строительных конструкций и здания в целом теории надежности в виде систематического

изложения целей и принципов расчета пока нет. Это объясняется целым рядом факторов.

Во-первых, срок службы строительных сооружений исчисляется многими годами. За этот промежуток времени физико-механические свойства материалов практически получают лишь незначительные изменения. Во-вторых, в отличие от радиотехнических и других систем в строительстве совсем иначе стоит вопрос о резервировании: сооружение по достижении физического и морального износа должно заменяться другим. В-третьих, положение о внезапных отказах имеет в строительстве весьма малое значение, так как внезапные аварии зданий и сооружений, хотя и не исключаются, но носят большей частью характер грубейших нарушений правил проектирования, сооружения и эксплуатации строительных объектов.

Современная теория надежности основывается на статистических подходах к изучению таких событий, как отказ и восстановление. Исследование надежности строится на вычислении вероятности события, заключающегося в том, что в течение некоторого интервала времени отказ здания не случится (называется вероятностью безотказной работы).

Сложность определения данного промежутка времени для здания заключается в том, что различные конструктивные элементы имеют различные показатели долговечности, на которые влияют как назначение конструктивного элемента, материалы и технологии производства строительных работ, так и особые условия эксплуатации отдельных конструкций, которые отказывают более интенсивно, что в свою очередь приводит к сокращению межремонтных сроков службы. Поэтому эксплуатационная надежность здания в целом зависит как от его капитальности, так и от удельного веса конструктивных элементов, имеющих различные сроки службы.

Вопросы надежности строительных конструкций при стационарных причинах отказов достаточно широко освещены в специальной литературе [20, 42, 44, 50, 54 – 55, 80, 96, 102 – 104, 128, 131, 134, 138, 140, 146, 153, 160]. Вместе с тем, определению надежности конструктивных элементов

зданий при нестационарных причинах отказов, уделялось недостаточное внимание. Определение долговечности при нестационарных причинах отказов и нормальных условиях эксплуатации представляется особенно важным, так как именно в таких условиях работает большая часть элементов здания.

Вероятность отказа конструкций при постепенном их износе является монотонно-возрастающей функцией во времени. Поэтому можно рассматривать количественную оценку износа элемента как статистическую характеристику его исправности. В этом случае на основании методов анализа и контроля надежности [137], можно установить закономерности увеличения темпов износа конструкций во времени.

Статистическая оценка физического износа (постепенных отказов) конструкций в процессе эксплуатации может быть произведена только на основании информационно базы о состоянии конструктивных элементов и здания в целом на протяжении его срока службы. Организация сбора информации о надежности конструктивных элементов и здания в целом представляет собой довольно сложную задачу, если учесть, что сроки эксплуатации зданий составляют десятки и даже сотни лет. Необходимы сведения не только об отдельных отказах конструкций, но и об износах их в зависимости от времени эксплуатации. Сбор такой информации следует выполнять на ограниченном числе объектов-представителей. При этом необходимо использовать два основных источника информации – эксплуатационную и ремонтную документацию.

Вопросам мониторинга, обследования и определения технического состояния зданий и отдельных конструкций посвящены работы многих авторов [1, 10, 14, 17, 37, 38, 42, 43, 45, 73,74, 78, 79, 101, 105, 109, 112 – 115, 118, 122, 123, 129, 135 и др.], разработаны многочисленные нормативные документы и рекомендации [21, 22, 27, 31, 67, 68, 89, 100 – 103, 120 и др.]

Основным методом определения физического износа существующих зданий является оценка их фактического состояния, основанная на результатах обследования технического состояния конструктивных элементов и

определении процента износа каждого элемента. Процент износа здания в целом определяют по следующей формуле [21]:

$$I_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{\phi_i} \cdot d_i}{100} \quad (1.1)$$

где I_{ϕ} – износ конструктивного элемента или оборудования, устанавливаемый на основании обследования их фактического состояния, %;

d_i – удельный вес стоимости конструктивного элемента или вида оборудования в общей восстановительной стоимости здания на момент обследования, %.

В настоящее время разработаны и широко применяются два метода определения физического износа зданий. Первый метод – обследование состояние жилищного фонда, включающее в себя органолептическую (выявление видимых дефектов элементов и конструкций) оценку состояния элементов и конструкций, камеральную обработку архивных материалов и инструментальные неразрушающие методы испытания конструктивных элементов зданий [104].

Вторым методом определения физического износа зданий является приблизительная оценка степени физического износа элементов, конструкций и зданий в целом по разным данным. На практике используют укрупненную шкалу для определения физического износа здания [67] или данные, позволяющие определить физический износ отдельных частей здания [101]. Однако приведенные данные не позволяют с достаточной точностью определить размер физического износа ни зданий в целом, ни их отдельных элементов, что исключает возможность с их помощью определять стоимостное выражение физического износа.

В настоящее время основным документом, определяющим правила обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений является ГОСТ Р 53778-2010 [31], а с 01.01.2014 года будет введен националь-

ный стандарт ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [27]. В документе приведена справочная классификация и причины возникновения дефектов и повреждений в некоторых конструкциях. Представленные в ГОСТ справочные сведения позволяют определить текущее техническое состояние конструктивных элементов и спланировать состав и объем работ по ремонту или реконструкции в краткосрочной перспективе. Однако в документе не отражено изменение состояния конструктивных элементов во времени, таким образом, осуществить стратегическое планирование состава и объема ремонтно-строительных работ не представляется возможным.

Наиболее часто применяемым документом, регламентирующим контроль технического состояния жилищного фонда, является ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий» [21], введенный в действие в 1987 г. В рамках данного документа разработаны таблицы физического износа конструкций и элементов жилых зданий, описывающие признаки износа, их количественную оценку и процент физического износа, соответствующий данным признакам, а также примерный состав работ по восстановлению элемента в соответствии с его техническим состоянием. В документе приведены графики изменения физического износа в зависимости от времени эксплуатации различных конструкций.

На рисунке 1.23 [106] представлен пример графика физического износа конструктивного элемента от срока службы. Следует учитывать, что большая часть конструкций, эксплуатируемых в нормальных условиях, не полностью исчерпывает ресурс долговечности. Основные конструктивные элементы зданий и сооружений эксплуатируются в основном до неудовлетворительного состояния, определяемого диапазоном физического износа от 40 до 60%, после чего подвергаются ремонту или демонтируются.

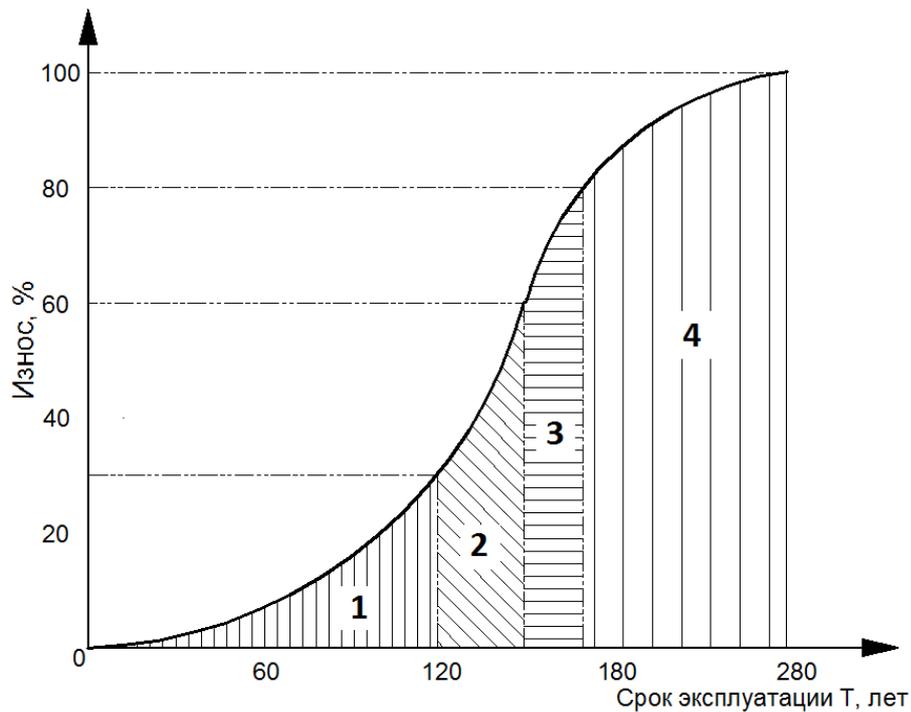


Рисунок 1.23. График зависимости износа конструкции от срока службы: 1 – состояние конструкции удовлетворительное; 2 – то же, неудовлетворительное; 3 – то же, ветхое; 4 – то же, аварийное.

Согласно ВСН 53-86(р) физический износ на момент его оценки выражается соотношением стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения конструкции, элемента, системы или здания в целом, и их восстановительной стоимости. Данный подход приближает нас к определению стоимостных показателей ремонтно-строительных работ при восстановлении элементов, конструкций и систем здания. Однако, как показывает практика и многочисленные исследования [104, 125, 139], примерная стоимость ремонта в процентах от восстановительной стоимости может значительно отличаться от заданных величин износа. Эта величина зависит как от вида проводимых работ (текущий или капитальный ремонт), так и от величины физического износа конструкции на момент проведения ремонта. Проведение текущего ремонта имеет своей целью поддержание конструкции, элемента или системы в работоспособном состоянии и предполагает лишь частичную их замену, поэтому определенная часть конструкций не подвергается проведению восстановительных работ. С другой стороны мероприятия капитального ремонта предполагают не только замену конструкции

или большей ее части, но и проведение подготовительных демонтажных работ. В результате суммарная стоимость капитального ремонта превышает восстановительную стоимость.

Прогнозирование величин износа необходимо для определения экономической целесообразности планирования и осуществления ремонтно-строительных работ в течение срока службы объекта. В настоящее время многочисленные исследования направлены на прогнозирование изменения технического состояния (остаточного ресурса) зданий и отдельных конструктивных элементов в течение их срока службы [45, 74, 77, 91, 119, 136]. В работах многих авторов [15,17, 18, 45, 74, 73, 78, 91, 97, 98, 104, 115, 123, 125, 144, 146, 153, 160] отмечается целесообразность определения срока службы исходя из оптимизации экономических затрат на эксплуатацию.

1.4. Постановка задач исследования

Повышение качества и обеспечение безопасности эксплуатации жилищного фонда осуществляется посредством эффективной технической эксплуатации и проведения ремонтно-строительных работ по восстановлению конструкций, элементов и систем здания в течение срока его службы. Введенные 25.12.2012 г. дополнения в ЖК РФ нормируют организацию проведения капитального ремонта общего имущества в МКД, ограничивая перечень услуг и работ, сформированный исходя из минимального размера взноса на капитальный ремонт, установленного нормативным правовым актом субъекта РФ. В результате первостепенной задачей органов государственной власти субъектов РФ становится разработка нормативов, которые должны устанавливать минимальный размер взноса на капитальный ремонт общего имущества в МКД и порядок проведения мониторинга технического состояния МКД, а также утвердить порядок и условия предоставления государственной поддержки на проведение капитального ремонта общего имущества МКД.

Применение технологий планово-профилактического ремонта для определения минимального размера взноса в фонд капитального ремонта,

основанных на нормативных документах, невозможно, поскольку данная технология является свехзатратной, а следовательно, размер взноса, определенный на основании данных норм, может значительно превышать объективно необходимые объемы финансирования. В результате чего величина квартплаты может вырасти в разы, вызывая с одной стороны, социальное недовольство, а с другой – необоснованное завышение стоимости услуг и работ, оказываемых управляющими и другими подрядными организациями. Кроме того, данная технология не учитывает текущее техническое состояние жилищного фонда, а также будущий период возможных накоплений на работы капитального характера: формирование фонда капитального ремонта для домов в хорошем техническом состоянии предполагает более длительный период накоплений. Жилищный фонд, находящийся в неудовлетворительном техническом состоянии, нуждается в немедленном проведении капитального ремонта, а, следовательно, величина взносов должна быть большей.

С другой стороны формирование индивидуального тарифа для каждого МКД является нецелесообразным, поскольку требует пообъектного обследования жилищного фонда и расчет программы эксплуатации для каждого дома в отдельности, что приведет к необоснованно завышенным затратам (финансовых, временных и трудовых ресурсов). В условиях же отсутствия информационной базы о техническом состоянии жилищного фонда субъекта РФ, разработка региональной программы капитального ремонта становится невозможной.

Для разработки оптимального календарного планирования ремонтно-строительных работ необходимо решение ряда конкретных задач:

- провести анализ передовых способов технической эксплуатации и методов экономико-математического моделирования, используемых в планировании ремонтов и повышении эксплуатационного качества жилых зданий;
- разработать алгоритмы системно-структурного подхода к организационно-технологическому проектированию и планированию комплексного процесса воспроизводства жилищного фонда;

- провести экспериментальный анализ мониторинга технического состояния и разработать методику кластеризации жилищного фонда на основе метода нейросетевого моделирования;
- спрогнозировать динамику развития износа конструктивных элементов и систем инженерного оборудования зданий в зависимости от сроков их службы, а также сметной стоимости ремонтно-строительных работ при их планировании;
- на основе динамического программирования разработать метод календарного планирования, учитывающий периодичность проведения ремонтов жилых зданий с учетом дифференцированной эксплуатации отдельных элементов здания.

Глава 2. Разработка алгоритма системно-структурного подхода к организационно-технологическому проектированию и планированию комплексного процесса воспроизводства жилищного фонда на основе методов нейронного моделирования

2.1. Исследование эффективности существующих методов планирования комплексного воспроизводства жилищного фонда

В последнее время законодательной властью РФ принимаются отдельные нормативно-правовые акты, направленные на активизацию деятельности в области воспроизводства жилищного фонда, но общая стратегия не разработана. Основным законодательным актом, введенным в действие за недавний период, является федеральный закон Российской Федерации от 25 декабря 2012 г. № 271-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации». Изменения направлены на обеспечение своевременного проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах за счет взносов собственников помещений, бюджетных средств и иных не запрещенных законом источников финансирования [47].

Вопросам комплексного воспроизводства, реконструкции и обновления жилищного фонда посвящены работы многих авторов [33, 34, 41, 52, 59, 73, 81, 104, 109, 110, 116, 117, 123, 135, 143, 145, 147, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159]. Однако в настоящий момент мероприятия по планированию воспроизводства жилищного фонда носят фрагментарный характер без системно-структурной взаимосвязи между собой. Основными проблемами планирования комплексного воспроизводства жилищного фонда являются:

- отсутствие нормативно-правовой базы и методического обеспечения проведения капитального ремонта общего имущества МКД;
- отсутствие информационной базы о количественном и качественном составе жилищного фонда субъекта РФ;

- отсутствие методики расчета взноса на формирование фонда капитального ремонта общего имущества каждого МКД;
- отсутствие методики включения МКД в программу предоставления государственной поддержки на проведение капитального ремонта с учетом критериев отбора;
- отсутствуют современные рекомендации по нормированию планирования сроков проведения и финансирования ремонтно-строительных работ текущего характера.

Таким образом, первым этапом планирования комплексного воспроизводства (рис. 2.1) должно стать формирование обобщенной информационной базы объектов жилищного фонда субъекта РФ [98]. Основой создания обобщенной базы является инвентаризация объектов и формирование полного перечня всех объектов жилищного фонда субъектов РФ на основе баз данных, предоставленных исполнительными органами муниципальных образований (МО) и сформированных на основе данных собственников жилищного фонда в лице управляющих компаний, ТСЖ, ЖСК и др.

Кроме указанных выше, в качестве источников информации могут быть использованы базы данных прочих организаций, занимающихся регистрацией, инвентаризацией объектов жилой недвижимости, таких, например, как бюро технической инвентаризации [9], Росреестр, базы данных строительномонтажных организаций и застройщиков. Далее производится мониторинг (обследование) жилищного фонда на территории каждого муниципального образования силами собственников и (или) их представителей. При этом организацию и контроль процесса мониторинга осуществляют исполнительные органы МО, формируют обобщенную базу по объектам расположенным на территории МО и передают ее в исполнительные органы субъекта РФ.

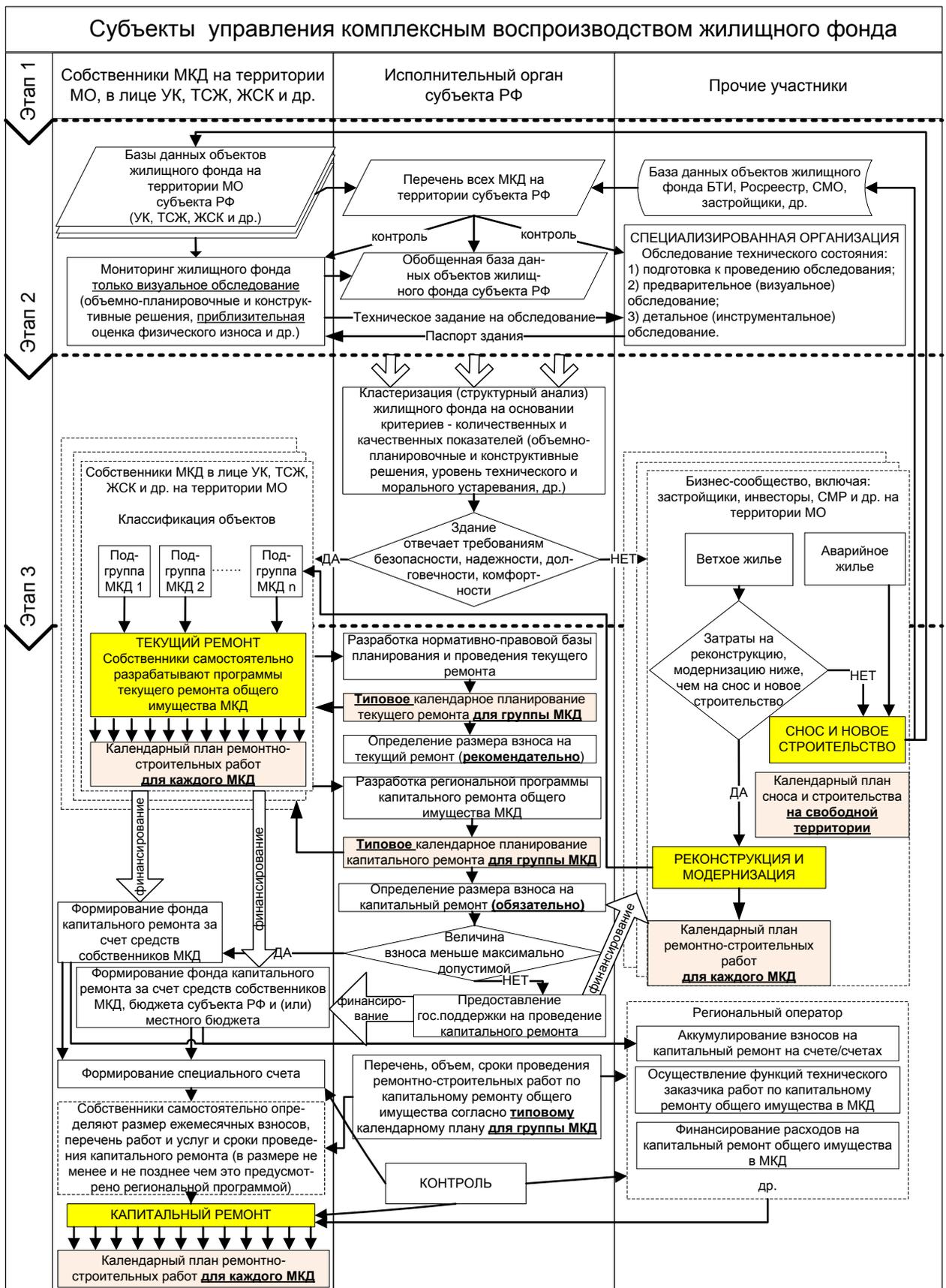


Рисунок 2.1. Алгоритм организационно-технологического управления комплексным воспроизводством жилищного фонда

Следует отметить, что этап мониторинга является базой для эффективного и качественного планирования воспроизводства жилищного фонда. Поэтому существует необходимость регламентации процесса проведения обследования жилищного фонда, разработки новых и совершенствования существующих методических рекомендаций о методах и сроках проведения мониторинга, формах представления информации и пр.

На втором этапе реализации программы комплексного воспроизводства жилищного фонда необходимо произвести его структурный анализ, результатом чего должна стать классификация объектов жилищного фонда, позволяющая принять решение о проведении того или иного вида воспроизводственных мероприятий и типового календарного планирования ремонтно-строительных работ для группы однородных объектов, руководствуясь признаками внутреннего сходства. Основными критериями отнесения объектов в ту или иную группу являются количественные и качественные показатели объектов, такие как объемно-планировочные и конструктивные решения, уровень физического и морального износа. В результате анализа можно выделить объекты, которые пригодны для дальнейшей эксплуатации и должны быть включены в региональную программу капитального ремонта, и объекты, которые не отвечают требованиям безопасности и комфортности проживания, относимые в группы ветхого и аварийного жилья. Эксплуатация таких МКД без проведения работ по реконструкции и модернизации невозможна, а для большинства объектов необходимо провести расселение жильцов таких МКД, снос зданий и новое строительство.

На третьем этапе результаты проведенного структурного анализа жилищного фонда позволяют спланировать необходимый объем, номенклатуру, сроки проведения и стоимость воспроизводственных мероприятий, которые зависят от показателей группы объектов жилой недвижимости. При этом в процессы воспроизводства ветхого и аварийного жилья (снос и новое строительство) должны быть активно включены представители бизнес-сообщества, включая инвесторов, застройщиков, строительно-монтажные ор-

ганизации и других при государственной финансовой поддержке мероприятия по расселению, реконструкции и модернизации. Жилищный фонд, пригодный для проживания, должен быть включен в региональную программу капитального ремонта с целью планирования, организации и проведения работ капитального характера на средства фонда капитального ремонта. Средства фонда формируются за счет взносов собственников МКД и субсидий, выделяемых из бюджета субъекта РФ и (или) местного бюджета. Следует отметить, что классификация объектов, отнесенных к жилищному фонду, пригодному для эксплуатации, позволяет планировать номенклатуру услуг и работ, сроки проведения и величину взносов на капитальный ремонт для групп однородных объектов, а не для каждого МКД в отдельности, что значительно сокращает временные и финансовые затраты на разработку региональной программы капитального ремонта. Кроме того, подобный анализ способствует выделению подгрупп объектов, которым необходимо государственное софинансирование капитального ремонта, и определению размеров финансовой помощи.

В третий этап также необходимо включить работы текущего ремонта, однако, как уже отмечалось, данному виду воспроизводственных мероприятий уделяется необоснованно мало внимания, как со стороны собственников, так и со стороны органов государственной власти. Разработка методических рекомендаций, типовых программ текущего ремонта может способствовать активизации собственников к планированию и организации работ текущего ремонта, позволяя повысить качество и безопасность жилья, снижая при этом стоимость капитального ремонта за счет увеличения межремонтных циклов.

Таким образом, программа комплексного воспроизводства жилищного фонда должна включать в себя весь перечень воспроизводственных мероприятий в определенном соотношении, позволяя добиться максимального эффекта этих мероприятий при оптимальном соотношении материальных, трудовых и финансовых ресурсов субъекта РФ [97, 98, 99, 117].

Процесс комплексного обновления и реконструкции территории городской жилой застройки представляет собой стык интересов как минимум трех сторон: муниципальной власти, бизнес-сообщества и населения. При этом конечная цель всех этих групп одинакова – обновление, реконструкция и модернизация территории. Однако пути решения и конечный вариант пропорций воспроизводства могут в корне отличаться.

Эту задачу следует рассматривать, в целом, как систему, где количество и типы переменных и параметров, описывающих эту систему, будут зависеть от того, со стороны какой группы мы смотрим на эту ситуацию:

Муниципальные (городские) власти: возможности описываются в терминах доступных финансовых и трудовых ресурсов, наличия необходимого оборудования, а также достижения определенного уровня качества и масштабов городского обустройства.

Бизнес-сообщество (субъекты инвестиционно-строительного комплекса [4]): переменными и параметрами, описывающими систему, также являются доступные мощности, финансовые и трудовые ресурсы. Однако приоритет отдается прогнозируемым уровням рентабельности и окупаемости при заданном уровне начальных инвестиций, а также возможным вариантам альтернативных вложений.

Население: система описывается удельным количеством жилплощади, уровнем комфортности проживания и качеством обустройства территории. Таким образом, параметры в этой группе являются наиболее абстрактными и слабо поддаются моделированию.

В результате анализа представленных исходных данных можно сделать вывод о том, что реальную систему приближенно можно представить двумя основными переменными: количество качественного жилья и удельные издержки воспроизводственных мероприятий. Количество качественного жилья определяется объемами нового строительства, реконструкции, модернизации и капитального ремонта на территории, подлежащей обновлению, а также стандартами качества. Удельные издержки зависят, в основном, от по-

казателей, определяемых муниципальными (городскими) властями, и бизнес-сообществом с учетом его производственно-экономического потенциала.

На основе сделанных предположений относительно просто построить абстрактную математическую модель [126], которая в данном случае основана на балансе стоимостных и объемных показателей таким образом, чтобы минимизировать стоимость воспроизводственных мероприятий по комплексному обновлению и модернизации территории жилой застройки города.

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min) \quad (2.1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, k}) \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = \overline{k+1, m}) \quad (2.3)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, l}, \quad l \leq n)$$

где a_{ij} , b_i , c_j – заданные постоянные величины и $k \leq m$.

В качестве постоянных переменных можно использовать удельные показатели стоимости, трудозатрат, времени и пр. для каждого воспроизводственного мероприятия – нового строительства, модернизации, реконструкции, капитального ремонта. При этом переменные могут характеризовать количество воспроизводственных мероприятий в натуральных показателях – квадратные метры жилой (общей) площади. Результатом решения целевой функции является выбор стратегии (обновления, модернизации и реконструкции территории жилой застройки) с учетом минимизации суммарных затрат или максимизации объемов воспроизводства при ограниченных материально-технических (трудовых) ресурсах. Результаты, полученные в процессе исследования математической модели, зависят от возможных альтернативных решений целевой функции и системы ограничений, налагаемых на возможные решения.

Реализация системного подхода невозможна без проведения подготовительного этапа научных исследований в предметной области. Результатом исследований должны стать:

- совершенствование методов определения и прогнозирования технического состояния зданий с учетом особенностей эксплуатационных качеств современных строительных материалов и технологий производства работ;
- разработка научно-обоснованного организационно-методологического подхода сбора и обработки информации о мониторинге жилищного фонда с учетом выбранных методов классификации (группировки) и визуального представления больших наборов данных;
- разработка организационно-технологических моделей планирования воспроизводственных мероприятий на основе математических методов моделирования, программирования и оптимизации.

2.2. Повышение эксплуатационной надёжности жилищного фонда на основе планирования его комплексного воспроизводства

Жилищный фонд территории застройки обладает своими особенностями и совокупностью характеристик входящих в него объектов. В свою очередь каждый объект представляет собой сложную систему конструктивных элементов со своими количественными и качественными характеристиками, включая объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, показатели надежности, долговечности, безотказности, определяющие техническое состояние конструктивных элементов и здания в целом. Таким образом, мониторинг жилищного фонда без проведения его структурного анализа невозможен.

Задачей исследования является изучение алгоритма кластеризации жилищного фонда города на основе нейронных сетей самоорганизующихся карт Т. Кохонена (Self-Organizing Map – SOM) для его структурного анализа. Проведенная кластеризация даст возможность структурировать информацию о жилищном фонде города для планирования комплексного воспроизводства

жилья путем формирования типовых программ управления объектов, отнесенных к той или иной группе. Это в свою очередь позволит определить номенклатуру, объем и сметную стоимость воспроизводственных мероприятий для каждой группы объектов. Кроме того, объединение МКД в группы с высоким уровнем внутреннего сходства позволит учесть особенности технического состояния жилищного фонда, пригодного к дальнейшей эксплуатации, и разработать типовые программы капитального и текущего ремонтов для группы однородных объектов с последующим расчетом тарифов взносов на капитальный и текущий ремонт. При этом количество разрабатываемых тарифов ограничивается количеством полученных кластеров, позволяя оптимизировать трудовые, временные и финансовые затраты при их формировании.

Одной из базовых задач в области структурного анализа данных является кластеризация. На сегодняшний день существует множество методов разбиения групп объектов на кластеры. Различные методы объединения (группировки) наборов данных позволяют получить сводки данных. Простейшие методы широко применимы при обобщении наборов данных небольшой размерности. Однако обобщить и визуализировать большие наборы многомерных данных простыми методами невозможно. Обычно выборочные совокупности данных состоят из множества показателей, представляющих собой точку в n -мерном пространстве. При двух-, трехмерном измерении достаточно легко построить простые двухмерные и трехмерные графики. Если же размерность данных больше, то изобразить вектор достаточно сложно, а изображение, содержащее все элементы данных, становится ненаглядно. Для сокращения размерности применяют различные методы категоризации или группировки сходных элементов, которые называются кластеризацией.

Особенностью кластеризации в задаче мониторинга жилищного фонда является многомерность исследуемых данных [39]. Описание каждого объекта жилищного фонда включает в себя множество характеристик (признаков), в том числе объем, общую площадь, износ и срок службы здания, конструктивные особенности, техническое состояние объекта и его отдельных кон-

структивных элементов. Количество таких признаков можно задать от одного до нескольких десятков в зависимости от задач исследователя. По мнению автора целесообразно исследовать не менее 20-25 характеристик.

В рамках исследования было проведено обследование около трехсот объектов жилищного фонда г. Архангельск. Графическое представление всего 4 из описываемых выше характеристик объектов представлено на рисунке 2.2. На диаграмму нанесена выборка из 20 объектов (7% всего набора данных), поскольку диаграмма, состоящая более 600 (300 объектов × 20 признаков) колонок, была бы совершенно нечитаемой. Данный пример наглядно иллюстрирует проблему кластеризации наборов данных большой размерности, показывая, что классифицировать жилищный фонд с помощью диаграммы, отображающей весь спектр объектов и их признаков невозможно.

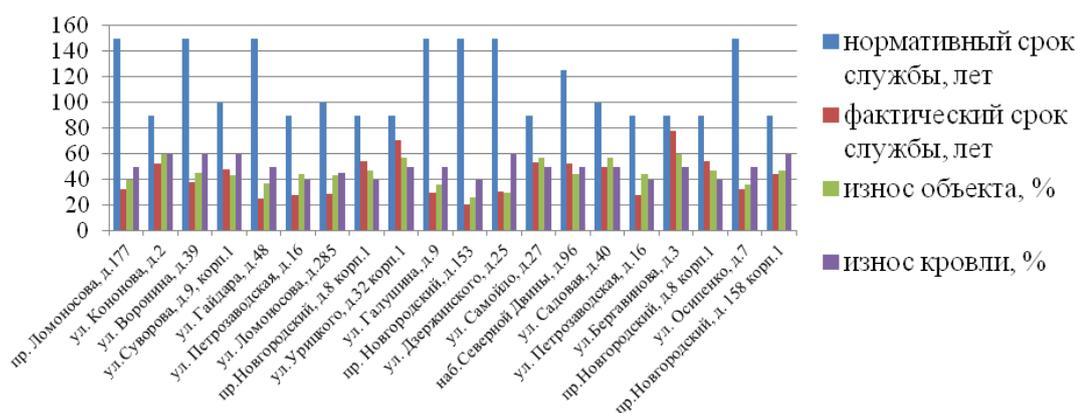


Рисунок 2.2. Графическое представление характеристик объектов

Структура классификации методов кластеризации данных представлена на рисунке 2.3. Все методы кластеризации по способу обработки данных можно разделить на иерархические и неиерархические.

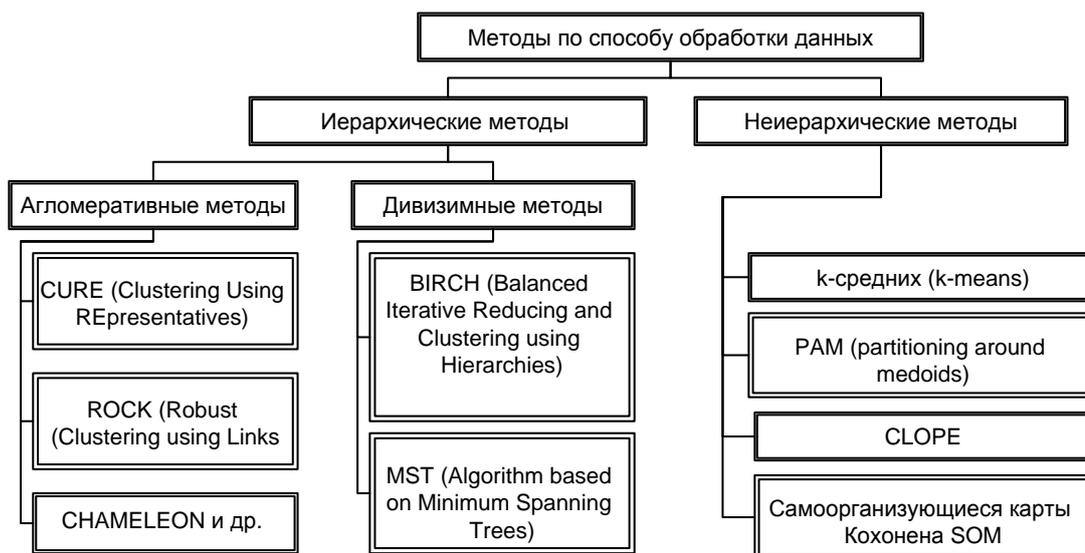


Рисунок 2.3. Классификация методов кластеризации по способу обработки данных

Чтобы справляться с ситуациями, возникающими в реальном мире, был создан целый ряд вычислительных формализмов, как традиционных, так и более современных. К ним относятся: вероятностные рассуждения, нечеткая логика, теория нечетких множеств, нечеткие рассуждения, искусственный интеллект, генетические алгоритмы, нейронные сети. Однако, при более близком рассмотрении нейронные сети можно поставить в особое положение как адекватное средство кластеризации данных, по крайней мере, в следующих ситуациях[58]:

- много зашумленных и плохо структурированных данных. Как было отмечено, описание жилищного фонда, полученное в результате обследования, включает в себя множество характеристик, поэтому его кластеризацию не возможно осуществить статистическими параметрами низших порядков (первого и второго); их распределение отлично от гауссовского, а статистика – нестационарна. Функциональные связи между элементами данных часто нелинейны. В таких условиях методы адаптивных нейросетевых вычислений будут более эффективны и экономичны, чем традиционные;

- необходимость учета динамики сигнала. Развитые нейросетевые модели принимают во внимание динамику сигнала (его изменение во времени, пространстве и пр.), что является особенно актуальным при исследовании

жилищного фонда в условиях постоянного изменяющегося технического состояния;

– коллективный эффект или учет избыточности представлений в пространстве и времени. Нейронные сети малочувствительны к значениям отдельных величин, описывающих сигнал или образ, но фокусируются на количественных свойствах наборов таких величин, поэтому при кластеризации сетью воспринимаются не отдельные объемно-планировочные и конструктивные характеристики или техническое состояние объектов, а их совокупность;

– вычисления с массовым параллелизмом, когда элементами сигнала и данных являются динамические величины, изменяющиеся асинхронно. Данное свойство особенно присуще характеристикам технического состояния жилищного фонда, изменение которых происходит как из-за нарастания физического износа, так и в результате проведения ремонтно-строительных работ, направленных на их восстановление;

– адаптация, т.е. параметры, управляющие передачей сигнала, зависят от передаваемых сигналов так, чтобы осуществлять их оптимальное масштабирование и стабилизацию. Техническое состояние жилищного фонда измеряется как качественными, так и количественными данными различной размерности. Адаптивность нейронных сетей проявляется в оптимальном размещении вычислительных ресурсов, а также реализации ассоциативной памяти, которая обладает свойствами корректировки зашумленных данных и восполнении пропущенных элементов входных образов, что дает возможность получать на выходе полные и не содержащие ошибок ответы;

– появление интеллектуальных функций обработки информации, т.е. обнаружение заданных свойств и упорядоченных внутренних представлений для структурированных сигналов на основе части встречающихся сочетаний сигналов. Таким образом, SOM позволяет даже при отсутствии части информации о характеристиках отдельных объектов провести их кластеризацию.

Самоорганизующаяся карта (SOM) является новым, эффективным программным инструментом нейросетевого моделирования для визуализации и обобщения многомерных данных. Эти два характерных свойства SOM (визуализация и обобщение) можно использовать различными способами в решении сложных задач, таких как анализ процессов, машинное восприятие, управление и передача информации. Формально SOM можно определить как нелинейное, упорядоченное гладкое отображение многообразий входных данных высокой размерности на элементы регулярного массива низкой размерности. Другими словами, SOM – это проекция векторов из многомерного пространства в 2-х мерное с целью визуализации.

Примем, что набор входных переменных $\{\xi_j\}$ можно определить как вещественный вектор $x = [\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n]^T \in \mathfrak{R}^n$. Рассмотрим рисунок 2.4, на котором показан двухмерный упорядоченный массив узлов (нейронов), каждый из которых имеет ассоциированную с ним общую модель, представляющую собой параметрический вещественный вектор $m_i = [\mu_{i1}, \mu_{i2}, \dots, \mu_{in}]^T \in \mathfrak{R}^n$. Начальные значения m_i могут быть выбраны случайным образом, предпочтительно из области входных параметров. Можно сказать, что SOM представляет собой «нелинейную проекцию» плотности распределения вероятностей $p(x)$ многомерного входного вектора данных x на двухмерный дисплей.

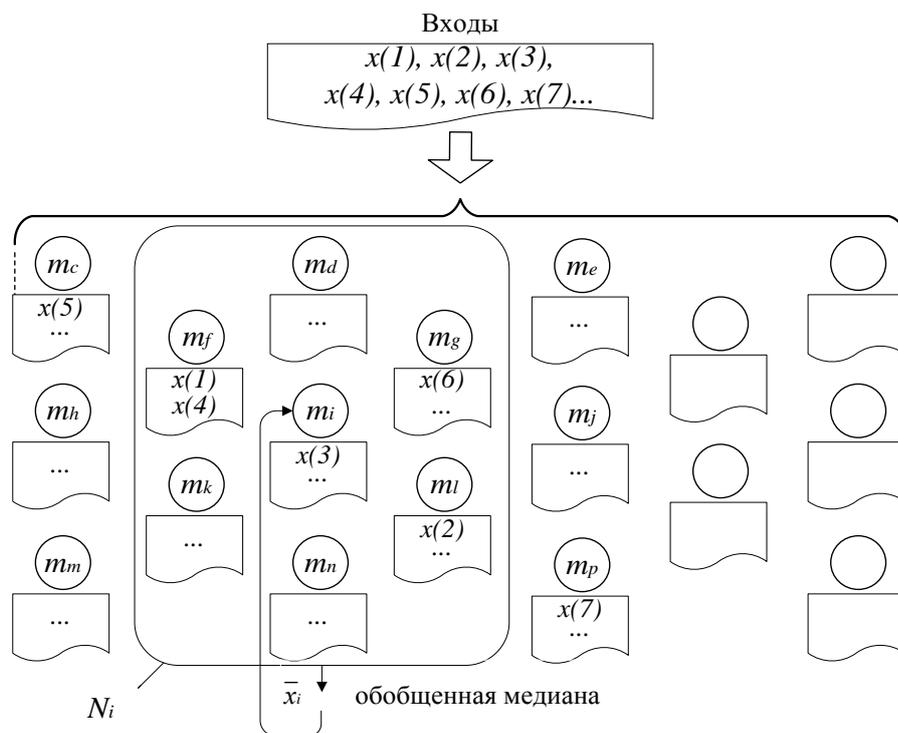


Рисунок 2.4. Пример, иллюстрирующий процесс самоорганизации

Массив узлов может отображать решетку прямоугольного, гексагонального (рис. 2.5) и даже нерегулярного типа. Гексагональная решетка наиболее эффективна для решения задач визуального представления данных.

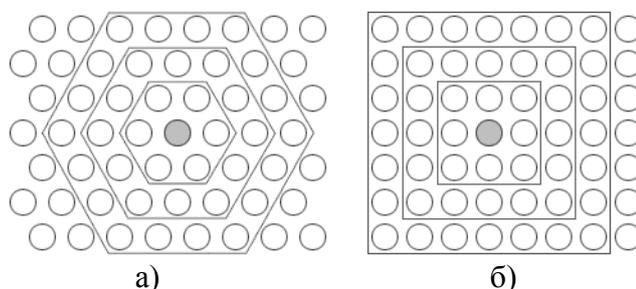


Рисунок 2.5 Расстояние между нейронами на карте для гексагональной (а) и прямоугольной (б) сеток

Рассмотрим некоторый список входных примеров $x(k)$, где k – целочисленный номер объекта. В ряде случаев, величину x предлагается нормировать перед тем, как она будет подана на вход рассматриваемого алгоритма. Нормировка не является необходимой, но может улучшить точность расчетов, поскольку в этом случае результирующие эталонные векторы имеют один и тот же динамический диапазон изменения своих значений. Сравним каждый объект $x(k)$ со всеми моделями m_i , после чего скопируем рассматри-

ваемый $x(k)$ в список, ассоциируемый с тем узлом, для которого модельный вектор наиболее схож с $x(k)$ согласно используемой общей мере расстояния. Часто для нахождения наиболее подходящего узла применяют вычисление евклидова расстояния $\|x - m_i\|$:

$$\|x - m_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\xi_j - \mu_{ij})^2} \quad (2.4)$$

Тогда индекс этого узла определяется выражением:

$$q = \arg \min_i \|x - m_i\|, \quad (2.5)$$

или то же самое, что выражение

$$\|x - m_q\| = \min_i \|x - m_i\|. \quad (2.6)$$

После того, как все векторы $x(k)$ будут помещены таким образом в соответствующие списки, устанавливается область соседства N_i для модели m_i . Каждая такая окрестность включает узлы сетки в пределах некоторого расстояния от i -го узла. Затем необходимо объединить все списки, связанные с окрестностью N_i , отыскивая «находящийся в самой середине» образец \bar{x}_i , имеющий наименьшую сумму расстояний от всех примеров $x(k), k \in N_i$. Этот образец \bar{x}_i называется обобщенной медианой для объединения списков.

В процессе обучения (процесса, в котором формируется «нелинейная проекция»), те узлы, которые топографически близки к решетке в пределах некоторого геометрического расстояния, будут активировать друг друга, обучаясь в определенной степени за счет этого на одном и том же входе x . Это ведет к локальной релаксации и эффекту сглаживания для весовых векторов нейронов в рассматриваемой окрестности, что при продолжительном обучении приводит к глобальному упорядочению. Один из возможных пределов сходимости для обучающего процесса:

$$m_i(k+1) = m_i(k) + h_{qi}(k)[x(k) - m_i(k)], \quad (2.7)$$

где $k = 0, 1, 2, \dots$ – целочисленная величина итерации, а начальные значения $m_i(0)$ могут быть произвольными, в частности случайными. В релаксационном процессе функция называется функцией соседства (сглаживающее ядро)

определенное на точках решетки. Для сходимости необходимо, чтобы выполнялось условие $h_{qi}(k) \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$. Обычно имеет место соотношение:

$$h_{qi}(k) = h(\|r_q - r_i\|, k), \quad (2.8)$$

где $r_q \in \mathfrak{R}^2$ и $r_i \in \mathfrak{R}^2$ – векторы, определяющие размещение узлов q и i , соответственно в рассматриваемой решетке. С выростанием $\|r_q - r_i\|$ выполняется условие $h_{qi}(k) \rightarrow 0$.

Используют одну из двух возможных реализации для $h_{qi}(k)$. Наиболее простая – линейная, определяющая окрестность узла q , $h_{qi}(k) = \alpha(k)$, если $i \in N_q$ и $h_{qi}(k) = 0$, если $i \notin N_q$. Значение $\alpha(k)$ определяется величиной коэффициента скорости обучения ($0 < \alpha(k) < 1$). Как $\alpha(k)$, так и радиус множества $N_q(k)$ обычно монотонно уменьшаются с течением времени (в ходе процесса обучения).

Наиболее часто используемый вариант сглаживающего ядра может быть записан в терминах функции Гаусса:

$$h_{qi}(k) = \alpha(k) e^{-\frac{\|r_q - r_i\|^2}{2\sigma^2(k)}} \quad (2.9)$$

где $\alpha(k)$ – другой скалярный коэффициент скорости обучения, а параметр $\sigma(k)$ определяет ширину ядра, которая соответствует упомянутому выше радиусу множества $N_q(k)$. Как $\alpha(k)$, так и $\sigma(k)$ являются монотонно убывающими функциями времени. Функция $\sigma(k)$ может быть линейной, экспоненциальной или обратно пропорциональной k .

Упорядочение векторов m_i происходит в течение начального периода работы алгоритма, а остальные шаги требуются лишь для точной подстройки карты. После завершения этапа обучения функция $\alpha = \alpha(k)$ должна принимать малые значения.

Графическое отображение получаемых с помощью SOM результатов, называемое U -матрицей, предназначено для показа распределения кодирующих векторов на группы [152]. Метод состоит в том, что средние расстояния между соседними кодирующим векторами представляются оттенками серого цвета или оттенками различных цветов (как в нашем случае). Если среднее расстояние между соседними векторами m_i малы, используются светлые оттенки, и наоборот, темные оттенки характеризуют более значительные расстояния. «Кластерный ландшафт», сформированный SOM, дает визуализацию найденной классификации.

2.3. Разработка методики кластеризации (структурного анализа) жилищного фонда на основе нейросетевого моделирования путем реализация алгоритмов SOM

Принципиальная схема реализации алгоритма SOM для кластеризации и визуального представления данных приведена на схеме рисунка 2.6.

Трудоемкость, длительность и многошаговость процесса самоорганизации предполагает применение программирования нейросетевых алгоритмов. Чтобы получить практический опыт использования соответствующих методов, некоторые предпочитают программировать такие нейронные сети, как SOM, самостоятельно. Однако преимущества использования существующих программных пакетов SOM состоит в том, что хорошие пакеты программ сопровождаются достаточно проверенными рекомендациями, обеспечивающими их оптимальное использование, а также содержат много возможностей для экспериментирования. Кроме того, в таких пакетах программ есть процедуры для контроля за ходом процесса самоорганизации и для оценки качества полученных результатов.

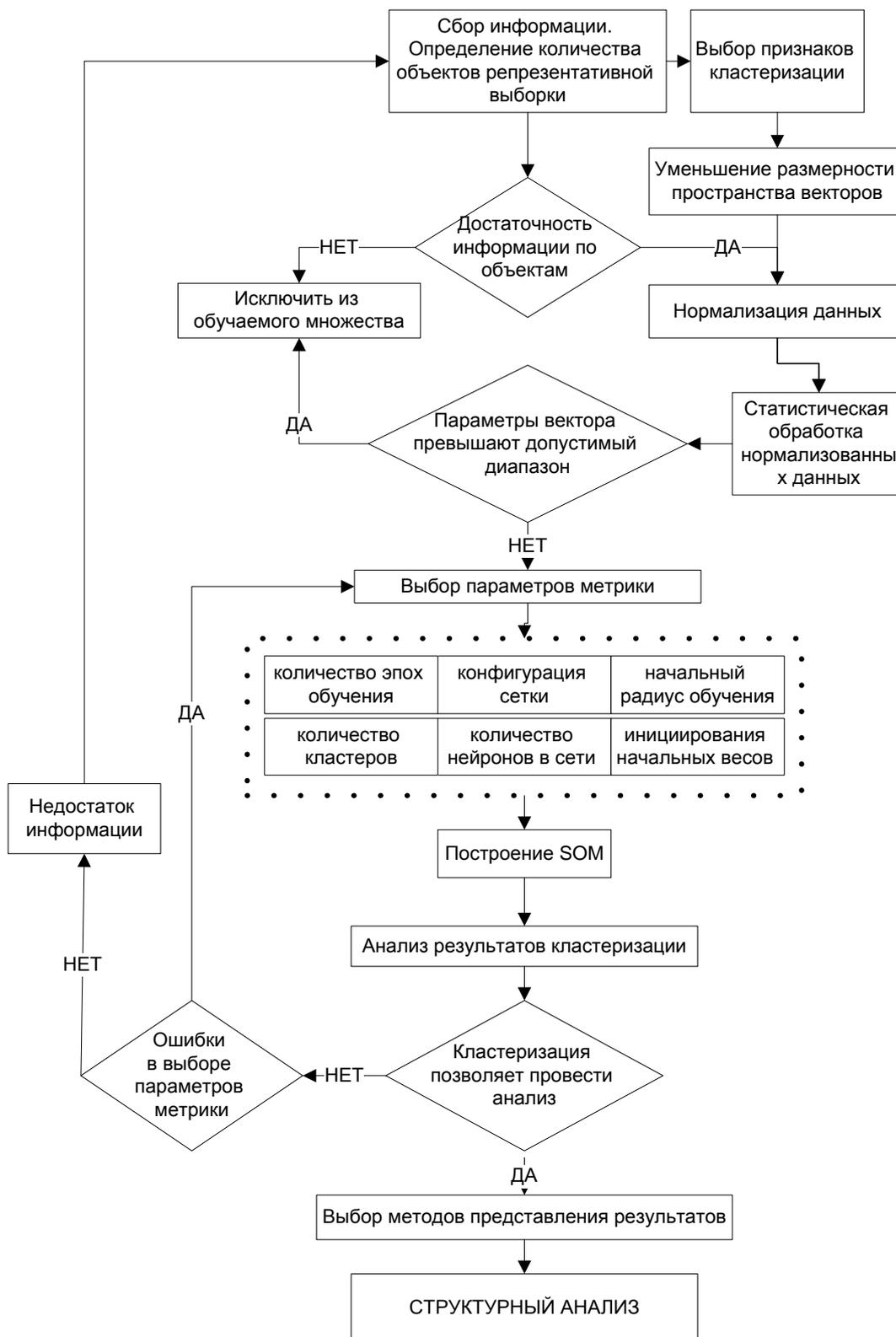


Рисунок 2.6. Схема реализации алгоритма SOM для кластеризации и визуального представления данных

К настоящему времени применение алгоритмов самоорганизации приобретает все большие масштабы, и, как следствие, разрабатываются новые программные приложения, которые можно осуществить в среде различных

операционных систем. В данном исследовании расчет производился с использованием аналитической платформы Deductor, разработчиком которой является ООО «Аналитические технологии» – BaseGroup Lab, г. Рязань [163]. Deductor представляет собой аналитическую платформу, которая на базе единой архитектуры позволяет реализовать этапы построения аналитической системы, включая создание хранилища данных, автоматический подбор моделей и визуализацию полученных результатов. При этом данная версия является полностью русифицированной и легка в применении.

После достаточно полного описания алгоритма реализации самоорганизующихся карт, обоснования эффективности их применения и выбора программного обеспечения, перейдем непосредственно к проведению структурного анализа жилищного фонда г. Архангельска. Как уже было отмечено, для проведения первичного комплексного анализа жилищного фонда автором самостоятельно был произведен сбор данных об объектах жилищного фонда города на основании технических паспортов бюро технической инвентаризации города Архангельска в количестве 316 шт. с общей площадью квартир примерно 1 600 тыс.кв.м, что составляет чуть менее 20% от общего количества жилищного фонда города.

Сбор информации является первым и очень важным этапом кластерного анализа. Как было отмечено, основной и самой главной проблемой на этом этапе является отсутствие в настоящий момент обобщенной информационной базы данных жилищного фонда и системы его мониторинга, основой создания которой является инвентаризация объектов и формирование полного перечня всех объектов жилищного фонда субъектов РФ (рис. 2.1). Полный перечень объектов может быть получен на основе баз данных организаций, занимающихся регистрацией прав на объекты недвижимости. При этом информация об объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий, а также о техническом состоянии объектов и его конструктивных элементах содержится в технических паспортах зданий, хранящихся у собственников и в базах организаций, занимающихся технической инвентаризацией.

С 1 декабря 2012 г. государственный учет здания, сооружения и помещения осуществляется на основе технического плана [133]. Технический план объекта не предполагает описание конструктивных и объемно-планировочных особенностей объекта и его технического состояния [95]. При этом составление технического паспорта на объект недвижимости не является обязательным, как и проведение технической инвентаризации раз в 5 лет. Таким образом, в отсутствие других баз данных об объектах жилищного фонда, а также отсутствия механизма процесса мониторинга и сбора данных собственниками МКД и(или) их представителями, использование существующей пока еще актуальной информационной базы органов технической инвентаризации является наиболее приемлемой в сложившихся условиях.

В исследуемый жилищный фонд вошли объекты репрезентативной выборки жилых домов всех периодов застройки города, включая представителей различных серий жилых домов, а также домов индивидуальной планировки. По данным объектам имеется наиболее полная информация. Показатели жилищного фонда были разделены на 2 основные группы:

- общие показатели МКД: группа капитальности, объем, общая площадь квартир, количество этажей, срок эксплуатации, общий износ здания, восстановительная стоимость здания в ценах 1969 г;

- показатели конструктивных элементов здания (включая фундаменты, стены и перегородки, перекрытия, кровлю, полы, проемы, внутреннюю отделку, санитарно-технические работы, прочие конструкции): удельный показатель восстановительной стоимости конструктивного элемента, приходящаяся на 1 кв.м. общей площади квартир, в ценах 1969 г., нормативный срок службы конструктивного элемента до капитального ремонта согласно [23], износ. Кроме того, для санитарно-технических работ было отмечено, является здание благоустроенным, частично благоустроенным или неблагоустроенным.

Всего в анализе участвовало 33 показателя.

Основной проблемой мониторинга на основании технических паспортов является неактуальность информации. Многие технические паспорта содержат данные инвентаризации, которая проводилась более 5 лет назад. Таким образом, для приведения данных об уровне технического состояния на текущий момент времени автор использовал методы прогнозирования изменения технического состояния конструктивных элементов зданий на основе ретроспективных данных износов и нормальных темпов нарастания износа в соответствии с данными ВСН 53-86р (Приложение В). Конечно, подобные допущения накладывают на результаты определенные ограничения и вносят долю вариативности. Однако отсутствие более достоверных данных, а также основываясь на предыдущих исследованиях [91], которые подтверждают соответствие реальных показателей динамики износа нормативным темпам для большинства элементов здания, можно утверждать, что это наиболее приемлемый метод первичного обследования жилищного фонда. Следует отметить, что для дальнейшей диагностики технического состояния жилищного фонда города необходимо разработать нормативно-правовые акты, устанавливающие порядок проведения мониторинга технического состояния жилых домов на основе периодического обследования и формирования информационной базы по его результатам.

Исходные значения переменных сильно отличались друг от друга. Например, «уровень» благоустройства может принимать только три значения: неблагоустроенные, частично благоустроенные и благоустроенные. В то время как «стоимость объекта в ценах 1969 г.» принимает значения от 9 841,8 руб. до 3 391 320 руб. Переменные, имеющие широкий диапазон изменения, в большей степени влияют на процесс оценки состояния жилищного фонда, чем переменные с небольшим диапазоном значений. Поэтому перед началом обучения нейросети переменные должны быть нормализованы.

Для корректной обработки данных с использованием алгоритма SOM необходимо провести их нормализацию для определения общих тенденций вариативности данных, а также статистическую обработку параметров с це-

лью выявления показателей величин, выходящих за пределы диапазона нормального распределения и исключить данные векторы из обрабатываемого массива данных (рис. 2.6). Игнорирование «ненормальных» входных векторов может привести в некорректной обработке данных алгоритмами SOM, потере точности, структура кластеров может искажаться, а следовательно, дальнейшая обработка и анализ данных затрудняется и может привести к неверным итоговым выводам.

В результате обработки данных выборки была выделена группа объектов в количестве 20 шт. с «выбросом» данных. Данная группа состоит из объектов, где величина одного или нескольких параметров в значительной степени выходит за пределы диапазона. Таким образом, для реализации алгоритма SOM была использована группа объектов репрезентативной выборки за исключением объектов с «выбросом» данных в количестве 296 шт. Из данных диапазона итоговой группы объектов были рассчитаны параметры, которые использовались для нормализации.

Карта, позволяющая получить наилучшую кластеризацию жилищного фонда, создавалась путем тестирования разных способов нормирования переменных и перебора различных обучающих параметров. Результаты обучения проверялись методом ошибки квантования, а также при помощи проекции Саммона. Затем наиболее удачные карты тестировались с помощью множества тестовых параметров примеров. Кроме того, вычислялось среднее отклонение. Алгоритм кластеризации с использованием аналитической платформы Deductor представлен в Приложении Г.

Для отображения были выбраны следующие показатели:

- группа капитальности здания;
- объем здания;
- общая площадь квартир;
- общий износ объекта;
- период эксплуатации объекта;
- восстановительная стоимость в ценах 1969 г.;

– признаки долгоживущего конструктивного элемента на примере стен, включая удельный показатель восстановительной стоимости конструктивного элемента, приходящаяся на 1 кв.м. общей площади квартир, в ценах 1969 г., нормативный срок службы конструктивного элемента до капитального ремонта согласно [23], износ;

– признаки короткоживущего конструктивного элемента на примере кровли, включая удельный показатель восстановительной стоимости конструктивного элемента, приходящаяся на 1 кв.м. общей площади квартир, в ценах 1969 г., нормативный срок службы конструктивного элемента до капитального ремонта согласно [23], износ.

SOM разделила 296 объектов на 16 кластеров. Это стало идеальным компромиссом между оптимальным количеством кластеров и качеством кластеризации, при которой:

1. Вероятность того, что нормализованная характеристика объекта, попавшего в кластер, окажется в границах доверительного интервала в диапазоне 5% от его среднего значения по кластеру составляет 90%. Таким образом, среднее значение нормализованных характеристик кластера достаточно точно описывают каждый объект, попавший в данный кластер. Это позволяет осуществить типовое календарное планирование с подобными номенклатурой и сроками проведения работ. Объединение расчетных характеристик кластеров создаёт условия для определения удельных капитальных вложений воспроизводственных мероприятий для каждой группы домов, объединенных эти кластеры;

2. Дисперсия средних значений нормализованных характеристик разных кластеров принимает максимальное значение. Таким образом, определенное количество кластеров является оптимальным и показывает различие кластеров между собой. Т.е. дальнейшее объединение (укрупнение) кластеров или детализация (увеличение количества кластеров) нецелесообразны.

Полученную в результате обучения карту можно представить в виде многослойной раскраски, каждый слой которой сформирован одним из ком-

понентов исходных данных. Если мы представим полную матрицу исходных данных самоорганизующейся карты, то получим «представление», подобное показанному на рисунке 2.7, где отображены 12 представлений отдельных признаков объектов, указанных выше. На рисунке каждый шестиугольник представляет собой ячейку карты или нейрон выходного слоя нейронной сети. Определенный цвет градиентной палитры каждой ячейки соответствует паттерну (образу), который обнаруживается среди всех признаков, заданных для данной карты.

Группа векторов выделяется в кластер, если расстояние между векторами данной группы меньше, чем расстояния до соседних групп. При использовании алгоритма SOM структура кластеров визуализируется путем отображения расстояния между опорными векторами с использованием унифицированной матрицы расстояний (U-matrix). Полученные раскраски слоев в совокупности образуют атлас, который отображает расположение компонентов, связи между ними, а также относительное расположение различных значений компонент.

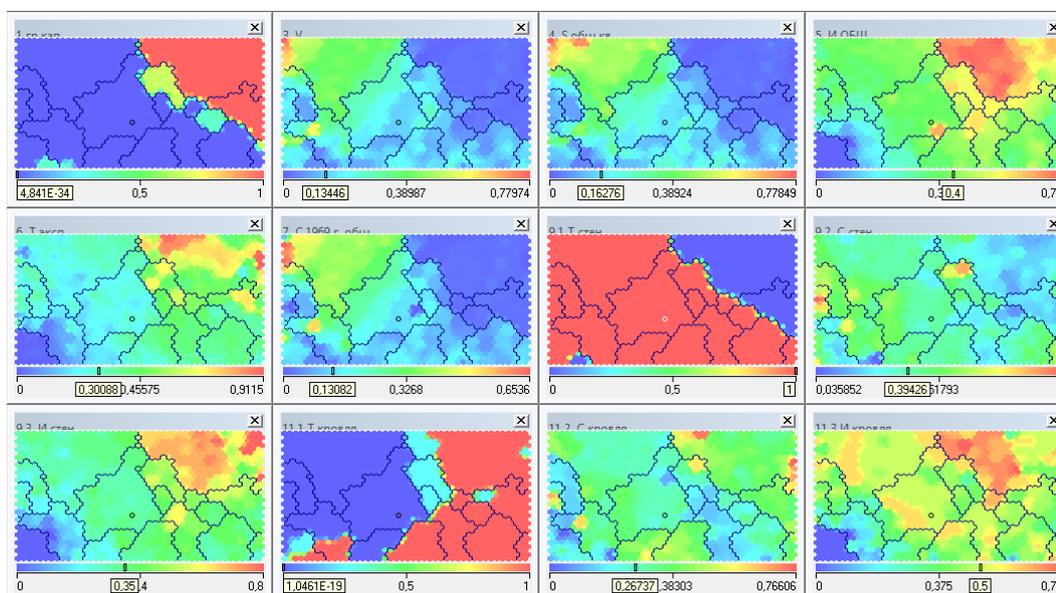


Рисунок 2.7. SOM и проекции компонент (карты отдельных признаков)

В каждом окне построенной карты отображается проекция одного из компонентов многомерного вектора на плоскость. Процесс анализа при помощи самоорганизующихся карт сводится к получению этих проекций и оценке образующихся групп и кластеров. По цвету ячейки можно определить

примерное значение объектов, попавших в нее. Каждое отображение самоорганизующейся карты открывается в отдельном окне. На проекциях компонентов красный цвет соответствует наибольшему значению, синий – наименьшему, а промежуточные значения передаются градиентом цветов.

Карта кластеров представлена на рисунке 2.8. Кластеры – это группы векторов, расстояние между которыми меньше, чем расстояние до соседних групп. Все элементы карты, попавшие в область одного цвета (кластер), имеют сходные признаки.

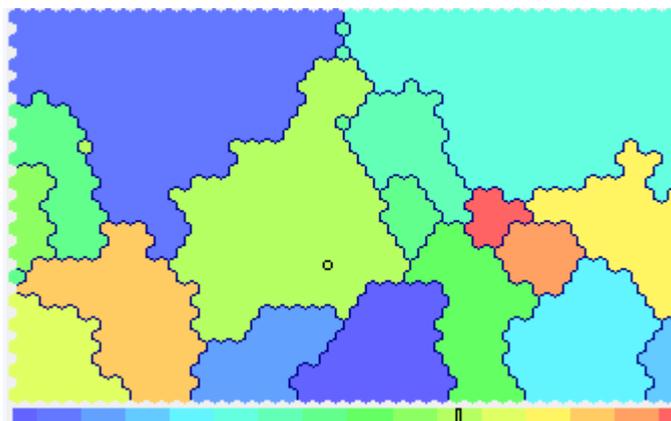


Рисунок 2.8. Кластеры

Кроме того, для анализа всей карты на рисунке 2.9 представлены такие визуализаторы, как матрица расстояний, матрица ошибок квантования, матрица плотности попадания и проекция Саммона.

Матрица расстояний (унифицированная матрица расстояний, U-matrix) – применяется для визуализации структуры кластеров, полученных в результате обучения карты. Элементы матрицы определяют расстояние между весовыми коэффициентами нейрона и его ближайшими соседями. Большое значение говорит о том, что данный нейрон сильно отличается от окружающих и относится к другому классу.

Матрица ошибок квантования – отображает среднее расстояние от расположения примеров до центра ячейки. Пример располагается в многомерном пространстве, где количество измерений равно числу входных полей. Центр ячейки – точка пространства с координатами, равными весам нейрона. Расстояние считается как евклидово расстояние. Матрица ошибок квантования показывает, насколько хорошо обучена нейросеть. Чем меньше среднее

расстояние до центра ячейки, тем ближе к ней расположены примеры и тем лучше построена модель.

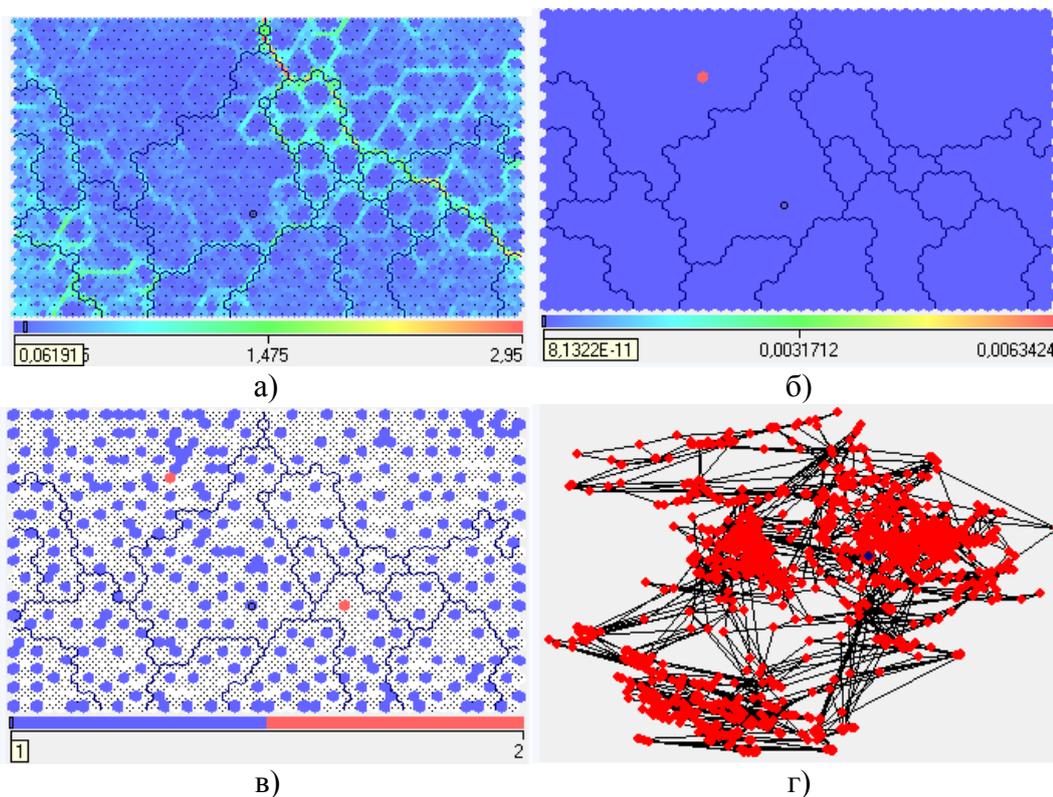


Рисунок 2.9. Визуализация: а) матрица расстояний, б) матрица ошибок квантования, в) матрица плотности попадания, г) проекция Саммона

Матрица плотности попадания – отображает количество примеров, попавших в ячейку.

Проекция Саммона – матрица, являющаяся результатом проецирования многомерных данных на плоскость. При этом данные, расположенные рядом в исходной многомерной выборке, будут расположены рядом и на плоскости.

Все кластеры содержат более одной ячейки (рис. 2.8). Самый большой кластер можно обнаружить в левом верхнем углу карты, содержащий 70 объектов. Большая часть домов в этом кластере имеют 1 группу капитальности и среднюю этажность 9. Срок эксплуатации домов этой группы составляет от 7 до 41 года, общий износ – от 24% до 44%. Следующий по величине кластер состоит из 52 объектов, представленных деревянными домами IV группой капитальности, с этажностью до 3 и значительным сроком службы – от 28 до 103 лет. Величина износа зданий этой группы варьируется в диапазоне 44-72%. Данный кластер находится в верхнем правом углу карты.

Для иллюстрации неоднородности жилищного фонда города построим графики индексов признаков (нормализованных характеристик объектов) всех объектов, входящих репрезентативную выборку (рис. 2.10) [148]. Данная совокупность графиков характеризует нерегулярность и неоднородность признаков, определяющих разнообразие исследуемых объектов. Произвести анализ, используя представленные данные, не представляется возможным.

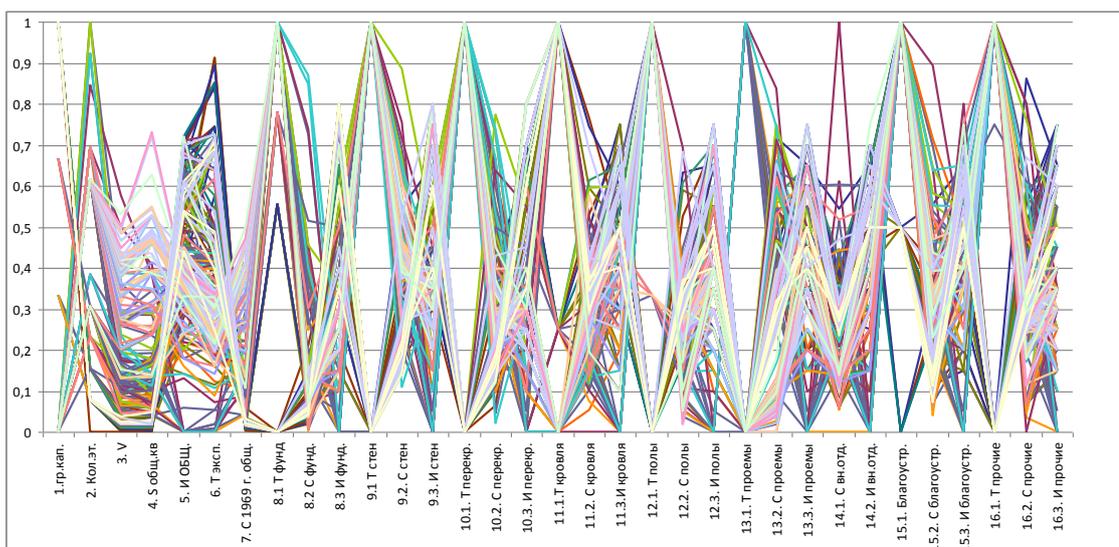


Рисунок 2.10. Карта кодирующих индексов признаков объектов выборки

Иллюстрация графиков нормализованных характеристик объектов, входящих в один кластер, имеет иной вид. На рисунке 2.11 изображены графики индексов признаков объектов, входящих в 2 из 16 кластеров, которые были описаны выше. На данных графиках мы можем наблюдать высокую внутреннюю однородность и определенность компонент, что свидетельствует об успешности проведенной кластеризации. На основе приведенных графиков достаточно просто сформировать мнение о средних значениях признаков групп и рассчитать средний индекс признаков. На рисунке 2.11 он изображен жирной красной линией.

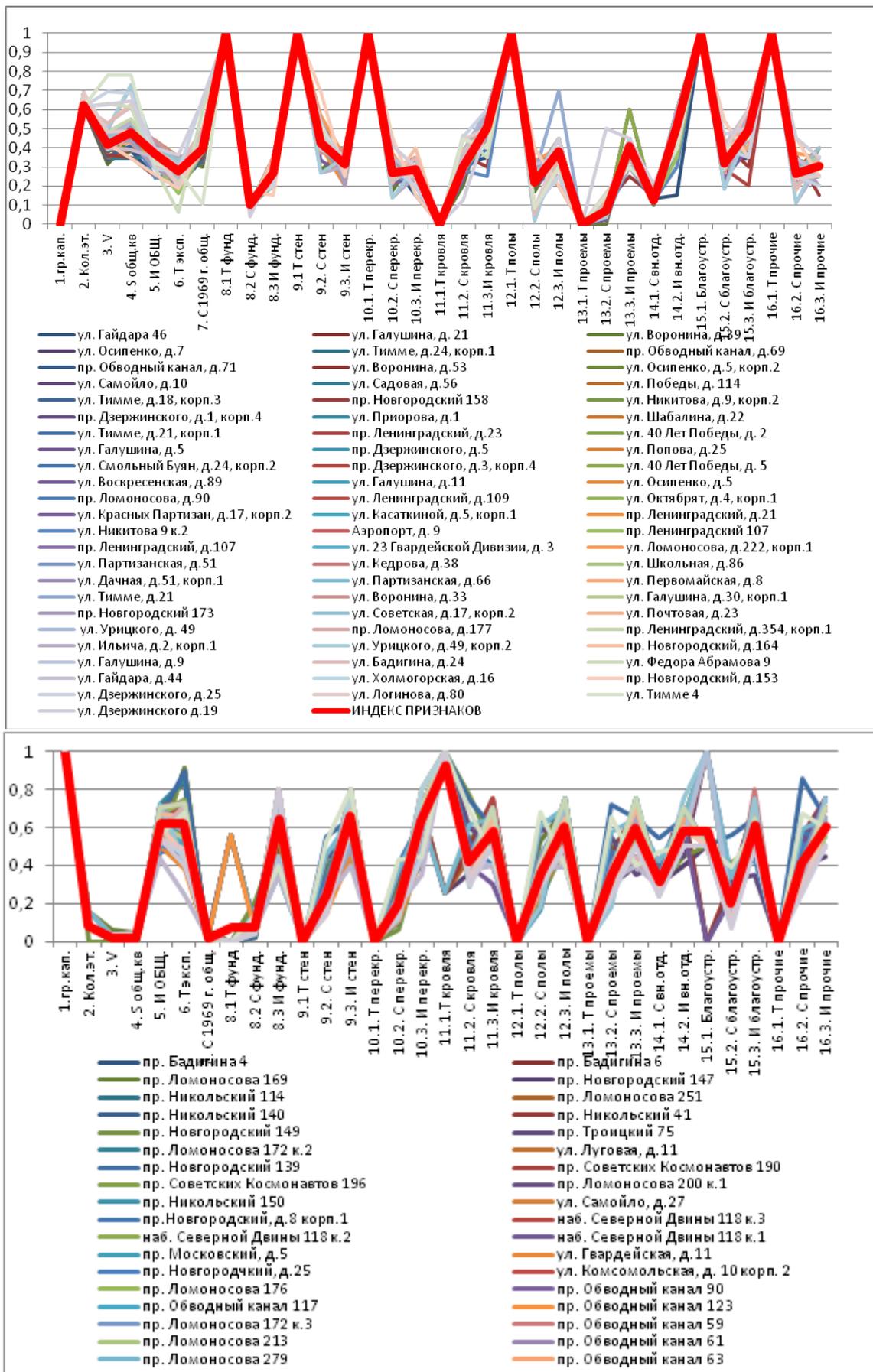


Рисунок 2.11. Карта кодирующих индексов признаков объектов по 2 из 16 кластеров

Таким образом, из приведенных графиков и осуществленных расчетов можно определить средние показатели (кодирующие индексы) всех сформированных групп. Графики обобщенных кодирующих индексов кластеров изображены на рисунке 2.12. Данный график также отображает разнообразие объектов, входящих в различные группы и подтверждает необходимость структурирования для целей анализа и принятия решений по программам капитального текущего ремонта жилищного фонда.

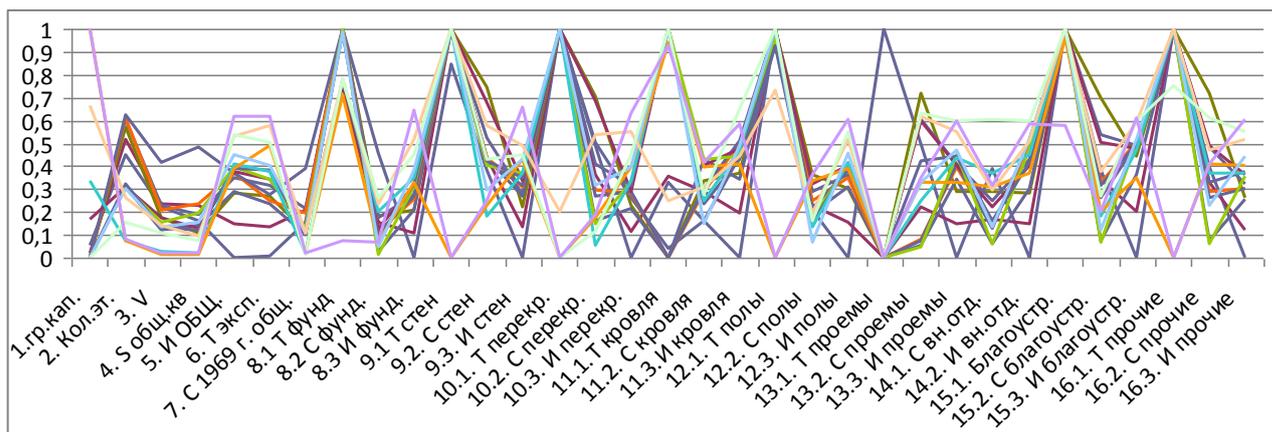


Рисунок 2.12. Графики кодирующих индексов признаков кластеров жилищного фонда

Таким образом, проведенная кластеризация позволяет провести структурный анализ жилищного фонда. Кластеризация определила 16 групп объектов, которые представлены в матрице 4×4 (рис. 2.13). К I-J наименование кластера, где I – номер строки, J – номер столбца в матрице. В каждой клетке рисунка 2.13 показаны название группы, входящих в нее, группа капитальности, срок эксплуатации и процент общего износа здания. Положение группы в матрице показывает наличие схожих характеристик с объектами соседних ячеек матрицы, которые постепенно изменяются от одной вершины к другой. Каждый кластер объектов характеризуется кодирующим индексом признаков, который объединяет информацию о признаках группы. Все 16 кодирующих индексов представлены на рисунке 2.12, на основании которого можно сформировать представление об общем описании и сравнении всех кластеров.

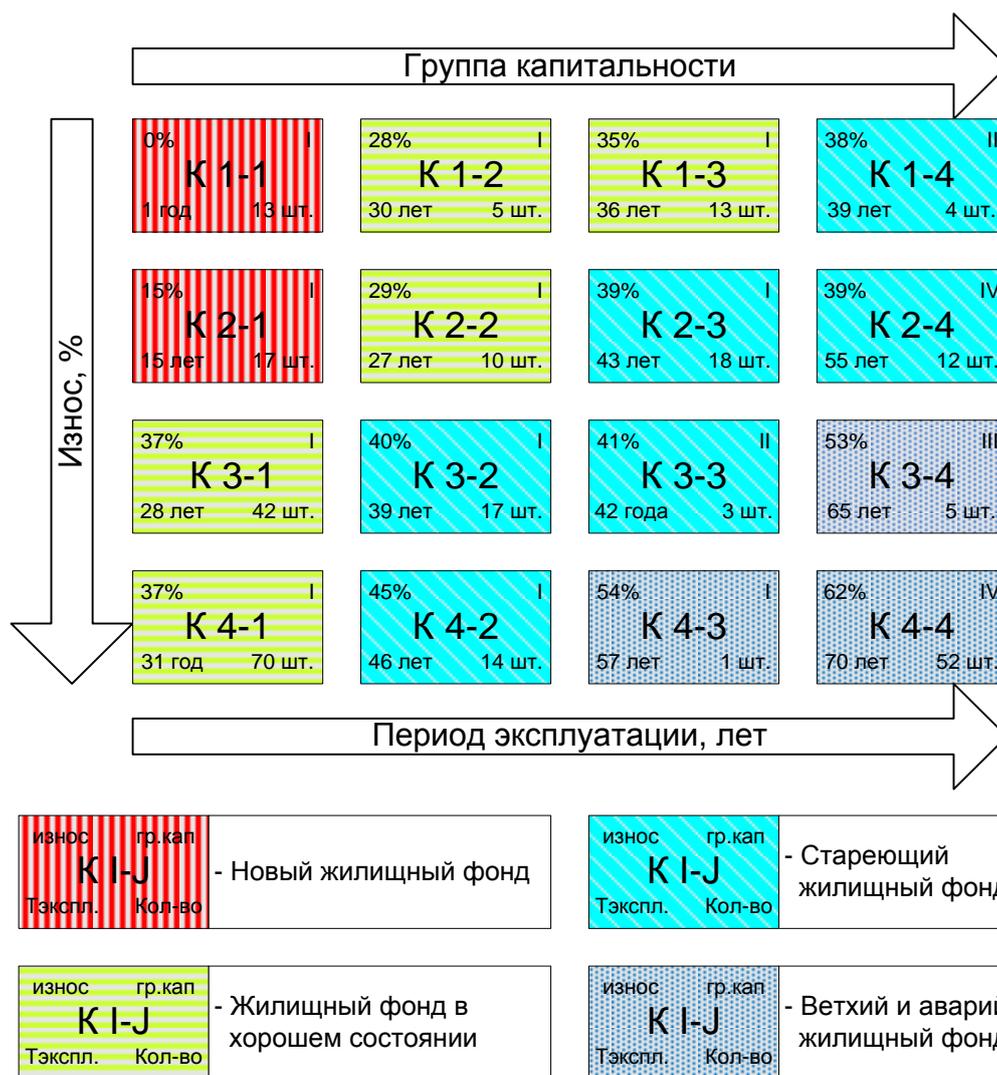


Рисунок 2.13. Матрица 4×4 распределения кластеров

Краткая характеристика объектов одного кластера на примере кластера К 4-1 приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристики кластера К 4-1

Группа капитальности	I	
Нормативный срок службы здания, лет	150	
Материал стен	железобетонные панели	
Количество этажей	9	
Количество подъездов	6	
Площадь застройки, кв.м.	3377	
Объем строений, куб.м.	41271	
Общая площадь в квартирах, кв.м.	10890	
Износ по обследованию, %	36	
Количество лет эксплуатации, лет	30	
Наименование конструкции	Описание	Физический износ, %
Фундамент	свайные железобетонные	26
Наружные стены	3 ^х слойные железобетонные панели	31
Перекрытия, покрытия	сборные железобетонные плиты	28
Лестницы	железобетонные	30
Полы	бетонные наливные	37

Оконные проемы	закладные, двойные	40
Дверные проемы	закладные, одностворчатые, филенчатые	
Крыша, кровля	рулонная по железобетонным плитам	49
Отделка	Масляная / вододispersионная окраска по оштукатуренным стенам, вододispersионная окраска потолков	50
Система центрального отопления	стояки стальные	47
Система внутреннего горячего водоснабжения	стояки и магистрали из черных труб	
Система внутреннего водопровода	трубопроводы стальные	
Система внутренней канализации	трубопроводы чугунные	
Система внутреннего электрооборудования	внутриквартирные сети скрытые 220В	

На основании полученных результатов можно выделить следующую иерархию МКД: «Новый жилищный фонд», «Жилищный фонд в хорошем состоянии», «Стареющий жилищный фонд», «Ветхий и аварийный жилищный фонд» (рис. 2.13). В таблице 2.2 приведено описание основных признаков всех групп объектов репрезентативной выборки. Таким образом, можно охарактеризовать основные особенности жилищного фонда города (табл. 2.3).

При этом следует отметить, что, согласно матрице (рис. 2.13), количество жилищного фонда возрастает от первой к последней группе, что свидетельствует об общем старении жилищного фонда города и необходимости проведения комплексной программы воспроизводства жилья.

Таблица 2.2 - Описание основных признаков всех кластеров объектов репрезентативной выборки

№ кластера	Количество объектов в группе	Группа капитальности	Количество этажей	Объем, куб.м.	Общая площадь квартир, кв.м	Общий износ здания	Срок эксплуатации здания	Стоимость в цена 1969 г., тыс.руб.	Износ фундаментов, %	Износ стен, %	Износ перекрытий, %	Износ кровли, %	Износ полов, %	Износ проемов, %	Износ внутренней отделки, %	Уровень благоустройства	Износ сантех. оборудования, %	Износ прочих конструкций, %
К 1-1	13	1	7	22079	3825	0	1	524,2	0	0	0	0	0	0	0	благоустроенные	0	0
К 2-1	17	1	8	23647	5347	15	15	724,1	10	15	10	20	15	15	15	благоустроенные	20	10
К 1-2	5	1	8	17319	2644	28	30	398,3	20	20	25	35	30	30	30	благоустроенные	45	25
К 2-2	10	1	5	11976	3414	29	27	350,6	20	25	20	35	30	35	30	благоустроенные	35	25
К 1-3	13	1	9	22881	4492	35	36	732,5	30	25	25	45	35	40	45	благоустроенные	50	30
К 3-1	42	1	9	21091	5492	37	28	677,7	25	30	30	50	35	40	50	благоустроенные	50	30
К 4-1	70	1	9	41441	11132	37	31	1335,5	25	30	30	50	40	40	50	благоустроенные	50	30
К 1-4	4	2	5	17361	2986	37	39	450,9	30	35	30	50	40	40	40	благоустроенные	50	35
К 3-2	17	1	5	15504	4572	40	39	440,0	30	35	35	45	40	45	45	благоустроенные	50	35
К 2-3	18	1	5	12725	2838	39	43	344,9	30	35	30	45	40	45	40	благоустроенные	50	40
К 3-3	3	2	2	2780	598	41	42	71,4	35	35	35	45	40	45	45	благоустроенные	45	35
К 2-4	12	4	2	2034	487	39	55	66,7	35	45	40	40	40	35	35	благоустроенные	35	40
К 4-2	14	1	5	13495	3608	45	46	370,3	40	45	40	50	45	45	50	благоустроенные	50	45
К 3-4	5	3	4	14333	2302	53	65	371,4	50	50	55	45	50	55	50	благоустроенные	60	50
К 4-3	1	1	3	11158	1774	54	57	51,8	45	45	45	65	55	60	60	благоустроенные	60	55
К 4-4	52	4	2	2255	524	62	70	68,1	65	65	65	60	60	60	60	частично благоустр. и неблагоустр	60	60

Таблица 2.3 - Характеристика групп жилищного фонда города

	Кластер	Кол-во объектов, %	Характеристика	Рекомендации	Объемы и источники финансирования
Новый жилищный фонд	К 1-1	10	МКД средней этажностью 7-8 этажей, 1 группа капитальности, незначительный срок службы и износ. Режим эксплуатации хороший.	Разработка <i>долгосрочных</i> программ капитального и текущего ремонтов с расчетом оптимальных величин взносов в фонд капитального ремонта.	Незначительный размер взносов на ремонт, достаточного для формирования фонда к моменту проведения ремонтно-строительных работ. Финансирование за счет средств собственников.
	К 2-1				
Жилищный фонд в хорошем состоянии	К 1-2	47	МКД средней этажностью 5-9 этажей, 1 группа капитальности, средний срок службы и износ. Режим эксплуатации удовлетворительный.	Проведение капитальных и текущих ремонтов в ближайшие 3-5 лет с целью устранения сверх нормативного износа. Разработка <i>долгосрочных</i> программ капитального и текущего ремонтов с расчетом оптимальных величин взносов.	Повышенный размер взносов на ремонт в ближайшие 3-5 лет с целью проведения ремонтно-строительных работ по устранению сверхнормативного износа. Затем снижение взносов до уровня достаточного для формирования фонда к моменту проведения следующего капитального и текущего ремонтов. Финансирование за счет средств собственников с возможностью привлечения субсидирования.
	К 2-2				
	К 1-3				
	К 3-1				
	К 4-1				
Стареющий жилищный фонд	К 1-4	23	МКД средней этажности 2-5 этажей, 1-4 группа капитальности, значительный срок службы и износ. Режим эксплуатации зданий неудовлетворительный. Признаки морального устаревания.	Проведение капитальных и текущих ремонтов в ближайшие 1-3 года с целью устранения сверхнормативного износа. Модернизация и реконструкция. Разработка <i>долгосрочных</i> программ капитального и текущего ремонтов с расчетом оптимальных величин взносов.	Значительный размер взносов на ремонт. Проведение модернизации и реконструкции. Финансирование за счет средств собственников с привлечением значительных объемов субсидирования.
	К 3-2				
	К 2-3				
	К 3-3				
	К 2-4				
	К 4-2				
Ветхий и аварийный жилищный фонд	К 3-4	20	Малоэтажные МКД (2-4 этажа), в основном 4 группой капитальности, предельный срок службы. Режим эксплуатации неудовлетворительный. Высокий уровень физ. износа и морального устаревания (неблагоустроенные и частично-благоустроенные).	Принятие решения о виде воспроизводственных мероприятий: капитальный и текущий ремонт, реконструкция и модернизация, снос и новое строительство. Проведение ремонтно-строительных работ или расселения в ближайшие 1-3 года. При сохранении МКД разработка <i>среднесрочных</i> программ капитального и текущего ремонтов для выработки остаточного ресурса здания.	Значительный размер взносов в фонды капитального и текущего ремонтов. Финансирование модернизации и реконструкции, сноса и расселения зданий. Финансирование в основном за счет привлечения значительных объемов субсидирования.
	К 4-3				
	К 4-4				

После проведения кластеризации репрезентативной выборки должны быть обработаны данные по всему жилищному фонду города, в результате чего каждый объект будет отнесен в свой кластер. Затем разрабатывается программа капитальных и текущих ремонтов для кластера объектов, сформированных на основе репрезентативной выборки. Она является типовой для всех объектов, попавших в этот кластер, и позволяет сформировать представление о номенклатуре, сроках проведения и объемах ремонтно-строительных работ, на основе чего можно разработать программы технической эксплуатации и календарные планы производства работ, а также рассчитать средние тарифы взносов на капитальный и текущий ремонт по группам однородных объемов. В результате происходит значительное снижение временных, трудовых и финансовых затрат на разработку нормативной документации.

Для тех объектов, которые попадают в кластеры, характеризующиеся низким качеством жилья и высокой степенью износа, необходимо планировать иные воспроизводственные мероприятия, такие как модернизация, реконструкция, снос и новое строительство. Количественный состав подобных кластеров позволит определить необходимый объем инвестирования данных мероприятий.

Однако наиболее важным результатом проведенных исследований является возможность структурного анализа жилищного фонда, который формирует представление об его общем состоянии. При этом систематический мониторинг жилищного фонда позволяет проследить направление и динамику развития изменений, что в свою очередь дает возможность оперативного реагирования на проявляющиеся изменения. При периодическом обследовании и анализе состояния МКД перемещение его в другой кластер будет указывать на изменившееся техническое состояние. Такое перемещение в кластер с лучшими признаками объектов будет свидетельствовать о повышенном уровне качества эксплуатации, а при перемещении в кластер с худшими признаками – на старение дома и необходимости осуществления ремонтно-

строительных работ. Подобный метод мониторинга может служить отличным инструментом контроля обеспечения сохранности жилищного фонда, который согласно ст. 19 п. 6 ЖК РФ «осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти в порядке, установленном Правительством Российской Федерации» [47].

Подход с использованием SOM оказался эффективным для оценки технического состояния, конструктивных особенностей и сравнения объектов жилищного фонда. Выявление МКД, обладающих общими характеристиками (признаками), или самих этих признаков является наиболее существенным для получения ясной картины состояния жилищного фонда территории городской застройки. При этом лишь незначительное количество информации об объектах может быть получено из ряда общедоступных баз данных. Поэтому общее состояние жилищного фонда можно оценить только при соответствующей организации наблюдений, а следовательно необходимо внедрение эффективной системы мониторинга и формирования базы данных объектов жилищного фонда с вовлечением в этот процесс собственников жилья и/или их представителей.

Распределение имеющихся примеров в пространстве признаков характеризуется нерегулярностью, наличием нелинейностей и неоднородностей. Однако разбираться в ситуациях и соответствующих друг другу признаках, выделяя при этом множество нестандартных случаев, чрезвычайно важно [39]. В данной главе показано, каким образом разнообразные признаки могут быть масштабированы в зависимости от поставленных целей. С помощью SOM можно также выявлять нетипичные объекты и компоненты.

Изменения структуры жилищного фонда могут быть учтены посредством исследования скользящих временных окон по каждой из групп наблюдений, а также с помощью адаптации имеющихся SOM к новым данным о структуре жилищного фонда. Индексы состояния жилищного фонда могут вычисляться с помощью составления портфеля имеющихся данных, а также

последовательности из нескольких SOM. Сигналы об изменении структуры жилищного фонда отслеживаются путем сравнения текущих наблюдений, составляющих обновленный портфель данных, с величинами, генерируемые ранее созданной SOM.

Самоорганизующиеся карты эффективны при анализе и оценке технического состояния жилищного фонда, в связи с чем, более широкое их использование при проведении обследования и мониторинга представляется весьма перспективным.

Выводы по второй главе

1. Для повышения качества и обеспечения безопасности эксплуатации жилищного фонда необходимо формирование системно-структурного подхода комплексного воспроизводства, включающего в себя весь перечень воспроизводственных мероприятий в определенном соотношении, позволяя добиться максимального эффекта этих мероприятий при оптимальном соотношении материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Решение такой задачи оптимизации заключается в построении экономико-математической модели на основе баланса стоимостных показателей и технических характеристик жилищного фонда.

2. Первоочередным этапом планирования комплексного воспроизводства является разработка научно-обоснованного организационно-методологического мониторинга и кластеризации жилищного фонда. Одним из универсальных методов кластеризации являются самоорганизующиеся карты Кохонена (SOM), использующие универсальный аппроксиматор – нейронную сеть.

3. Кластеризация позволяет провести структурный анализ жилищного фонда. Выявление объектов, обладающих общими характеристиками (признаками) позволяет получить дискретную информацию о состоянии жилищного фонда территории городской застройки и внутри кластера применять подобные методы решения.

4. Систематический мониторинг жилищного фонда позволяет проследить направление и динамику развития изменений, что в свою очередь дает возможность оперативно реагировать на них.

5. Программа капитальных и текущих ремонтов для кластера объектов, сформированных на основе репрезентативной выборки, является типовой для всех объектов, попавших в этот кластер, на основе чего можно рассчитать средние тарифы взносов на капитальный и текущий ремонты по группам однородных объектов. Детализация кластера позволяет сформировать исходные данные для календарного планирования ремонтно-строительных работ пообъектно, с учетом специфики кластера: номенклатуру, сроки проведения и объемы ремонтно-строительных работ, вид трудовых ресурсов.

Глава 3. Разработка метода календарного планирования ремонта жилых зданий на основе моделей динамического программирования

3.1. Прогнозирование срока службы и технического состояния конструкций, элементов и систем жилых зданий с применением средств интеллектуального анализа

Долговечность зданий в первую очередь определяется сроком службы основных элементов и конструкций. Однако прогнозирование долговечности является очень сложной задачей ввиду необходимости сбора данных о величине износа на протяжении длительного периода времени, который может превышать 100 лет, а в некоторых случаях исчисляется веками. Прогнозирование темпов нарастания износа и оценка долговечности основных конструкций чаще происходит на основании теоретических научных методов, часть из которых описана в главе 1 диссертационного исследования. В настоящее время невозможно безусловно применять какую-либо из современных методик прогнозирования технического состояния конструктивных элементов здания. Все они имеют ограничения и неточности расчетов, таким образом, корректность существующих подходов требует дальнейшего исследования.

ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий», введенные в действие в 1987 г., является основным нормативным документом, на основании которого определяется физический износ жилых зданий. В рамках данного документа разработаны графики изменения физического износа в зависимости от времени эксплуатации следующих конструкций:

- слоистых конструкций;
- системы внутреннего горячего водоснабжения;
- системы центрального отопления;
- системы внутреннего водопровода;
- системы внутренней канализации;
- системы внутреннего электрооборудования.

Графики ВСН 53-86(р) были разработаны с применением статистических методов анализа и прогнозирования состояния реальных объектов, в результате чего построены графики изменения физического износа конструкций в зависимости от времени, показывающих динамику износа на протяжении всего срока службы элемента.

Следует отметить, что нормы ВСН 53-86(р) применяются не только для жилых зданий, но и для других зданий гражданского, и даже промышленного назначения. Существующие графики физического износа разработаны в 1980-х гг. в период массового строительства и с момента начала эксплуатации большинства многоэтажных жилых домов прошло не более 20-40 лет. Поэтому сформировать представление о динамике физического износа конструктивных элементов, основываясь только на традиционных методах статистической обработки данных затруднительно. В рамках работы проведено исследование соответствия реальных показателей динамики износа конструкций с существующими нормативами для определения возможности использования последних для дальнейшего прогнозирования.

Методика подготовки исходных данных для прогнозирования срока службы и технического состояния включает в себя 5 этапов:

I этап – Сбор и обработка данных о техническом состоянии жилищного фонда;

II этап – Классификация конструктивных элементов здания по группам, имеющих сходные показатели надежности и эксплуатационные характеристики;

III этап – Оценка соответствия реальных показателей динамики износа конструкций с нормативными значениями согласно нормам ВСН 53-86(р);

IV этап – Уточнение сроков службы и динамики физического износа конструкций на основании рядов оценок износа конструктивных элементов с применением механизма нейросетевого подхода анализа данных;

V этап – Математическое моделирование сроков службы элементов и конструкций жилых зданий.

I этап – Сбор и обработка данных о техническом состоянии жилищного фонда

Основная проблема при проведении исследования заключалась в сборе и обработке данных о техническом состоянии жилищного фонда, на основании которых можно сформировать представление о динамике изменения физического износа конструктивных элементов зданий. В последние четверть века работ по массовому обследованию жилищного фонда и фиксации изменения его состояния практически не проводилось. Основные существующие источники информации и механизмы формирования такой базы (технические паспорта зданий), рассмотренные в главе 2, содержат отдельные (фрагментарные) данные показателей технического состояния зданий и их конструктивных элементов.

Для проведения исследования подготовлена выборка из 9–10-ти этажных крупнопанельных жилых домов г. Архангельска в количестве 85 зданий, находящихся в ведении 27 управляющих организаций. Расположение объектов, в соответствии с ситуационным планом города, представлено на рисунке 3.1. Структура жилищного фонда в зависимости от местоположения и срока службы зданий представлены на рисунках 3.2 и 3.3. Основу выборки составляют жилые дома со сроком службы 0–35 лет, который был определен на момент последней технической инвентаризации. Часть объектов обследовалась в 1991–2005 гг. Основные данные получены в результате обследований жилищного фонда в период с 2006 по 2012 гг. в связи с реализацией программы капитального ремонта МКД за счет средств Фонда содействия реформированию ЖКХ, в соответствии с федеральным законом №185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию ЖКХ»[132].

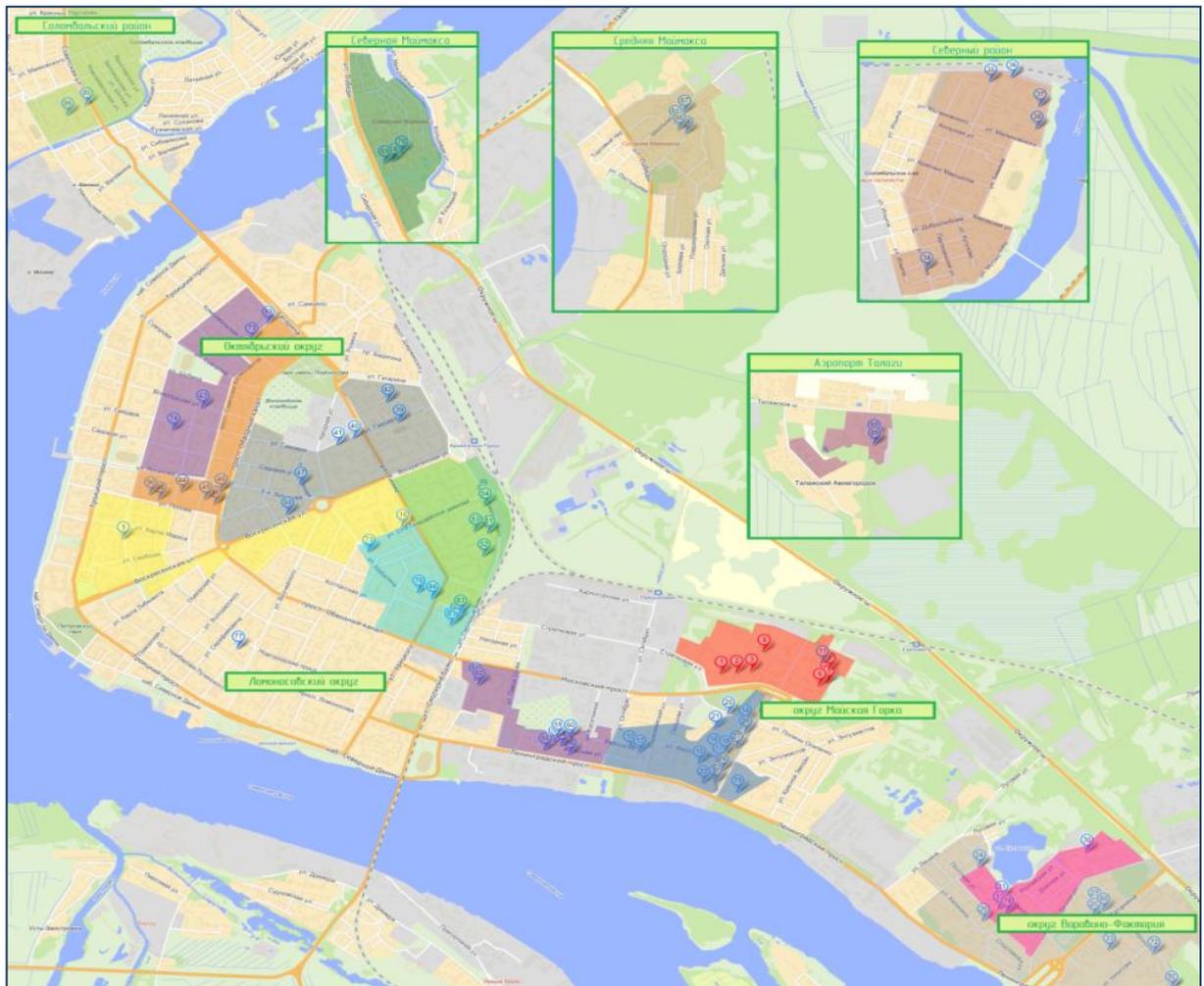


Рисунок 3.1. Ситуационный план расположения объектов исследования

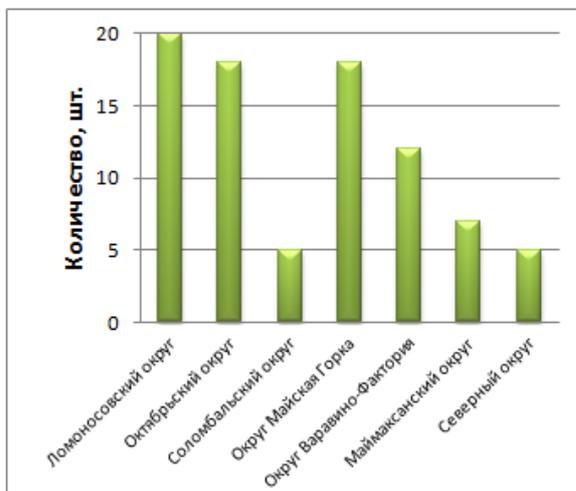


Рисунок 3.2. Структура выборки в зависимости от местоположения

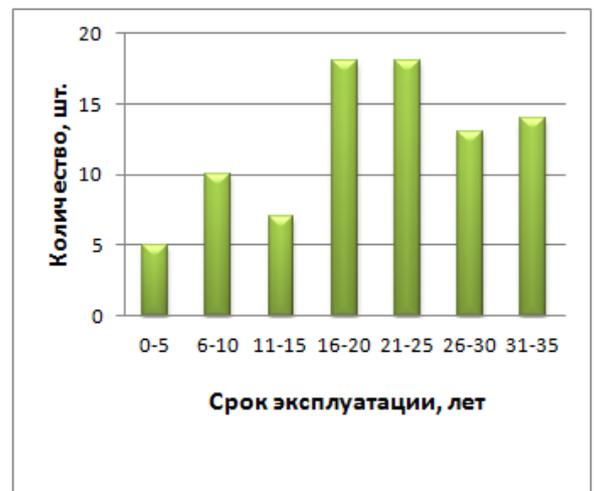


Рисунок 3.3. Структура выборки в зависимости от срока службы зданий

Конструктивные особенности объектов исследования представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Описание конструктивных характеристик объектов исследования

Показатель	Характеристика показателя
Общая характеристика объектов	
Тип объекта, назначение	здание, жилое, панельное
Группа капитальности	I
Конструктивные характеристики	
Тип фундамента	свайные железобетонные
Перекрытия	сборные железобетонные плиты
Наружные стены	3 ^х слойные железобетонные панели
Перегородки	гипсобетонные
Покрытия	сборные железобетонные плиты
Крыша, кровля	рулонная по железобетонным плитам
Полы	наливные бетонные
Оконные проемы	закладные, двойные
Дверные проемы	закладные, одностворчатые, филенчатые
Внутренняя отделка	
Помещения общего пользования	масляная/водоэмульсионная окраска по оштукатуренным стенам, водоэмульсионная окраска потолков
Жилые помещения	обои, окраска, керамическая плитка в санузлах и ваннах
Внутренние санитарно – технические и электрические устройства	
Отопление, ГВС, газоснабжение	центральное
Водопровод	от городской магистрали
Канализация	центральная
Электроосвещение	скрытая проводка 220В
Радио, телефон, телевидение	от городской сети

II этап – Классификация конструктивных элементов здания по группам, имеющих сходные показатели надежности и эксплуатационные характеристики.

Классификация конструктивных элементов здания по группам, имеющих сходные показатели надежности и эксплуатационные характеристики, которые определяют методы эксплуатации того или иного элемента, разработана на базе схемы выбора оптимального варианта поэлементной эксплуатации, представленная на рисунке 1.19.

На основании схемы (рис. 1.19) конструктивные элементы рассматриваемых жилых зданий разделены на группы (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Группы конструктивных элементов здания

	Несущие элементы	Ненесущие элементы	
Несменяемые элементы	Фундамент	-	Долгоживущие элементы
Сменяемые элементы	Стены	Перекрытия и покрытия, лестницы, полы, проемы	Короткоживущие элементы
	-	Кровля, отделка, инженерное оборудование (отопление, водоснабжение, канализация, электроснабжение)	

Большинство конструктивных элементов здания относится к долгоживущим. Несмотря на то, что технологии производства работ позволяют осуществлять замену любых конструктивных элементов здания, в большинстве случаев такая замена является экономически нецелесообразной. Конструкции большинства долгоживущих элементов можно считать не подлежащими замене на протяжении всего периода использования зданий по назначению. Таким образом, в группу несменяемых конструктивных элементов помимо фундаментов относятся стены, перекрытия, покрытия и лестницы, что также регламентировано нормами ВСН 58-88(р).

III этап – Оценка соответствия реальных показателей динамики износа конструкций с нормативными значений согласно нормам ВСН 53-86(р)

Оценка **соответствия** проводилась путем расчета средней относительной ошибки данных обследования от расчетных значений согласно нормам ВСН 53-86(р), которая может быть определена по формуле:

$$\overline{m_{\alpha}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} \quad (3.1)$$

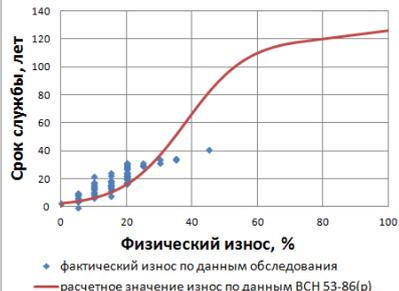
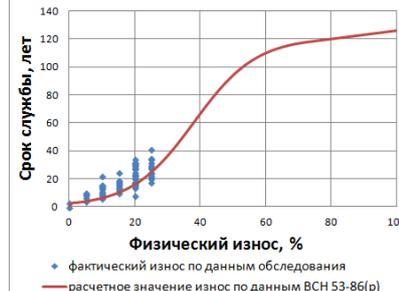
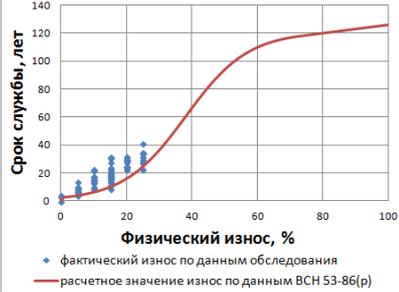
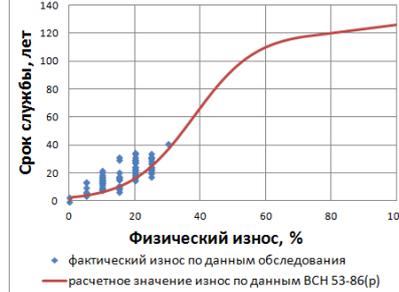
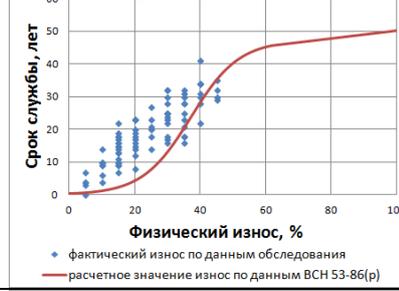
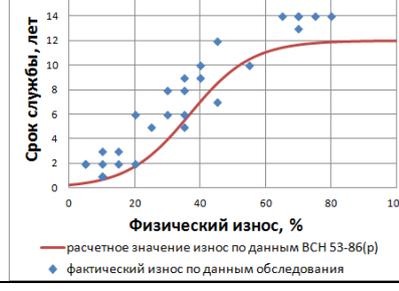
где \hat{Y}_i – расчетное значение;

Y_i – фактические значения временного ряда;

n – число наблюдений.

Графическое представление данных обследования и графики физического износа строительных конструкций согласно ВСН 53-86(р), а также расчет средней относительной ошибки приведены в таблице 3.

Таблица 3.3 – Исследование темпов износа основных долгоживущих конструктивных элементов жилого здания

Конструктивный элемент	График износа конструкции и данные обследования	Средняя квадратичная ошибка, %	Конструктивный элемент	График износа конструкции и данные обследования	Средняя квадратичная ошибка, %
Фундамент		3,12	Наружные стены		2,84
Перекрытия		5,73	Лестницы		3,88
Полы		8,30	Проемы		10,53
Кровля		153,49	Кровля (данные дополнительного обследования)		35,18

Конструктивный элемент	График износа конструкции и данные обследования	Средняя квадратичная ошибка, %	Конструктивный элемент	График износа конструкции и данные обследования	Средняя квадратичная ошибка, %
Отделка		194,94	Инженерное оборудование		5,72

Рассчитанная величина средней относительной ошибки для долгоживущих элементов не превышает 15%, а для основных несущих и ограждающих конструкций около 5%, что соответствует принятой величине достоверности расчетов. Однако подобное отклонение в сроках службы основных долгоживущих конструкций приводит к увеличению долговечности здания на 5-15 лет. Поэтому целесообразно уточнить сроки службы основных несменяемых долгоживущих конструкций с учетом имеющихся данных наблюдений.

Большинство долгоживущих элементов являются несменяемыми или срок их замены к моменту проведения обследования не наступил. Поэтому на статистических наблюдениях темпов изменения износа данных конструкций в первую половину их срока службы в меньшей степени отражается влияние проводимых ремонтно-восстановительных работ, которые ограничиваются периодическими текущими ремонтами, исключая проведение работ по частичной или полной замене конструкции. Таким образом, полученные статистические данные являются достоверными и пригодны для проведения прогнозирования сроков службы и физического износа долгоживущих конструктивных элементов.

Иная ситуация складывается в отношении короткоживущих (сменяемых) элементов, к которым относится отделка и кровля. Полученные на основании технических паспортов данные о состоянии короткоживущих кон-

структивных элементов показывают, что их долговечность значительно превышает нормативные сроки службы. Рассчитанная величина средней относительной ошибки для таких короткоживущих элементов (кровля и отделка) превышает 150%, что не позволяет адекватно оценить соответствие полученных данных ВСН 53-86(р). Причиной такого несоответствия является, прежде всего, отсутствие информации о проведенных капитальных и текущих ремонтах, сроках их проведения и степени восстановления конструкций.

В рамках исследования проведено дополнительное обследование кровель 29 домов из выборки, которое заключалось в определении срока проведения последнего капитального ремонта кровли и физического износа на текущую дату. Полученные статистические данные по кровле, представленные в таблице 3.3, являются достоверными и пригодны для проведения прогнозирования сроков службы и физического износа.

Что касается отделки, то можно утверждать, что в последние годы ввиду отсутствия финансирования она проводилась реже, чем это предписано ВСН 53-86(р). В рамках исследования данных о сроках проведения капитальных ремонтов отделки получено не было, поэтому будем руководствоваться нормативами.

Статистическая обработка данных обследования инженерного оборудования (табл. 3.3) показала, что средняя относительная ошибка составляет около 6% при сравнении с графиком ВСН 53-86 (р) для конструкций с максимальной долговечностью 40 лет. Данные показатели были получены для всего комплекса инженерных сетей жилого дома, включая сети отопления, горячего и холодного водоснабжения, канализации и электроосвещения. Однако перечисленные инженерные сети имеют свои показатели долговечности в диапазоне от 10 лет для системы горячего водоснабжения до 40 лет для систем канализации и электроснабжения. Определить техническое состояние каждой их перечисленных сетей на основании данных имеющейся информационной базы не представляется возможным. Таким образом, принято реше-

ние не использовать статистические данные для дальнейшего прогнозирования.

В виду ограниченной детализации данных о техническом состоянии короткоживущих элементов, прогнозирование сроков службы и физического износа конструкций следует проводить согласно нормативным данным ВСН 53-86(р), которые могут быть уточнены в процессе эксплуатации. Обоснованность принятого решения определяется также тем, что срок службы рассматриваемых короткоживущих элементов небольшой. Поэтому можно утверждать, что при формировании нормативов ВСН 53-86(р) было собрано достаточное количество достоверной статистической информации, на основе которой они были сформированы.

IV этап – Уточнение сроков службы и динамики физического износа конструкций

На четвертом этапе исследования прогнозируется техническое состояние выбранных долгоживущих конструкций (фундаменты, стены, перекрытия и покрытия, лестницы, проемы, полы) на основании рядов оценок износа конструктивных элементов с применением механизма нейросетевого подхода анализа данных с использованием аналитической платформы Deductor разработчика BaseGroup Labs.

Нейронные сети по своей природе нелинейны, что позволяет моделировать сложные зависимости между данными в результате обучения на примерах подобно искусственному интеллекту в работе нервной системы человека. Основу сети составляют нейроны, используемые для обработки данных посредством преобразования связей между ними (рис. 3.4).

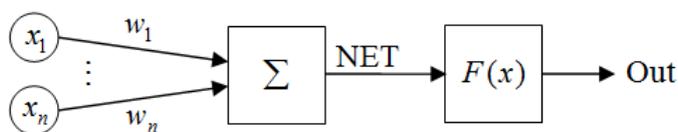


Рисунок 3.4 Структура нейронной сети: x_n – входные сигналы,

w_n – весовые коэффициенты, \sum – сумматор, NET – выход сумматора,
 $NET = \sum x_n \cdot w_n$; $F(x)$ – функция активации, Out – выходной сигнал

Обучение сети равносильно задаче аппроксимации функции, при которой результаты вычислений подаются на выход не напрямую, а через функцию активации. Поэтому нейронную сеть можно представить в виде «черного ящика», на вход которого подаются сигналы, а на выходе получается результат. Это позволяет имитировать любой процесс, в том числе описать и спрогнозировать развитие физического износа с течением времени.

По входным значениям, в качестве которых приняты параметры износа конструкции в интервале $[0...100\%]$, нейросеть сама находит зависимости выходных полей, т.е. возраста, нормализуемого в диапазоне срока службы элемента $[0...T_{сл.}]$.

Для обеспечения точности модели обучающая выборка подвергалась различным методам очистки и трансформации (редактированию аномалий, заполнению пропусков и т.д.). Подготовленная информация в дальнейшем преобразуется внутри сети через функцию активации сигмоидального вида, согласно формуле 3.2, соответствующую характеру графика физического износа элемента и продолжительности его эксплуатации согласно ВСН 53-86(р):

$$Out = \frac{1}{1 + e^{-NET}} \quad (3.2)$$

Варьируя параметры функции (гладкость и непрерывность) была достигнута высокая точность результатов, обеспечивающая адекватность модели. Сам процесс обучения реализован методом обратного распространения ошибки, который позволяет минимизировать среднеквадратичное отклонение текущих значений выходов.

Зависимости выходных полей – срока службы конструктивного элемента – используются для прогнозирования через подачу на вход нейросети значений физического износа с интервалом 5%, в том числе на тех интерва-

лах, на которых данная сеть не обучалась. Сеть сама находит соответствующее данной величине физического износа значение срока службы объекта. На рисунке 3.5 представлен пример графика зависимости срока службы от величины физического износа фундамента.

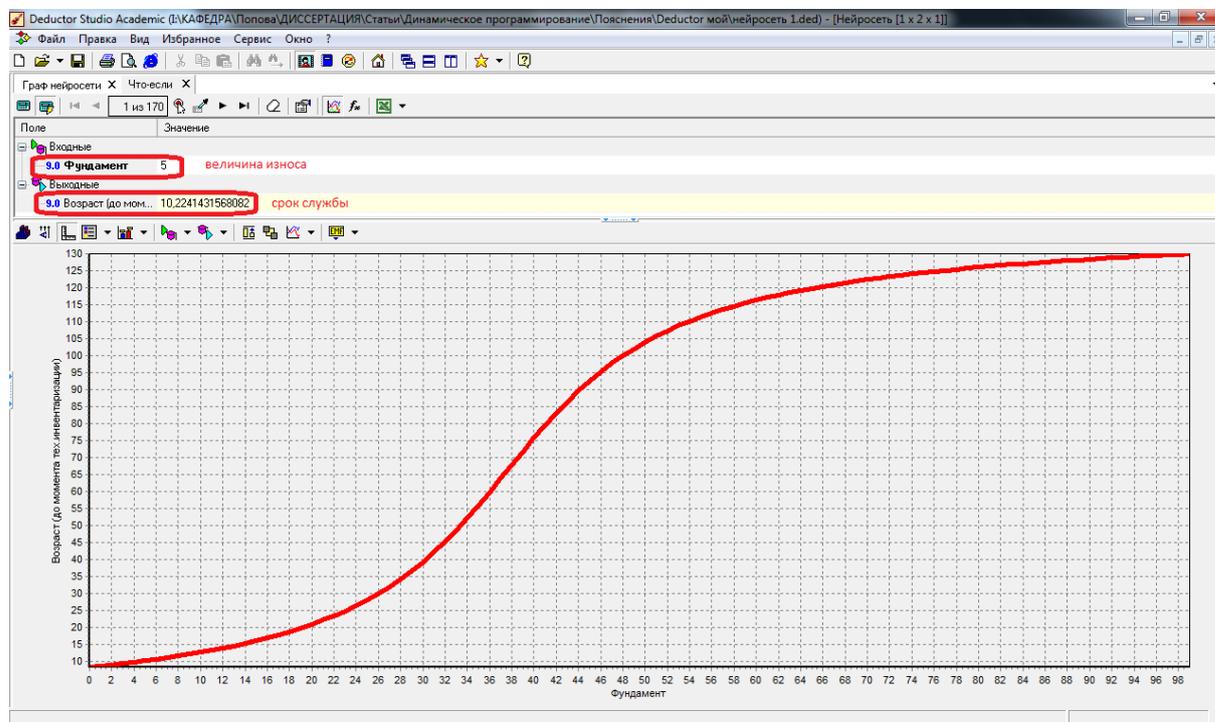


Рисунок 3.5. Графика зависимости срока службы от физического износа фундамента

Применение рассмотренного алгоритма к оценке технического состояния исследуемых объектов позволило получить графики физического износа основных долгоживущих конструктивных элементов (рис. 3.6-3.12).

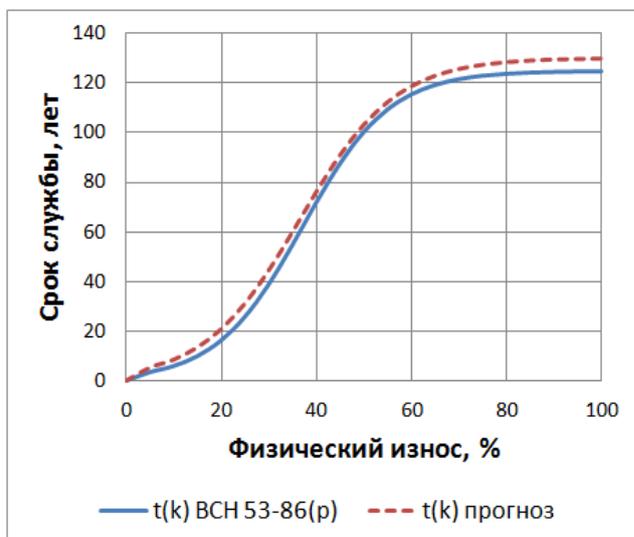


Рисунок 3.6 – График развития физического износа фундамента

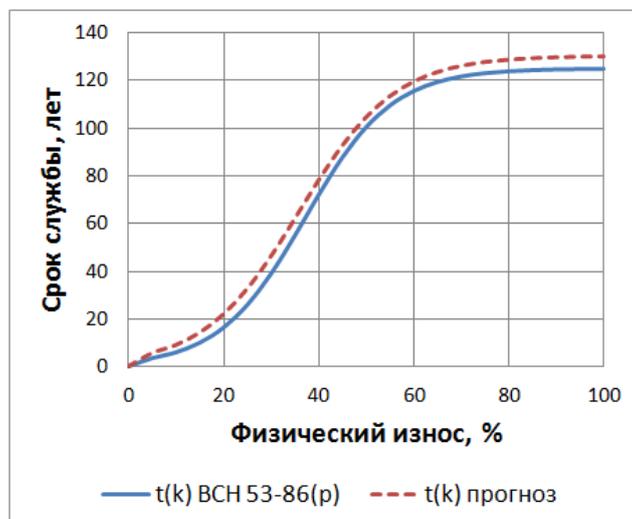


Рисунок 3.7 – График развития физического износа наружных стен

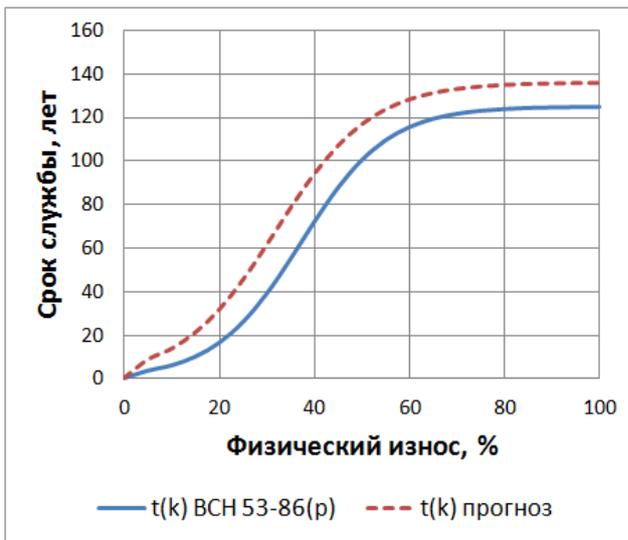


Рисунок 3.8 – График развития физического износа перекрытий

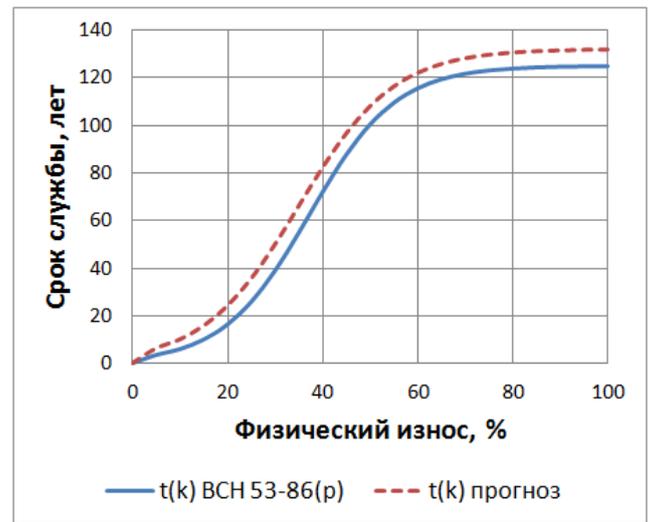


Рисунок 3.9 – График развития физического износа лестниц

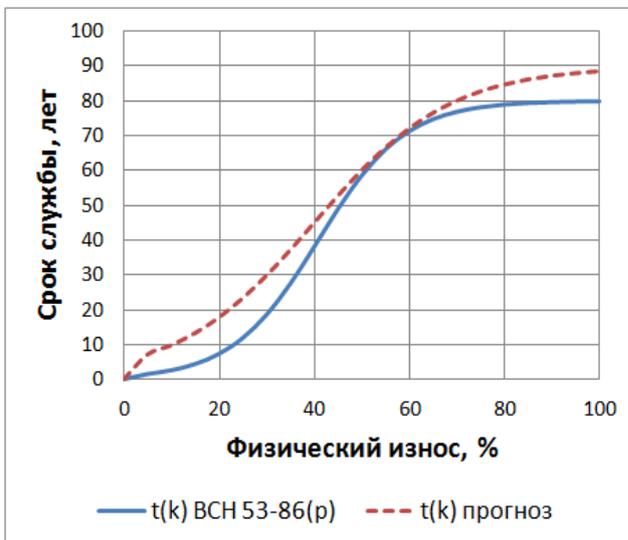


Рисунок 3.10 – График развития физического износа полов

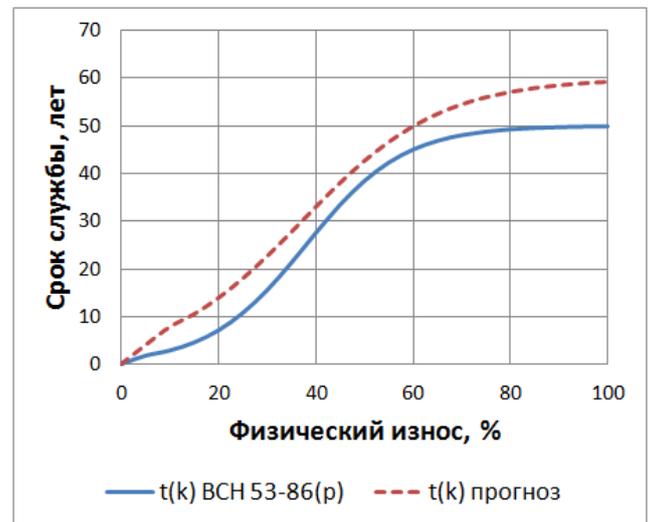


Рисунок 3.11 – График развития физического износа проемов

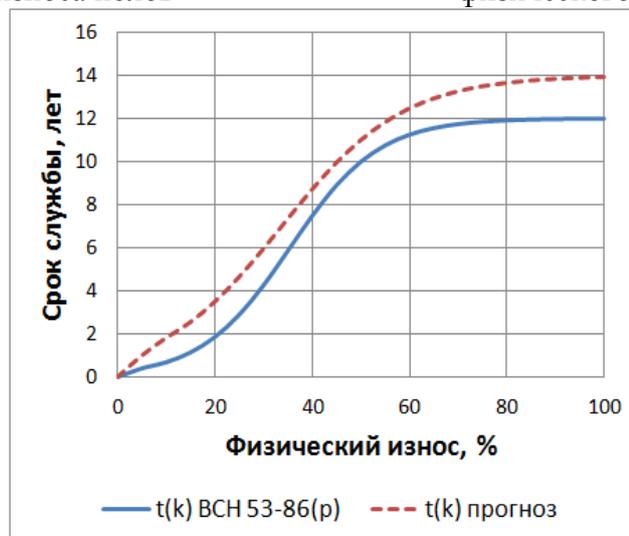


Рисунок 3.12 – График развития физического износа кровли

Построение данных графиков позволяет минимизировать величину средней относительной ошибки, т.е. кривые на графиках являются матожиданиями развития физического износа элементов здания, поэтому их можно использовать в качестве усреднённых значений.

Результаты анализа показали, что у всех основных конструкций темпы развития физического износа аналогичны ВСН 53-86(р), но с запозданием от установленного в нормах срока на 5–10 лет, что вполне допустимо при таких длительных сроках прогнозирования. Как было отмечено выше, прогнозирование срока службы и темпов нарастания износа долгоживущих элементов затруднено, вследствие ограниченности периода необходимых наблюдений. Исследуемая выборка объектов не является репрезентативной для всего срока службы крупнопанельного дома, т.к. наблюдаемое состояние объектов при сроке службы здания до 40 лет ограничивается для долгоживущих элементов износом 30–40%.

В настоящий момент прогнозировать изменение темпа нарастания износа, наблюдаемое в середине цикла, где рост происходит по линейному тренду (ускорение становится равно нулю) со стопроцентной вероятностью нельзя. Отталкиваясь от исследуемого момента времени, динамика нарастания износов может развиваться по трем сценариям: оптимальный (расчетные данные), оптимистичный и пессимистичный (рис. 3.13). Оптимальный сценарий предполагает развитие физического износа согласно темпам нормативных данных ВСН 53-86(р). Оптимистичный сценарий предполагает, что темпы нарастания износа от расчетной точки останутся близкими к нулю на протяжении продолжительного промежутка времени, что приведет к увеличению долговечности конструкции. Согласно пессимистичному сценарию может произойти перелом, который повлечет дальнейшее ускорение нарастания дефектов и сокращения срока службы элемента. В условиях отсутствия статистических данных наблюдений для дальнейшего прогнозирования целесообразно принимать нормативные показатели темпов нарастания износа со-

гласно ВСН 53-86 (р), как вероятностную модель развития физического износа конструкций.

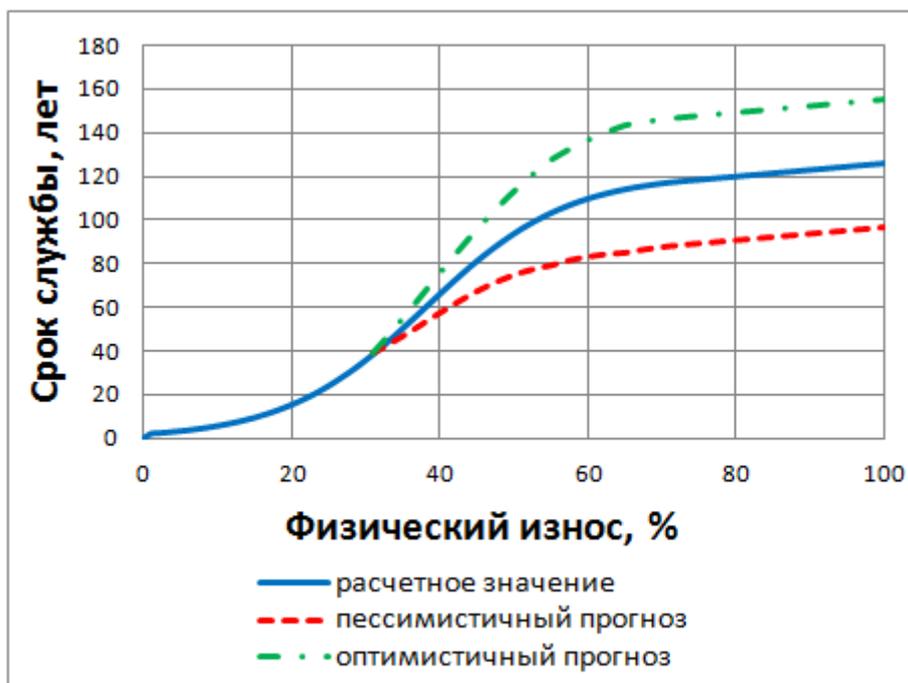


Рисунок 3.13. Прогнозирование темпа нарастания износа

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что для большинства элементов графики износа конструктивных элементов, представленных ВСН 53-86(р) более жестко описывают динамику нарастания износа, чем динамика износа, полученная в результате обработки статистических наблюдений методами нейросетевого моделирования. То есть, фактическая долговечность исследуемых конструкций на момент исследования больше нормативного, что говорит об их высокой эксплуатационной надежности.

Используемый метод нейросетевого моделирования позволяет достаточно точно прогнозировать динамику изменения состояния даже в условиях отсутствия полной статистической информации. Применение нейросетевого метода прогнозирования является целесообразным для разработки новых нормативных показателей для современных конструктивных элементов зданий и сооружений. Однако, точность моделирования может быть повышена при формировании управляющей компанией единой базы данных о состоянии жилищного фонда и сроках проведения ремонтно-восстановительных

работ. Осуществление постоянного мониторинга и учет остаточного ресурса жилых домов позволит сформировать широкий диапазон информации, необходимой для прогнозирования будущего технического состояния конструкций, и как следствие, для разработки оптимального плана ремонтных мероприятий.

V этап – Математическое моделирование сроков службы элементов и конструкций жилых зданий.

Одним из основных недостатков динамики физического износа конструктивных элементов, представленных графиками, является отсутствие описывающих их математических моделей, что затрудняет проведение дальнейших прогнозных расчетов. Таким образом, на четвертом этапе исследования проведено моделирование физического износа на примере конструктивных элементов.

В работах [3, 10, 51, 104, 105, 107] указывается, что для математического моделирования сроков службы основных элементов и конструкций жилых зданий применим закон нормального распределения, а для некоторых ограждающих и защитных конструкций – экспоненциальный закон. Однако, по мнению автора, наиболее приближенным к действительности является моделирование на основе логистической зависимости, поскольку она наиболее точно описывает полный цикл развития.

В большинстве случаев, износ развивается медленно от нулевого уровня, но с возрастающим ускорением. В середине цикла рост происходит по линейному тренду, т.е. ускорение становится равно нулю. В завершающей части цикла при приближении к предельному значению показателя рост замедляется по гиперболе. Обобщенный вид логистической кривой изображен на рисунке 3.14а с диапазоном изменения ординаты $(0; A)$, где середина ряда пересекает ось ординат, при этом кривая не может доходить и касаться ниж-

ней и верхней границ интервала, ограниченных асимптотами $y_1 = 0$ и $y_2 = A$.

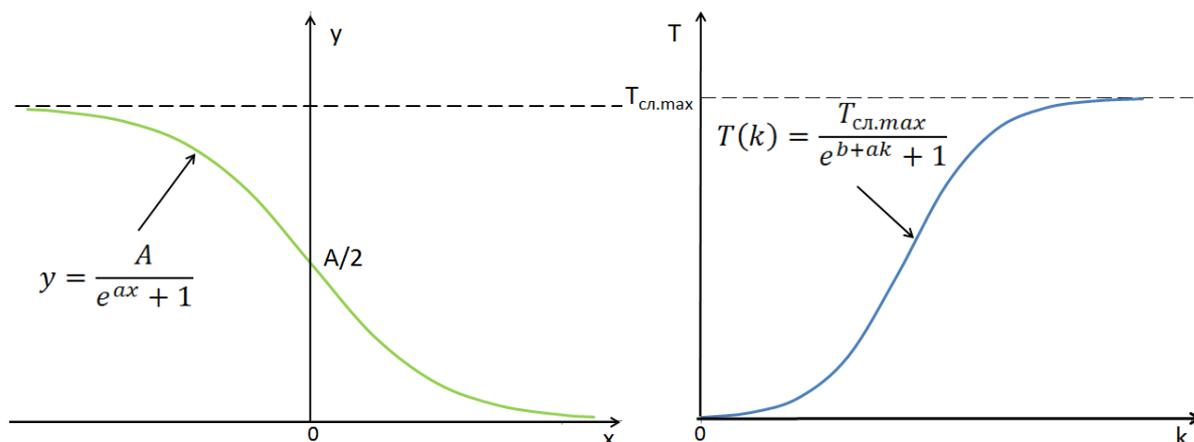


Рисунок 3.14. а) обобщенный вид логистической кривой; б) типовая кривая графика физического износа по ВСН 53-86(р) в виде логистической кривой

Представим кривую графика физического износа по ВСН 53-86(р) в виде логистической кривой [6] (рис. 3.14б):

$$t(k) = \frac{T_{сл.маx} - T_{сл.мин}}{e^{b+ak} + 1} + T_{сл.мин} \quad (3.3)$$

где $T_{сл.маx}$ – нормативный (максимальный) срок службы, лет;

$T_{сл.мин}$ – минимальный срок службы, лет;

a – параметр, определяющий наклон кривой в точке перегиба (для функции износа $a < 0$);

e – основание натурального логарифма;

b – параметр, определяющий положение точки перегиба;

k – физический износ, %.

Особенностью логистического тренда является этап обоснования значений максимального и минимального уровней временного ряда. Это обоснование осуществляется на основе, во-первых, уровней фактического ряда, во-вторых, теоретических, т.е. внешних по отношению к статистике соображений, относящихся к содержанию изучаемого процесса. Минимальный срок службы конструктивного элемента определяется начальным моментом его

эксплуатации, т.е. $T_{сл.маж} = 0$, максимальный – нормативным сроком эксплуатации, следовательно, преобразуем формулу (3.3) к виду:

$$t(k) = \frac{T_{сл.маж}}{e^{b+ak} + 1} \quad (3.4)$$

Уравнение логистического тренда в общем виде непосредственно логарифмировать невозможно. Преобразуем его в форму:

$$\frac{T_{сл.маж}}{t(k)} - 1 = e^{b+ak} \quad (3.5)$$

и обозначим его левую часть как

$$\frac{T_{сл.маж}}{t(k)} - 1 = \hat{\xi} \quad (3.6)$$

$$\text{т.е. } \hat{\xi} = e^{b+ak} \quad (3.7)$$

$$\ln \hat{\xi} = b + ak \quad (3.8)$$

Условие метода наименьших квадратов:

$$\sum (\ln \xi - \ln \hat{\xi})^2 \rightarrow \min \quad (3.9)$$

подставляя значение $\ln \hat{\xi}$, получим:

$$\sum (\ln \xi - b - ak)^2 \rightarrow \min \quad (3.10)$$

После вычисления частных производных по a и b , получаем нормальные уравнения метода наименьших квадратов для логистической кривой, аналогичные таковым для прямой линии, так как заменой на $\hat{\xi}$ фактически проведена линеаризация функции логистической кривой:

$$nb + a \sum k = \sum \ln \xi \quad (3.11)$$

где n – количество наблюдений.

$$b \sum k + a \sum k^2 = \sum k \ln \xi \quad (3.12)$$

При переносе начала отсчета показателей износа в середину ряда система упрощается до двух уравнений с одним неизвестным в каждом из них:

$$nb = \sum \ln \xi, \text{ откуда } b = \overline{\ln \xi} \quad (3.13)$$

$$a \sum k^2 = \sum k \ln \xi, \text{ откуда } a = \frac{\sum k \ln \xi}{\sum k^2} \quad (3.14)$$

Характеристики исследуемых конструктивных элементов и результаты проведенного моделирования представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Моделирование срока эксплуатации конструктивных элементов

Наименование конструкции	Описание	Уравнение функции логистического временного ряда	База моделирования
Фундамент	свайные железобетонные	$t(k) = \frac{130}{e^{3,7-0,10k} + 1}$	Прогнозные данные
Наружные стены	3-х слойные железобетонные панели	$t(k) = \frac{130}{e^{3,6-0,10k} + 1}$	
Перекрытия, покрытия	сборные железобетонные плиты	$t(k) = \frac{136}{e^{3,2-0,10k} + 1}$	
Лестницы	железобетонные	$t(k) = \frac{132}{e^{3,5-0,10k} + 1}$	
Полы	бетонные наливные	$t(k) = \frac{90}{e^{2,8-0,07k} + 1}$	
Оконные проемы	двойные деревянные	$t(k) = \frac{60}{e^{2,6-0,07k} + 1}$	
Дверные проемы	одностворчатые филенчатые		
Крыша, кровля	рулонная по железобетонным плитам	$t(k) = \frac{14}{e^{2,7-0,08k} + 1}$	Данные ВСН 53-86(р)
Отделка	Масляная / водоэмульсионная окраска по оштукатуренным стенам, водоэмульсионная окраска потолков	$t(k) = \frac{10}{e^{3,3-0,08k} + 1}$	
Система центрального отопления	стояки стальные	$t(k) = \frac{30}{e^{3,9+0,10k} + 1}$	
Система внутреннего горячего водоснабжения	стояки и магистрали из стальных черных труб	$t(k) = \frac{10}{e^{3,3-0,08k} + 1}$	
Система внутреннего водопровода	трубопроводы стальные черные	$t(k) = \frac{15}{e^{4,1-0,11k} + 1}$	
Система внутренней канализации	трубопроводы чугунные	$t(k) = \frac{40}{e^{4,3-0,11k} + 1}$	
Система внутреннего электрооборудования	внутриквартирные сети скрытые 220В	$t(k) = \frac{40}{e^{4,3-0,11k} + 1}$	

Примечание: $t(k)$ – функция зависимости срока службы от величины физического износа конструкции

Согласно ВСН 53-86(р) значения физического износа для конструкций, элементов и систем следует округлять до 5%. Вероятность того, что износ окажется в границах доверительного интервала в диапазоне 5% от измеренного значения составляет 90% для основных несущих конструкций (фундамент, наружные стены, перекрытия, покрытия, лестницы), для остальных конструкций 95%.

3.2. Разработка методики оценки ресурса работоспособности конструктивных элементов жилых зданий

Задачей планирования ремонтно-строительных работ является определение периода их проведения, поэтому целесообразно определить зависимость величины износа от времени. На основании данных таблицы 3.4 произведено преобразование функции $t(k)$ в обратную ей функцию $k(t)$:

$$k(t) = \frac{\ln\left(\frac{T_{сл.мах}}{t} - 1\right) + b}{a}, \quad (3.15)$$

где $k(t)$ – физический износ, %;

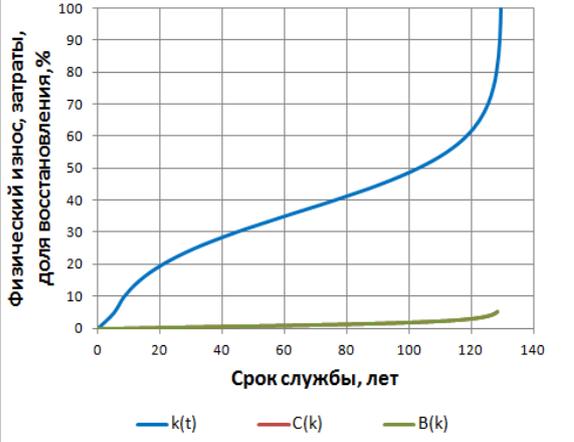
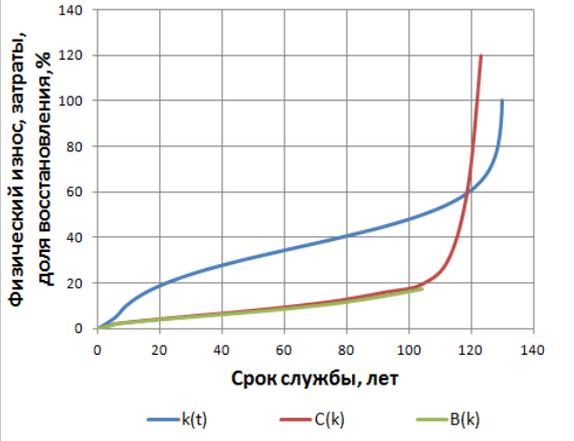
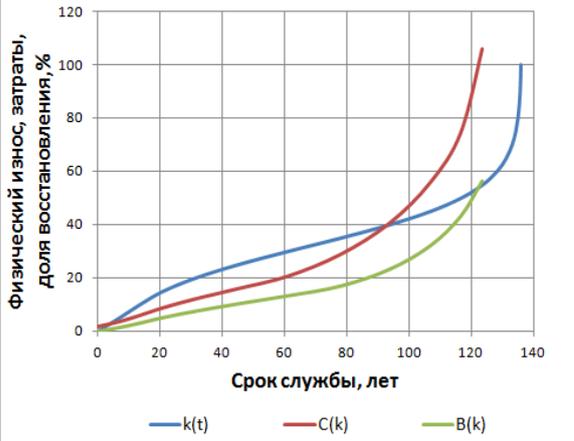
$T_{сл.мах}$ – нормативный срок службы, лет;

a – параметр, определяющий наклон кривой в точке перегиба;

b – параметр, определяющий положение точки перегиба.

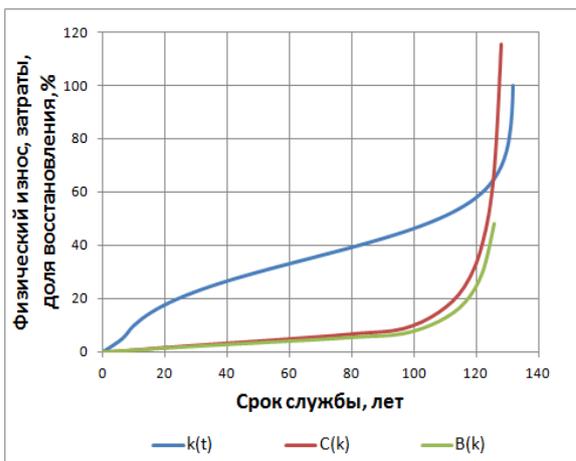
Уравнения функций и их график представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Моделирование физического износа конструктивных элементов и затрат на их восстановление

Графики изменения физического износа, затрат на восстановления и доли восстановления	Уравнение функции
 <p style="text-align: center;">Фундамент</p>	$k(t) = 37,2 - \frac{\ln\left(\frac{130}{t} - 1\right)}{0,10}$ $C(k) = 0,0008k^2 - 0,002k = 0,05$ $B(k) = C(k)$
 <p style="text-align: center;">Наружные стены</p>	$k(t) = 35,2 - \frac{\ln\left(\frac{130}{t} - 1\right)}{0,10}$ $C(k) = \begin{cases} 1,7e^{0,05k}, & 0 \leq k < 50 \\ 0,41k^2 - 40,7k + 1029,6, & k \geq 50 \end{cases}$ $B(k) = C(k) \cdot (0,95 - 0,0015k)$
 <p style="text-align: center;">Перекрытия, покрытия</p>	$k(t) = 32,5 - \frac{\ln\left(\frac{136}{t} - 1\right)}{0,10}$ $C(k) = \begin{cases} 0,01k^2 + 0,22k + 0,2, & 0 \leq k < 30 \\ 0,07k^2 - 3,61k + 61,1, & k \geq 30 \end{cases}$ $B(k) = C(k) \cdot (0,95 - 0,0035k)$

Графики изменения физического износа, затрат на восстановления и доли восстановления

Уравнение функции

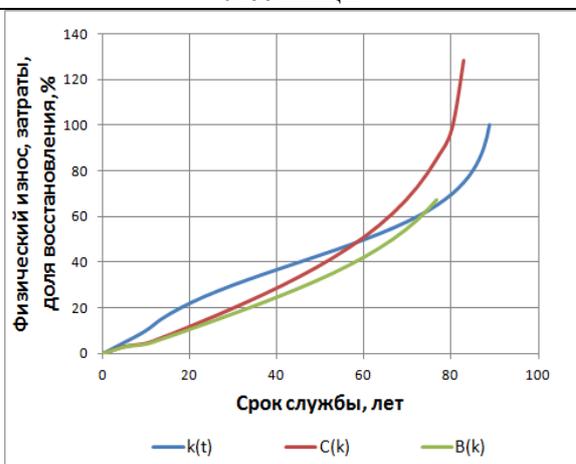


$$k(t) = 36,5 - \frac{\ln\left(\frac{132}{t} - 1\right)}{0,10}$$

$$C(k) = \begin{cases} 0,004k^2 + 0,007k + 0,33, & 0 \leq k < 50 \\ 0,1e^{0,1k}, & k \geq 50 \end{cases}$$

$$B(k) = C(k) \cdot (0,95 - 0,0035k)$$

Лестницы

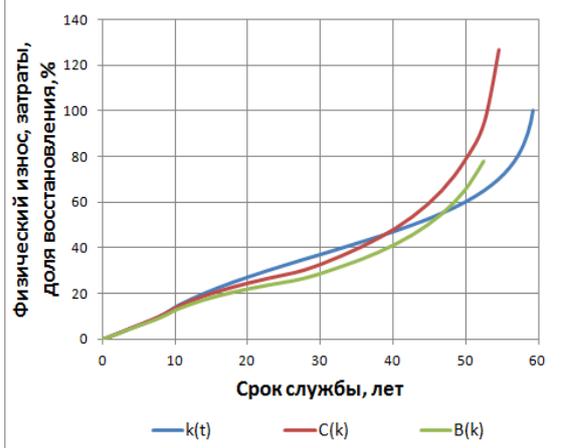


$$k(t) = 40,3 - \frac{\ln\left(\frac{90}{t} - 1\right)}{0,07}$$

$$C(k) = 0,02k^2 - 0,03k + 2,85$$

$$B(k) = C(k) \cdot (0,95 - 0,0025k)$$

Полы



$$k(t) = 38,5 - \frac{\ln\left(\frac{60}{t} - 1\right)}{0,07}$$

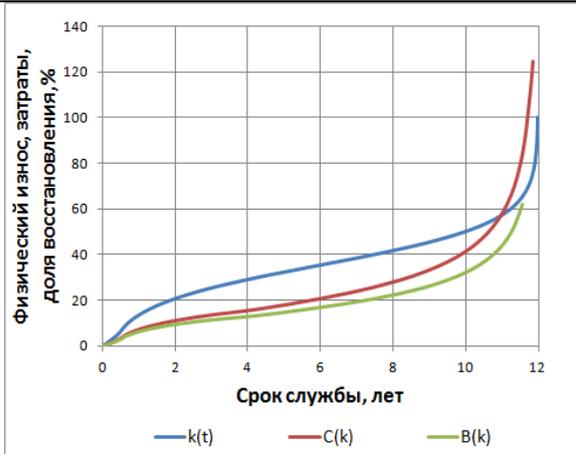
$$C(k) = \begin{cases} -0,006k^2 + 1,07k - 0,05, & 0 \leq k < 35 \\ 8,04e^{0,038k}, & k \geq 35 \end{cases}$$

$$B(k) = C(k) \cdot (0,95 - 0,002k)$$

Проемы

Графики изменения физического износа, затрат на восстановления и доли восстановления

Уравнение функции

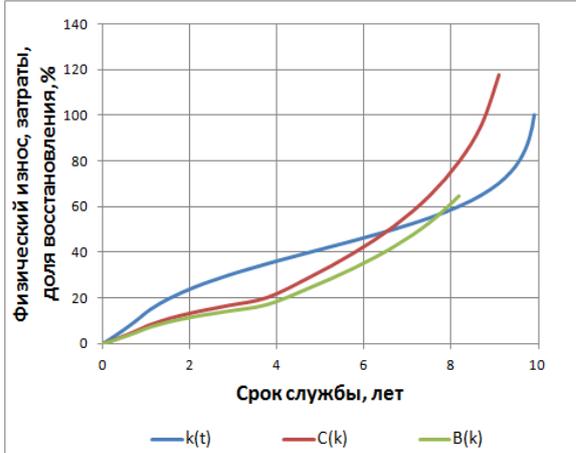


$$k(t) = 35 - \frac{\ln\left(\frac{14}{t} - 1\right)}{0,08}$$

$$C(k) = \begin{cases} 0,54k, & 0 \leq k < 35 \\ 3,95e^{0,047k}, & k \geq 35 \end{cases}$$

$$B(k) = C(k) \cdot (0,9 - 0,0025k)$$

Крыша, кровля

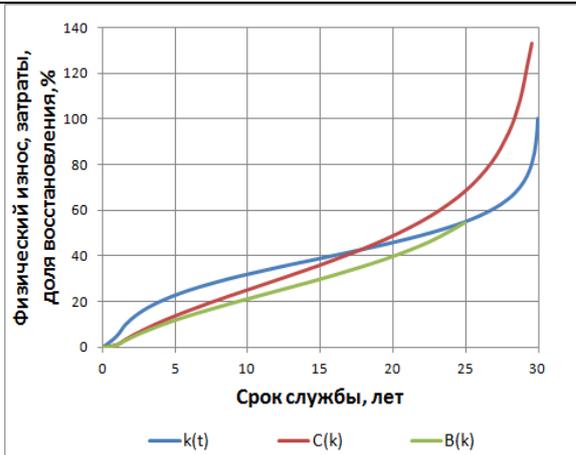


$$k(t) = 40,9 - \frac{\ln\left(\frac{10}{t} - 1\right)}{0,08}$$

$$C(k) = \begin{cases} 0,56k, & 0 \leq k < 35 \\ 0,03k^2 + 0,47k, & k \geq 35 \end{cases}$$

$$B(k) = C(k) \cdot (0,9 - 0,0015k)$$

Отделка



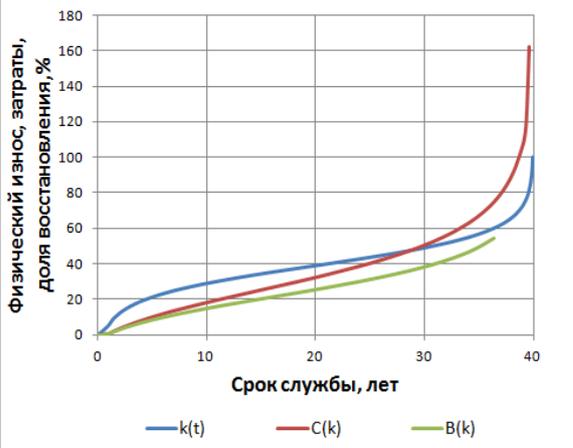
$$k(t) = 37,8 - \frac{\ln\left(\frac{30}{t} - 1\right)}{0,10}$$

$$C(k) = 0,02k^2 + 0,15k$$

$$B(k) = C(k) \cdot (0,9 - 0,002k)$$

Система центрального отопления

Графики изменения физического износа, затрат на восстановления и доли восстановления	Уравнение функции
<p>Система горячего водоснабжения</p>	$k(t) = 40,9 - \frac{\ln\left(\frac{10}{t} - 1\right)}{0,08}$ $C(k) = 0,01k^2 + 0,6k$ $B(k) = C(k) \cdot (0,95 - 0,0015k)$
<p>Система холодного водоснабжения</p>	$k(t) = 39,2 - \frac{\ln\left(\frac{15}{t} - 1\right)}{0,10}$ $C(k) = 0,02k^2 + 0,05k$ $B(k) = C(k) \cdot (0,9 - 0,0035k)$
<p>Система внутренней канализации</p>	$k(t) = 38,9 - \frac{\ln\left(\frac{40}{t} - 1\right)}{0,11}$ $C(k) = 0,02k^2 + 0,004k$ $B(k) = C(k) \cdot (0,9 - 0,0035k)$

Графики изменения физического износа, затрат на восстановления и доли восстановления	Уравнение функции
 <p style="text-align: center;">Система внутреннего электроснабжения</p>	$k(t) = 38,9 - \frac{\ln\left(\frac{40}{t} - 1\right)}{0,11}$ $C(k) = 0,02k^2 + 0,05k$ $B(k) = C(k) \cdot (0,9 - 0,003k)$
<p>Примечание: $k(t)$ – функция зависимости физического износа от срока службы конструкции; $C(k)$ – функция зависимости доли сметной стоимости ремонтно-строительных работ от величины физического износа конструкции; $B(k)$ – функция зависимости доли восстановления конструкции от доли сметной ремонтно-строительных работ и величины физического износа конструкции.</p>	

Нормы ВСН 53-86(р) определяют физический износ как отношение стоимости объективно необходимых ремонтных мероприятий, устраняющих повреждения элемента, системы или здания, к их восстановительной стоимости. Однако, как показывает практика [5, 40, 107, 121, 139], удельный показатель сметной стоимости ремонтно-строительных работ текущего и капитального ремонта не соответствует величине износа, определенной согласно ВСН 53-86(р).

Для конструктивных элементов 9-10-ти этажных крупнопанельных жилых домов (характеристики представлены в таблице 3.1) произведен расчет сметной стоимости ремонтно-восстановительных работ в зависимости от величины физического износа конструктивных элементов здания, определенного на основании признаков износа согласно ВСН 53-86(р), технологии производства ремонтно-строительных работ [7], а также расчет стоимости нового строительства каждого конструктивного элемента. Расчет производился путем составления локальных смет ресурсным методом с применением сборников государственных элементных сметных норм в расчете на единицу измерения конкретного элемента (фундаменты, стены, перекрытия, кровля, полы, проемы, отделка – 100 кв.м. поверхности конструкции; инженерные

системы – 100 м конструкции), а также на основании сборника «Сметных нормативов планирования стоимости работ по капитальному ремонту зданий и сооружений на 2010 г.» [110]. Объем работ принят на основании признаков износа и работ по его устранению, описанных в ВСН 53-86(р). Разработана сводная ведомость удельного показателя сметной стоимости ремонтно-строительных работ в процентах от стоимости нового строительства (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Удельный показатель сметной стоимости ремонтно-строительных работ

Диапазон износа, %	Удельный показатель сметная стоимости ремонтно-строительных работ конструктивных элементов от сметной стоимости нового строительства, %														
	Фундамент	Стены		Перекрытия	Кровля	Полы	Проемы		Отделочные работы	Санитарно-электротехнические работы					Прочие работы
		Наружные и внутренние стены	Перегородки				оконные	дверные		Отопление	Водопровод	Электрообеспечение	Горячее водоснабжение	Канализация	
0-10	1,1 - 3,6	1,7	4,5	2,1	9,5	4,3 - 7,7	12,1 - 21,6	8,8 - 19,2	-	1,4 - 7,1	1,4 - 3,3	5,1 - 15,6	1,3 - 17,9	1,4 - 7,4	1,1 - 1,5
11-20	3,6	2,2 - 3,7	4,5	6,4	9,5	4,3 - 7,7	12,1 - 21,6	8,8 - 19,2	-	1,4 - 7,1	1,4 - 3,3	5,1 - 15,6	1,3 - 17,9	1,4 - 7,4	1,1 - 1,5
21-30	4,3 - 9,7	4,7 - 6,1	6,4 - 19,3	8,1 - 14,1	12,6 - 13,6	19,9 - 39,4	22,8 - 32,4	29,7	5,6 - 23,4	8,0 - 28,4	16,3 - 35,2	18,3 - 41,6	23,9 - 38,6	11,5 - 52,9	3,1 - 6,0
31-40	9,7	7,8 - 10,1	19,3	16,9 - 27,5	13,6	39,4	32,4	29,7	23,4	28,4	35,2	41,6	38,6	52,9	6,0
41-50	15,8 - 23,6	12,9 - 16,7	23,3 - 32,3	28,9 - 46,6	25,5 - 32,0	43,1 - 66,6	35,7 - 78,4	41,5 - 48,3	37,7 - 51,6	45,5	56,0 - 77,7	57,1 - 91,7	43,0 - 78,2	56,3 - 83,9	6,1 - 13,4
51-60	23,6	19,6 - 31,4	32,3	57,1 - 575,4	32,0	66,6	78,4	48,3	51,6	45,5	77,7	91,7	78,2	83,9	13,4
61-70	-	105,3 - 116,4	108,0	105,9	124,7	122,8	130,1	125,3	117,7	133,3	106,5	161,9	120,7	172,5	115,3
71-80	-	-	108,0	105,9	124,7	122,8	130,1	125,3	117,7	133,3	106,5	161,9	120,7	172,5	115,3

На основании величин удельных показателей сметной стоимости ремонтно-строительных работ, представленных в таблице 3.6, произведено моделирование изменения доли затрат на восстановление от величины физического износа. Уравнения функций затрат на восстановление конструктивных элементов $C(k)$, а также их графики представлены в таблице 3.5. Из графиков видно, что на ранних сроках эксплуатации конструктивных элементов стоимость ремонтно-строительных работ текущего характера меньше вели-

чины восстановительной стоимости элемента. Однако, после некоторого периода эксплуатации, когда состояние конструкций приближается к ветхому, затраты на их восстановление резко возрастают. Прежде всего это объясняется тем, что при износе элементов в пределах 61–80% нормы ВСН 53-86(р) предполагают проведение работ по их полной замене, что приводит к росту стоимости ремонтно-восстановительных работ за счет роста затрат по статье «Материалы».

Затраты на восстановление долгоживущих несменяемых конструкций (стены, перекрытия и лестницы) резко возрастают после 100 лет службы, что обусловлено высокими затратами на укрепление элементов. При этом положение [23], регламентирующее продолжительность эффективной эксплуатации, определяет, что данные конструкции не подлежат замене на протяжении всего периода их использования.

Аналогичная ситуация наблюдается при эксплуатации сменяемых элементов (полы, проемы, кровля, отделка, внутренние инженерные системы), затраты на восстановление которых резко возрастают при достижении износа более 60%, когда требуется капитальный ремонт – замена. Затраты на замену значительно превышают сметную стоимость нового строительства.

Следует отметить, что затраты на ремонтно-восстановительные работы предусматривают не только работы по восстановлению аналогичных конструкций, но и подготовительные работы и демонтаж существующих изношенных элементов, увеличивая общую величину трудозатрат, а следовательно и стоимость работ [7]. В результате проведенного исследования было отмечено, что подготовительные и(или) демонтажные работы присутствуют практически при любом виде ремонтно-восстановительных мероприятий и их доля увеличивается при росте физического износа конструкции. В условиях поставленной задачи выделена доля таких работ из общей суммы затрат на основании единичных норм и расценок, и определена степень восстановления каждого конструктивного элемента как разница между общей суммой затрат и стоимостью подготовительных и демонтажных работ. Например,

при отделке доля восстановления конструкции меньше затрат сметной стоимости работ на величину затрат работы по подготовке поверхности стен, включающих работы по расчистке отслаивающейся (старой) краски (ЕНиР20.1-189-3-02-Е, ЕНиР20.1-189-3-01-Е), очистку от загрязнения и удаление пятен (промывка поверхности) (ЕНиР20.1-188-4-01-А), отбивку штукатурки (ЕНиР20.1-181-01-Б) и т.д. Таким образом, была определена функция зависимости доли восстановления конструктивных элементов $B(k)$ от затрат на восстановление и величины износа конструкции.

3.3. Разработка моделей динамического программирования для календарного планирования ремонта жилых зданий

Проведение текущих и капитальных ремонтов является одним из основных мероприятий, обеспечивающих сохранение жилищного фонда. При этом важно четко разграничить понятия текущего и капитального ремонтов. Согласно ГСК РФ [35], капитальный ремонт представляет собой замену и (или) восстановление строительных конструкций объектов капитального строительства или элементов таких конструкций, за исключением несущих строительных конструкций, замену и (или) восстановление систем инженерно-технического обеспечения и их сетей или элементов сетей, а также замену отдельных элементов несущих строительных конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) их восстановление. Текущим ремонтом, в соответствии с МДК 2-04.2004, является ремонт, выполняемый в плановом порядке для восстановления исправности или работоспособности жилого дома, частичного восстановления его ресурса с заменой или восстановлением его составных частей ограниченной номенклатуры, установленной нормативно-технической документацией.

Анализ, представленный в главе 1, свидетельствует об угрозе нарастания преждевременного износа жилищного фонда, высокой потребности в проведении неотложных ремонтов, и о неэффективности действующей системы планирования. Возникает необходимость разработать типовую модель,

позволяющую формировать рациональные программы управления эксплуатацией жилищным фондом. В этой ситуации задача оптимизации сводится к максимизации суммарного экономического эффекта средствами экономико-математического моделирования для долгосрочной перспективы. Практика показывает, что длительные «простои» между проведением ремонтов приводят к высоким затратам на восстановление эксплуатационных свойств зданий. С другой стороны необоснованно высокая частота проведения ремонтных работ также является сверхзатратной и неэффективной.

Планирование текущих и капитальных ремонтов и своевременное их проведение позволит увеличить срок эксплуатации зданий и оптимизировать расходы. Предлагаемый подход направлен на определение оптимальной периодичности выполнения работ, при которой итоговые затраты за все время эксплуатации отдельно элемента будут минимальны. Задачи такого рода решаются посредством применения моделей динамического программирования.

Основой метода динамического программирования является принцип оптимальности, сформулированный Беллманом следующим образом: для получения оптимального решения надо руководствоваться правилом – при любом пути достижения исследуемой системой некоторого состояния предыдущие решения должны принадлежать оптимальной стратегии для остающейся части пути в начале данного состояния.

Процесс принятия решений разбивается на этапы (шаги) и называется многошаговым. На каждом шаге производится оптимизация только этого шага, но с учетом оптимальности всех последующих шагов, т.е. процесса в целом.

Метод динамического программирования, если остаток пути состоит из n шагов, описывается динамическим рекуррентным соотношением:

$$F_j(s_{i-1}) = \min\{f_j(s_{j-1}, Y_j) + F_{j+1}(s_j)\}, \quad j = n-1, n-2, \dots, 1 \quad (3.16)$$

где $F_j(s_{j-1})$ – минимальная стоимость перевода системы (объекта управления) из состояния $(j-1)$ в состояние j ;

s_{j-1} – состояние системы к j -му шагу;

Y_j – управленческое решение, позволяющее достичь требуемое состояние s_j ;

$f_j(s_{j-1}, Y_j)$ – стоимость перевода исследуемой системы из состояния $(j-1)$ в состояние j ;

$F_{j+1}(s_j)$ – стоимость перевода исследуемой системы на $(n-1)$ шагах.

Классическими задачами динамического программирования являются задачи оптимального управления запасами, календарного планирования, распределения ресурсов, производства и хранения продукции во времени, рациональная загрузка транспортных средств, установление режимов замены изношенного оборудования и др. Наиболее подходящей задачей при оптимизации проведения планово-предупредительных ремонтов объектов капитального строительства является задача о замене оборудования. Ее сущность заключается в том, что чем дольше механизм эксплуатируется, тем выше затраты на его обслуживание и ниже его производительность, а значит и прибыль. На рисунке 3.15 задача замены оборудования представлена схематично в виде сети.

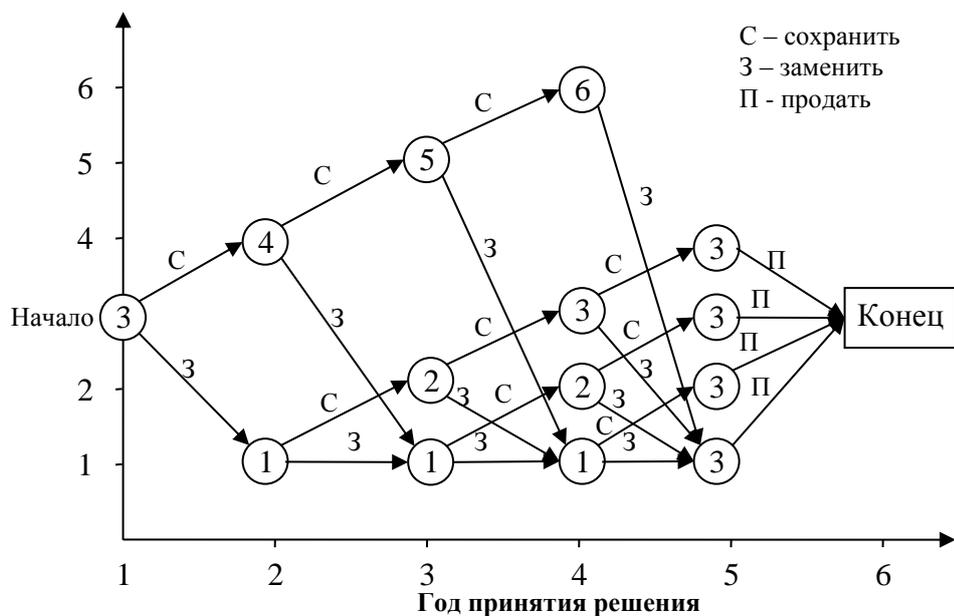


Рисунок 3.15. Схема возможной замены механизма

Возможность применения динамического программирования к решению задачи оптимизации определяется следующими условиями:

1. Задачу можно интерпретировать как n -шаговый процесс управления с аддитивным показателем эффективности.

2. Инвариантность структуры задачи относительно числа шагов, т.е. определяется для любого n и не зависит от него

3. Каждый шаг состояния системы определяется конечным числом s параметров состояния и управляется конечным числом Y_j переменных управления, причем s и Y_j не зависят от числа шагов n .

4. Управленческое решение, принятое на k -м шаге не влияет на предшествующие шаги, а состояние в начале этого шага является функцией только предшествующего состояния и выбранного на нем управленческого решения.

Задача о замене оборудования имеет 2 разновидности:

– при первом типе задачи оптимизация замены оборудования направлена на максимизацию прибыли от эксплуатации оборудования с учетом его производительности, затрат на замену (покупку нового оборудования) и продажи оборудования, который эксплуатировался t лет

– при втором типе задачи оптимизация направлена на минимизацию затрат на эксплуатацию оборудования с учетом затрат на приобретение нового оборудования в начале срока эксплуатации и компенсации за счет реализации оборудования, в конце экономически обоснованного срока службы.

Первый тип задачи не применим для целей оптимизации при эксплуатации жилых зданий, поскольку данная сфера деятельности является затратной, а не доходной. Второй тип задачи о замене оборудования более близок к решаемой задаче, но и здесь имеются ограничения для применения:

– выбор управленческих решений не ограничивается только заменой (капитальным ремонтом) и сохранением элемента, поскольку системой планово-предупредительного ремонта предусмотрены работы текущего характера, которые можно рассматривать как частичную замену (частичное сохранение);

– выбор управленческого решения ограничен продолжительностью межремонтного цикла работ текущего характера, принятой на первом шаге программирования. В противном случае процесс планирования и реализации плана эксплуатации становится трудно контролируемым;

– замена конструктивных элементов не предполагает получения компенсации за счет его реализации в конце срока эксплуатации.

По совокупности остальных условий задачи, перечисленных выше, задача планирования эксплуатации конструктивных элементов здания может быть решена методами динамического программирования при адаптации задачи о замене оборудования с учетом представленных ограничений.

В качестве исходных данных для построения математической модели периодичности проведения работ по текущему и капитальному ремонту используются зависимости развития физического износа элементов и значения доли от восстановительной стоимости элемента после проведения ремонта. Моделирование прогнозирования темпов износа конструкций определены в таблице 3.5.

Расчет параметров модели ведется из предположения:

- эксплуатация типового объекта осуществляется в нормальных условиях;
- темпы нарастания износа соответствуют графиками темпов изменения физического состояния, принятых для прогнозирования;
- период прогнозирования соответствует долговечности основных несущих элементов здания.

Оценка оптимальной продолжительности эксплуатации элементов напрямую связана со значением предельно допустимого физического износа, обеспечивающего требования безаварийной эксплуатации конструкции:

- 61–80% – аварийное состояние, требующее проведения капитального ремонта;
- 0–60% – состояние, требующее проведения периодических текущих ремонтов.

Следует отметить, что капитально ремонтируют (заменяют) только короткоживущие элементы, перечень которых был определен в таблице 3.2. Момент проведения капитального ремонта определяется моментом достижения конструкцией износа 60 и более процентов. Продолжительность периода между капитальными ремонтами зависит от уровня эксплуатации элемента в этот период, т.е. от периодичности проведения текущих ремонтов.

При уменьшении межремонтного срока работ текущего характера, и как следствие увеличение их количества в период между капитальными ремонтами, растет величины затрат на их выполнение. Это позволяет увеличить межремонтный период, а следовательно сократить количество капитальных ремонтов за срок службы объекта. С другой стороны, сокращение затрат на текущий ремонт посредством увеличения межремонтных сроков и уменьшение количества текущих ремонтов приводит к сокращению периода между капитальными ремонтами и увеличению их числа за срок службы объекта.

Следовательно, для планирования ремонтно-строительных работ важное значение имеет определение периодичности проведения текущего ремонта как для короткоживущих, так и для долгоживущих элементов. При этом

необходимо оценить состояние конструктивного элемента после проведения текущего ремонта и динамику развития дефектов до момента проведения следующего текущего или капитального ремонтов.

При моделировании текущих и капитальных ремонтов принимаем следующие допущения:

1. Периодичность проведения работ текущего ремонта одинаковая на протяжении всего срока службы здания. Данное условие обязательно для формирования четкой и понятной для собственника политики планово-предупредительных ремонтов.
2. Поток отказов основных конструкция зданий за время эксплуатации является нестационарным.
3. Большую часть конструкций здания при их отказах ремонтируют (текущий ремонт), либо заменяют (капитальный ремонт).

Вероятность отказа конструкции при постепенном износе является монотонно-возрастающей функцией времени, поэтому можно рассматривать количественную оценку износа элемента как статистическую оценку его неисправности. Аналогичными монотонно-возрастающими во времени функциями являются затраты на ремонтно-строительные работы и доля восстановления элемента после проведения этих работ в зависимости от уровня износа.

Согласно определению текущий ремонт представляет собой частичное восстановление ресурса элемента с заменой или восстановлением его составных частей ограниченной номенклатуры. Таким образом, конструктивный элемент можно рассматривать как совокупность составных частей с определенным уровнем износа, а совокупный износ элемента в каждый момент времени определяется по формуле (3.17):

$$k = \sum_{i=1}^l (k_i \cdot \mathcal{V}B_i) \cdot 100\% \quad (3.17)$$

где k_i – величина физического износа i -ой части элемента;

$\mathcal{V}B_i$ – удельный вес i -ой части элемента;

l – количество частей.

Аналогично понятие стоимости воспроизводства конструкции необходимо воспринимать как 100% частей этой конструкции, имеющих на начальный момент эксплуатации 0% износа. При этом нарастание износа у всех частей конструкции на начальном этапе эксплуатации происходит одинаковыми темпами.

Наблюдения показали (графики изменения затрат на восстановления и доли восстановления элемента табл. 3.5), что при максимальном износе в 60% допускается проведение текущего ремонта, при этом доля восстановления конструкции составляет 30–60%. Следовательно, только определенная часть конструкции может быть восстановлена путем проведения текущего ремонта. Ее величина может быть определена по следующей формуле:

$$UB_{восст} = B(k) \text{ при } k = 60 \quad (3.18)$$

где $B(k)$ – функция восстановления (см. табл. 3.5).

Тогда доля невосстанавливаемой части конструкции составляет:

$$UB_{невосст} = 1 - UB_{восст} \quad (3.19)$$

Нарастание износа невосстанавливаемой части конструкции происходит темпами, соответствующими графику изменения физического износа от срока службы $k(t)$ (рис. 3.16). Вид функции принимаем по данным таблицы 5. Износ восстанавливаемой части изменяется в зависимости от доли восстановления конструкции.

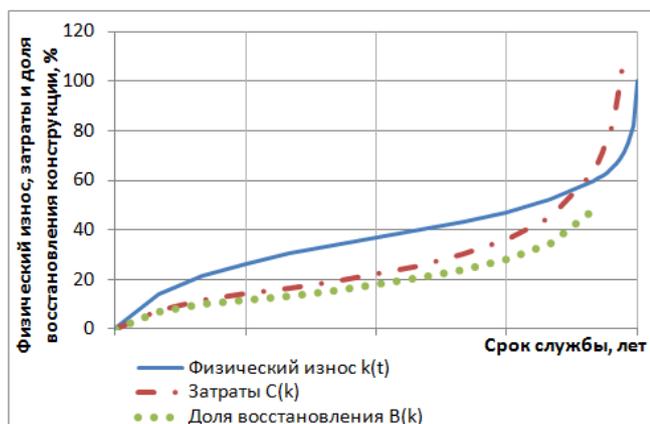


Рисунок 3.16. Обобщенный вид графиков физического износа $k(t)$, удельного показателя сметной стоимости затрат на ремонт $C(k)$ и доли восстановления конструкции $B(k)$

Тогда общий износ конструкции к каждому моменту времени будет определен по формуле (3.20):

$$k = k_{невосст} \cdot UB_{невосст} + k_{восст} \cdot UB_{восст} \quad (3.20)$$

На основании этого, можно сделать вывод, что проведение текущего ремонта влияет только на физический износ восстанавливаемой части, поэтому более подробно рассмотрим модель изменения состояния данной части конструкции.

В результате проведения текущего ремонта заменяется часть конструктивного элемента в размере доли его восстановления $B_{восст}(k)$, которая зависит от износа конструкции в момент времени t_{ij} . Согласно представленным в таблице 3.5 функциям величина восстановления $B(k)$ определяется в долях от стоимости всей конструкции. Как уже было отмечено, восстанавливается только часть конструкции, следовательно, необходимо определить долю восстановления конструктивного элемента от величины восстанавливаемой части:

$$B_{восст}(k) = \frac{B(k)}{UB_{восст}} \quad (3.21)$$

В момент времени t_{ij} величина износа восстанавливаемой части конструкции k_{ij} . В результате проведения текущего ремонта физический износ восстанавливаемого части конструкции снижается до уровня k'_{ij} (рис. 3.17), который можно рассчитать по следующей формуле:

$$k'_{ij} = k_{ij} \cdot (1 - B_{восст}(k_{ij})) + k_0 \cdot B_{восст}(k_{ij}) \quad (3.22)$$

где i – номер периода между капитальными ремонтами;

j – номер текущего ремонта в i -ом периоде между капитальными ремонтами

Величина износа восстановленной части элемента конструкции станет равной нулю $k_0 = 0$, а износ не восстановленной части останется на прежнем уровне. Тогда выражение (3.22) принимает следующий вид:

$$k'_{ij} = k_{ij} \cdot (1 - B_{\text{восст}}(k_{ij})) \quad (3.23)$$

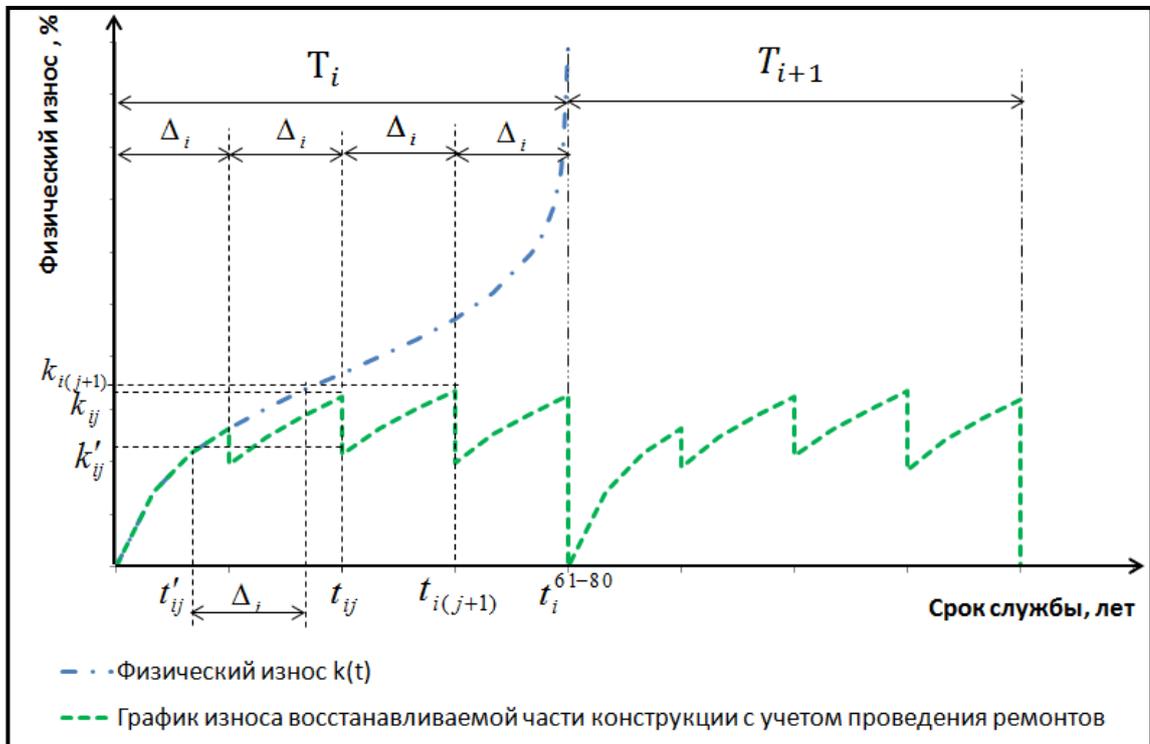


Рисунок 3.17. Расчет износа восстанавливаемой части конструкции

После проведения текущего ремонта и снижения уровня физического износа восстанавливаемого элемента конструкции динамика его износа изменится и будет соответствовать динамике нарастания износа от момента времени t'_{ij} , соответствующего динамике износа нормативного графика износа согласно функции $k(t)$ по таблице 3.5 (рис. 3.17).

К началу следующего текущего ремонта с номером $i(j+1)$ величина износа элемента составит:

$$k_{i(j+1)} = k(t'_{ij} + \Delta_i) \quad (3.24)$$

где Δ_i — продолжительность периода между текущими ремонтами в i -ом периоде между капитальными ремонтами.

Последовательность действий повторяется до момента достижения конструкцией износа 61–80%, после чего производится капитальный ремонт конструкции в момент времени $t_{(i+1)0}$ – ее полная замена.

Общий износ конструкции определяется по выражению (3.20). График износа с учетом ремонтов представлен на рисунке 3.18.

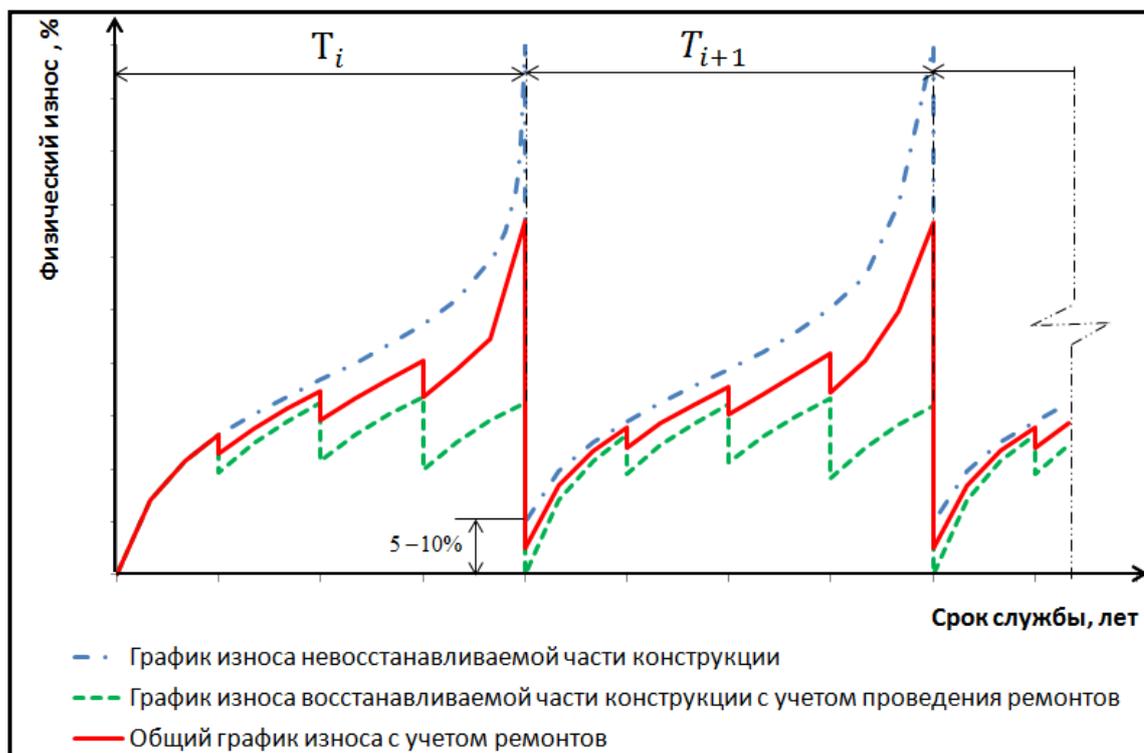


Рисунок 3.18. График планирования проведения планово-предупредительных ремонтов

Капитальный ремонт конструктивных элементов здания в большинстве случаев не гарантирует снижение уровня их износа до 0%, который чаще всего остается на уровне 5–10% (рис. 3.18). Это связано, прежде всего, с тем, что здание представляют собой сложные связанные системы и изменение состояния отдельных элементов влияет на изменение состояния других элементов. При эксплуатации невозможность или нецелесообразность замены многих долгоживущих конструкций влечет изменение состояния даже замененных короткоживущих элементов, не позволяя устранить все дефекты, возникшие за период их эксплуатации.

После моделирования изменения физического износа конструктивных элементов при проведении текущих и капитальных ремонтов на протяжении срока служба здания определяются затраты, необходимые для осуществления

ремонтно-строительных работ для каждого момента времени эксплуатации объекта по функции $C(k)$ согласно урону износа конструкции в этом момент времени t_{ij} .

Для обоснования оптимальной периодичности работ и построения перспективного плана их проведения рассчитаны временные диаграммы различных вариантов. Каждый конструктивный элемент имеет несколько расчетных графиков в зависимости от периодичности проведения текущих ремонтов (расчетные графики при различной периодичности текущего ремонта на примере кровли представлены в Приложении Д). Прогнозирование ведется на 130 лет, который определяется как минимальным сроком службы несменяемых конструкций (в соответствии с расчетными диаграммами срок службы стен с учетом проведения текущих ремонтов составляет 130 лет). Решением задачи в формализованном виде является выражение (3.25), которое предусматривает минимизацию суммарных затрат при выбранной периодичности работ на протяжении всего срока эксплуатации за счет оптимальной стоимости проведения текущих ремонтов и увеличения (отдаления) сроков капитальных ремонтов:

$$C_{\text{сум.м}} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m C(k_{ij}) + C(k_i^{61-80}) \right) \rightarrow \min \quad (3.25)$$

где $C(k_{ij})$ – удельный показатель сметной стоимости затрат текущего ремонта от стоимости воспроизводства конструктивного элемента, %;

$C(k_i^{61-80})$ – удельный показатель сметной стоимости капитального ремонта от стоимости воспроизводства конструктивного элемента, %;

k_{ij} – износ конструктивного элемента в момент времени t_{ij} проведения j -го текущего ремонта в период i -го цикла между капитальными ремонтами, %;

k_i^{61-80} – износ конструктивного элемента в момент времени t_i^{61-80} проведения капитального ремонта, %;

n – количество капитальных ремонтов конструктивного элемента за срок службы объекта;

m – количество текущих ремонтов конструктивного элемента за один период между капитальными ремонтами.

Результатом проведенных расчетов является суммарный удельный показатель сметной стоимости ремонтно-строительных работ капитального и текущего ремонта на протяжении всего срока эксплуатации объекта. Однако данный показатель не отражает оптимальность принимаемого решения с точки зрения надежности конструктивных элементов в течение этого периода, поскольку снижение затрат на эксплуатацию неизбежно ведет к увеличению темпов нарастания износов. Для определения оптимального варианта планирования работ введен показатель приведенных затрат, который представляет собой произведение удельного показателя сметной стоимости ремонтно-строительных работ и износа конструктивного элемента (системы инженерного оборудования) за период эксплуатации перед следующим ремонтом:

$$П = C \cdot k^\gamma \quad (3.26)$$

где C – удельный показатель суммарной сметной стоимости затрат на ремонтно-строительные работы конструктивного элемента за срок службы здания, в долях единицы;

k^γ – величина износа (перед следующим ремонтом) конструктивного элемента в процессе эксплуатации здания, в долях от единицы;

γ – показатель, связывающий уровень технического состояния с уровнем затрат на проведение ремонтно-строительных работ; для капитальных ремонтов $0 < \gamma \leq 1$ (для текущих – $1 < \gamma \leq 2$); при $\gamma \rightarrow 0$ повышается уровень износа, при котором необходимо проведение ремонтно-строительных работ; при $\gamma > 1$ резко увеличивается стоимость капитальных ремонтов, в связи с увеличением их частоты проведения. На основе анализа существующих характеристик износа получено оптимальное значение $\gamma = 0,33$, соответ-

ствующее износу в 70%. Оптимизация данного показателя позволяет найти наилучшее соотношение между ценой (затратами на ремонт) и качеством (уровнем технического состояния).

Кроме того, введен показатель суммарных приведенных затрат, который представляет собой произведение суммарного удельного показателя сметной стоимости ремонтно-строительных работ и среднего износа конструктивного элемента (системы инженерного оборудования) за период эксплуатации здания:

$$P_{\text{сумм}} = \frac{C_{\text{сумм}} \cdot k_{\text{ср}}}{10000} \quad (3.27)$$

где $C_{\text{сумм}}$ – удельный показатель суммарной сметной стоимости затрат на ремонтно-строительные работы конструктивного элемента за срок службы здания, %;

$k_{\text{ср}}$ – средняя величина износа конструктивного элемента за срок службы здания, %, определяемая по формуле (3.28):

$$k_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{k_{ij} + k'_{ij}}{2} + \frac{k_i^{61-80} + k'_i{}^{61-80}}{2} \right) \quad (3.28)$$

где k_{ij} и k'_{ij} – износ конструкции в момент времени t_{ij} до и после проведения текущего ремонта соответственно, %;

k_i^{61-80} и $k'_i{}^{61-80}$ – износ конструкции в момент времени t_i^{61-80} до и после проведения капитального ремонта соответственно, %.

Задача оптимизации ремонтно-восстановительных работ с использованием описанной модели была решена в автоматизированной среде Microsoft Excel. Основные экономические показатели выбранных вариантов представлены в таблице 3.7.

Минимальная величина приведенных затрат является оптимальным соотношением между уровнем затрат на ремонтно-строительные работы и средней величиной физического износа конструкций в течение их срока

службы. В таблице 3.7 минимальные приведенные затраты выделены цветом. Графики оптимальных вариантов периодичности ремонтных работ и износа с учетом восстановления на примере наружных стен и кровли представлены на рисунках 3.19–3.20. Графики для всех конструкций представлены в Приложении Е.

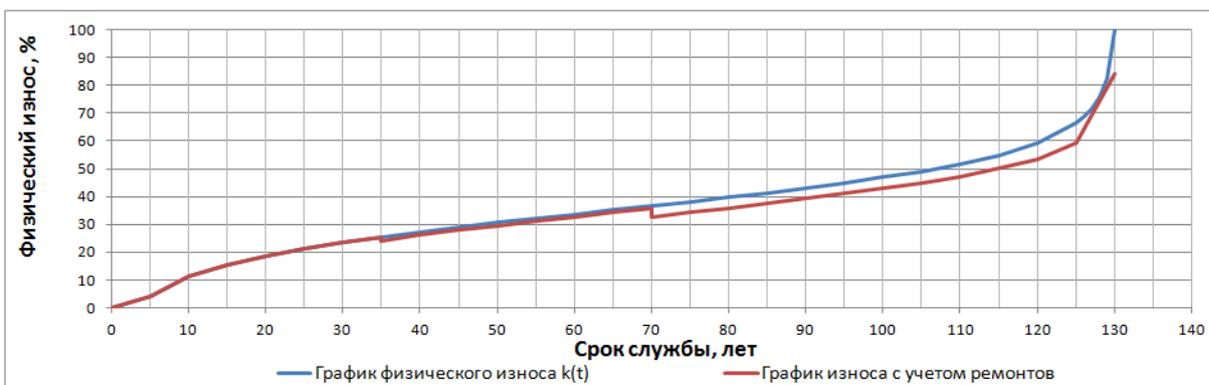


Рисунок 3.19. График износа наружных стен с учетом восстановления



Рисунок 3.20 График износа кровли с учетом восстановления

Таблица 3.7 – Выбор оптимального варианта периодичности ремонтных работ

Наименование конструктивного элемента	Показатель	Периодичность проведения текущих ремонтов															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40
		Несущие долгоживущие элементы															
Фундамент	$C_{сумм},\%$	-	-	-	-	26,982	-	-	-	-	14,391	10,194	8,101	4,355	3,076	3,800	4,993
	$k_{ср},\%$	-	-	-	-	33,706	-	-	-	-	33,829	33,907	33,964	34,025	37,281	34,073	34,107
	$\Pi_{сумм}$	-	-	-	-	0,091	-	-	-	-	0,049	0,035	0,028	0,015	0,011	0,013	0,017
Стены	$C_{сумм},\%$	-	-	-	-	199,01	-	-	-	-	111,45	60,832	44,640	37,948	14,689	16,643	18,813
	$k_{ср},\%$	-	-	-	-	28,163	-	-	-	-	29,128	29,860	30,322	30,602	31,888	31,661	31,506
	$\Pi_{сумм}$	-	-	-	-	0,560	-	-	-	-	0,325	0,182	0,135	0,116	0,047	0,053	0,059
Перекрытия	$C_{сумм},\%$	-	-	-	-	386,09	-	-	-	-	193,16	118,35	98,281	96,455	78,576	54,126	69,303
	$k_{ср},\%$	-	-	-	-	19,857	-	-	-	-	21,063	21,797	22,325	22,850	23,063	23,277	23,606
	$\Pi_{сумм}$	-	-	-	-	0,767	-	-	-	-	0,407	0,258	0,219	0,220	0,181	0,126	0,164
Лестницы	$C_{сумм},\%$	-	-	-	-	137,20	-	-	-	-	61,460	47,185	40,389	45,805	15,830	9,307	10,697
	$k_{ср},\%$	-	-	-	-	25,286	-	-	-	-	32,898	33,754	34,302	34,607	33,570	33,700	33,569
	$\Pi_{сумм}$	-	-	-	-	0,347	-	-	-	-	0,202	0,159	0,139	0,159	0,053	0,031	0,036
		Ненесущие долгоживущие элементы															
Покрытия полов	$C_{сумм},\%$	-	-	-	-	563,28	-	-	-	-	344,01	311,49	253,93	242,39	183,57	190,19	191,36
	$k_{ср},\%$	-	-	-	-	23,79	-	-	-	-	25,87	26,97	27,66	28,14	29,68	29,39	29,33
	$\Pi_{сумм}$	-	-	-	-	1,34	-	-	-	-	0,89	0,84	0,70	0,68	0,54	0,56	0,56
		2.2 Ненесущие короткоживущие элементы															
Кровля	$C_{сумм},\%$	3286,01	2212,70	1980,49	1508,91	1575,95	1317,09	1330,52	1399,37	1424,17	1498,44	-	-	-	-	-	-
	$k_{ср},\%$	27,89	30,07	31,11	31,60	32,85	33,31	34,81	32,55	34,12	34,00	-	-	-	-	-	-
	$\Pi_{сумм}$	9,16	6,65	6,16	4,77	5,18	4,39	4,63	4,56	4,86	5,09	-	-	-	-	-	-

Наименование конструктивного элемента	Показатель	Периодичность проведения текущих ремонтов															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40
Отделка	$C_{\text{сумм}},\%$	4002,73	2792,35	2129,55	1981,86	1850,06	1999,74	2192,72	2480,58	-	-	-	-	-	-	-	-
	$k_{\text{ср}},\%$	30,40	33,04	35,54	35,01	37,35	36,36	36,02	36,60	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\Pi_{\text{сумм}}$	12,17	9,22	7,57	6,94	7,01	7,27	7,90	9,08	-	-	-	-	-	-	-	-
Проемы	$C_{\text{сумм}},\%$	-	-	-	-	561,81	-	-	-	-	468,04	416,45	371,05	303,78	315,11	336,17	345,31
	$k_{\text{ср}},\%$	-	-	-	-	22,53	-	-	-	-	24,90	26,02	27,08	29,34	28,79	28,65	28,81
	$\Pi_{\text{сумм}}$	-	-	-	-	1,27	-	-	-	-	1,17	1,08	1,00	0,89	0,91	0,96	0,99
Санитарно-электротехнические системы																	
Отопление	$C_{\text{сумм}},\%$	2646,56	-	-	-	1097,55	-	886,735	-	-	815,68	675,85	725,63	808,18	-	-	-
	$k_{\text{ср}},\%$	23,66	-	-	-	28,36	-	29,766	-	-	30,67	32,44	32,34	33,66	-	-	-
	$\Pi_{\text{сумм}}$	6,26	-	-	-	3,11	-	2,639	-	-	2,50	2,19	2,35	2,72	-	-	-
ГВС	$C_{\text{сумм}},\%$	4955,74	3244,42	2390,54	2657,17	2011,23	2112,45	2234,66	2406,04	-	-	-	-	-	-	-	-
	$k_{\text{ср}},\%$	28,72	31,57	34,33	33,87	36,37	35,92	36,11	37,01	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\Pi_{\text{сумм}}$	14,23	10,24	8,21	9,00	7,31	7,59	8,07	8,91	-	-	-	-	-	-	-	-
ХВС	$C_{\text{сумм}},\%$	3840,44	2500,71	2206,99	2051,04	1793,36	1888,38	1540,15	1570,47	1603,60	1641,31	-	-	-	-	-	-
	$k_{\text{ср}},\%$	28,75	30,93	31,83	32,50	33,48	33,50	35,21	35,01	34,94	35,03	-	-	-	-	-	-
	$\Pi_{\text{сумм}}$	11,04	7,74	7,03	6,67	6,00	6,33	5,42	5,50	5,60	5,75	-	-	-	-	-	-
Канализация	$C_{\text{сумм}},\%$	-	-	-	-	1065,80	-	-	-	-	795,96	724,48	619,24	644,93	679,82	-	-
	$k_{\text{ср}},\%$	-	-	-	-	30,05	-	-	-	-	31,95	32,87	34,31	34,19	34,69	-	-
	$\Pi_{\text{сумм}}$	-	-	-	-	3,20	-	-	-	-	2,54	2,38	2,12	2,21	2,36	-	-
Электроснабжение	$C_{\text{сумм}},\%$	-	-	-	-	1070,02	-	-	-	-	716,65	714,64	593,30	621,32	-	-	-
	$k_{\text{ср}},\%$	-	-	-	-	27,28	-	-	-	-	30,61	30,79	32,87	33,26	-	-	-
	$\Pi_{\text{сумм}}$	-	-	-	-	2,92	-	-	-	-	2,19	2,20	1,95	2,07	-	-	-

Графики ремонта конструктивных элементов здания были рассчитаны исходя из предположения, что все конструкции в начальном моменте планирования являются новыми, т.е. являются конструктивными элементами нового здания с нулевым сроком эксплуатации. Однако, большинство объектов жилой застройки имеют значительные сроки эксплуатации, а их конструктивные элементы подвергались как текущему, так и капитальному ремонту. Таким образом, требуется адаптировать разработанные модели к существующему комплексу объектов управления с учетом их текущего технического состояния. Для этого необходимо переместить полученные оптимальные временные диаграммы вдоль оси прогнозного периода до точки времени, при котором величина физического износа соответствует состоянию элемента на момент обследования.

В результате проведенной кластеризации жилищного фонда г. Архангельска были выделены группы объектов, которые обладают высоким уровнем сходства и, соответственно, одинаковые величины физического износа по каждому конструктивному элементу (рис. 2.13 и табл. 2.1 и 2.2). Для расчета календарного плана ремонтно-строительных работ типового МКД значения показателей приняты усредненными. Программа проведения капитальных и текущих ремонтов для объектов, входящих в один кластер, позволяет рассчитать средние тарифы взносов на капитальный и текущий ремонт по каждому кластеру однородных объектов.

Методика календарного планирования капитальных и текущих ремонтов рассмотрена на основе кластера К 4-1, детализация которого приведена в таблице 2.1.

Первым этапом календарного планирования ремонтно-строительных работ жилищного фонда для кластера стала разработка программы эксплуатации для каждого конструктивного элемента с учетом его технических характеристик (табл. 2.1), а именно особенностей конструктивного решения и уровня физического износа. Для этих целей построены графики износа конструктивных элементов для кластера путем перемещения полученных опти-

мальных графиков износа с учетом ремонтов (рис. 3.19–3.20 и Приложение Е) вдоль оси прогнозного периода, т.е. на оптимальном графике износа находится точка, соответствующая износу конструкции в момент обследования и график передвигается от этого момента времени до момента времени, соответствующего сроку службы элемента. Результаты расчетов на примере наружных стен и кровли представлены на рисунках 3.21–3.22. Графики износа для всех конструкций с учетом ремонтов объектов кластера К 4-1 представлены в Приложении Ж.

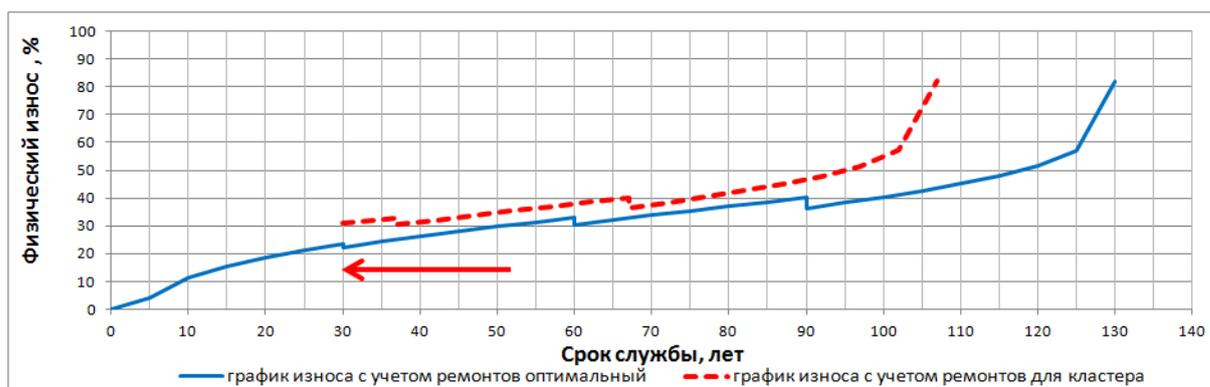


Рисунок 3.21. График износа наружных стен с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок 3.22 График износа кровли с учетом ремонтов для кластера К 4-1

Перемещения графика износа конструктивных элементов для кластера относительно оптимального графика вправо говорит о том, что в текущий момент времени состояние этого конструктивного элемента лучше, чем конструктивных элементов при нормальном режиме эксплуатации. Это в свою очередь свидетельствует о достаточно качественном уровне эксплуатации. Для рассматриваемого кластера подобное смещение наблюдается только у некоторых короткоживущих сменяемых элементов (кровля, отделка, системы

отопления и горячего и холодного водоснабжения). При этом величина смещения незначительная и составляет в среднем 2-3 года.

Для большинства элементов (в основном долгоживущих элементов) наблюдается иная ситуация. Смещение состояния конструктивных элементов зданий, входящих в рассматриваемый кластер, происходит влево, т.е. их состояние хуже, чем состояние элементов при оптимальном режиме эксплуатации. При этом величина смещения достаточно большая и для некоторых конструкций достигает более 20 лет (см. Приложение Ж рис. Ж.2 –Ж.6) Подобная ситуация может свидетельствовать о неудовлетворительной эксплуатации конструктивных элементов в ретроспективный период. Для основных конструктивных элементов здания (стены, перекрытия, лестницы), а также долгоживущих элементов (полы и заполнение дверных и оконных проемов) значительное снижение их долговечности является признаком низкой проектной надежности конструкций, т.е. ошибок при проектировании и строительстве объекта. Сомнительно, что при проектировании и строительстве всех объектов самого большого кластера К 4-1 в количестве 70 шт. были допущены ошибки, скорее всего, главной причиной полученного результата является отсутствие системы профессионального мониторинга технического состояния жилищного фонда.

Информационная база для кластеризации жилищного фонда была сформирована на основе данных технической инвентаризации. Как показывает практика, процесс определения технического состояния объекта при работах по технической инвентаризации носит условный характер, а специалисты-инвентаризаторы часто не обладают необходимой квалификацией для определения уровня технического состояния объекта. Их деятельность в основном сконцентрирована на определении конструктивных и объемно-планировочных решений здания. Определение и контроль технического состояния объектов является обязанностью собственника данного здания или его представителя (управляющей организации) для целей дальнейшего планирования ремонтно-восстановительных работ и затрат, связанных с ними.

Таким образом, следует еще раз подчеркнуть необходимость создания эффективной системы мониторинга, на основе которого должна быть сформирована достоверная обобщенная информационная база объектов жилищного фонда (рис. 2.1).

Графики износа конструктивных элементов с учетом проведенных ремонтов позволяют определить организационно-технологическую последовательность проведения ремонтных работ исходя из уровня остаточного ресурса конструкции и соответствующих ему оптимальных затрат. На основании проведенного моделирования технического состояния конструктивных элементов зданий, разработана обобщенная программа капитального и текущего ремонта объектов, входящих в рассматриваемый кластер. Согласно представленным графикам износа конструктивных элементов (Приложение Ж), минимальный срок службы основных несущих конструктивных элементов наблюдается у наружных стен и составляет 75 лет (рис. 3.21). Данный период был принят в качестве границы прогнозирования. В таблице 3.9 представлено календарное планирование капитального и текущего ремонта объектов, входящих в кластер К 1-4 на 25 лет (2014–2038 гг.) с указанием года проведения текущего и капитального ремонта каждого конструктивного элемента, а также затраты на ремонт в процентах от стоимости строительства конструктивного элемента.

Расчет удельных годовых затрат на ремонтные работы для i -ого конструктивного элемента от стоимости строительства объекта произведен по формуле:

$$Q_i = C_i \cdot q_i \cdot p_i \quad (3.29)$$

где C_i – удельный показатель сметной стоимости затрат на ремонтно-строительные работы i -го конструктивного элемента за текущий период, %;

q_i – удельный вес стоимости i -го конструктивного элемента в сметной стоимости строительства здания, %

p_i – доля конструкции, приходящаяся на общее имущество МКД, доли ед.

Затраты на проведение ремонта от сметной стоимости строительства конструктивного элемента рассчитаны при помощи зависимостей, переставленных в таблице 3.5:

$$C_i = C(k) \quad (3.30)$$

где k – величина износа i -го конструктивного элемента в момент проведения ремонта, %.

Уточненные удельные веса стоимости конструктивных элементов зданий, входящих в кластер К 1-4 приняты на основании сборника укрупненных показателей строительства «КО-ИНВЕСТ» «Жилые дома»[124]. На основании общих характеристик объектов кластера был подобран наиболее близкий аналог – 5-ти секционный девятиэтажный панельный жилой дом, шифр расценки ЖЗ.3.1.1606.

Доля конструкций, приходящаяся на общее имущество МКД, определена равной единице для фундаментов, наружных стен, перекрытий и покрытия, лестниц и кровли. Для остальных элементов доля элементов определена расчетным путем.

Общие удельные годовые затраты на производство капитальных и текущих ремонтов от стоимости строительства в j -ом году рассчитаны по формуле:

$$Q_{суммj} = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (3.31)$$

где n – количество элементов, ремонт которых планируется в текущем году.

Таблица 3.9 – Календарное планирование капитального и текущего ремонта МКД, входящих в кластер К1-4

Вид ремонта	Наименование конструктивного элемента	Удельный вес стоимости конструкции q_i , %	Доля конструкции, приходящая на общее имущество МКД p_i	Год / Затраты на проведение ремонта от сметной стоимости строительства C_i , %																								
				2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Текущий ремонт	фундамент	11,17	1																									
	стены	42,9	1								9,06																	
	перекрытий и покрытия	13,56	1														17,2											
	лестницы	3,32	1																						6,12			
	полы	4,45	0,1											41														
	проемы	6,73	0,2																									
	кровля	0,51	1								19,7														19,7			
	отделка	5,85	0,2							24,1									24,1									24,1
	отопление	1,63	0,7																			36,2						
	ГВС	0,49	0,7								43,5										43,5							
	ХВС	0,49	0,7									30,8																30,8
	канализация	0,49	0,5															37,8										
	электрообеспечение	2,56	0,5																									35,9
Итого затраты на текущий ремонт в сметной стоимости строительства объекта $Q_{сумм}$, %				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	4,03	0,10	0,11	0,00	0,18	0,00	0,00	2,33	0,28	0,00	0,15	0,41	0,00	0,00	0,10	0,20	0,46	0,39
Итого затраты на текущий ремонт в сметной стоимости строительства объекта накопительным итогом, %				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	4,32	4,42	4,52	4,52	4,70	4,70	4,70	7,03	7,32	7,32	7,47	7,88	7,88	7,88	7,98	8,18	8,64	9,03
Капитальный ремонт	полы	4,45	0,1																									
	проемы	6,73	0,2																			127						
	кровля	0,51	1			125												125										
	отделка	5,85	0,2			118								118										118				
	отопление	1,63	0,7				133																					
	ГВС	0,49	0,7			121									121											121		
	ХВС	0,49	0,7			162															162							
	канализация	0,49	0,5					172																		172		
электрообеспечение	2,56	0,5					162																					
Итого затраты на капитальный ремонт в сметной стоимости строительства объекта $Q_{сумм}$, %				0,00	0,00	2,98	1,52	2,07	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38	0,41	0,00	0,00	0,64	0,00	0,56	1,70	0,00	1,38	0,00	0,41	0,00	0,00
Итого затраты на капитальный ремонт в сметной стоимости строительства объекта накопительным итогом, %				0,00	0,00	2,98	4,50	6,58	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	8,38	8,79	8,79	8,79	9,43	9,43	9,98	11,69	11,69	13,06	13,06	13,48	13,48	13,48
Итого затраты на ремонт в сметной стоимости строительства объекта накопительным итогом, %				0,00	0,00	2,98	4,50	6,58	7,00	7,28	11,31	11,42	11,52	11,52	13,08	13,49	13,49	15,82	16,74	16,74	17,45	19,56	19,56	20,94	21,04	21,66	22,12	22,51

В результате определена общая удельная величина затрат на капитальные и текущие ремонты по годам (рис. 3.23) и нарастающим итогом за оставшийся срок службы зданий, входящих в кластер К 1-4 (рис. 3.24).

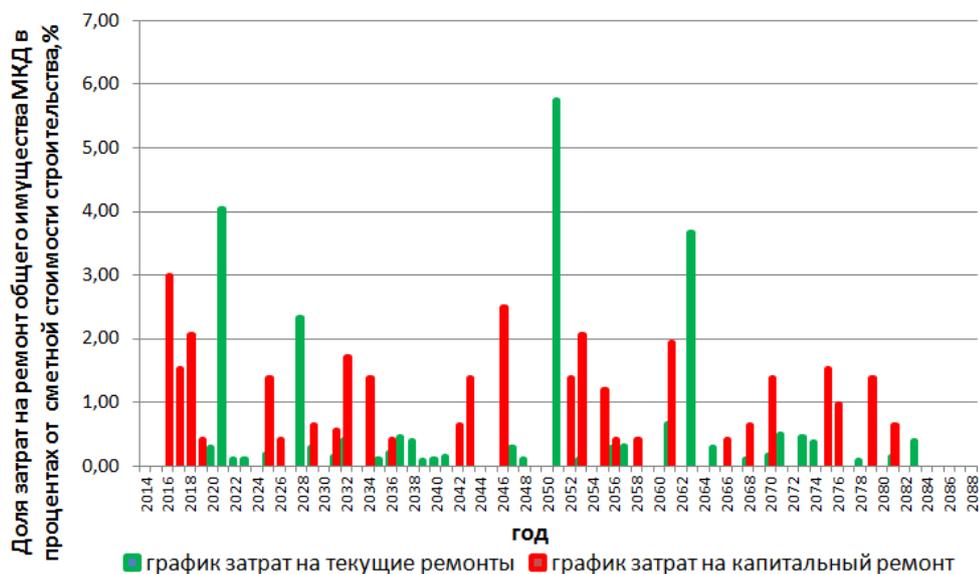


Рисунок 3.23 Удельные затраты на капитальные и текущие ремонты по годам

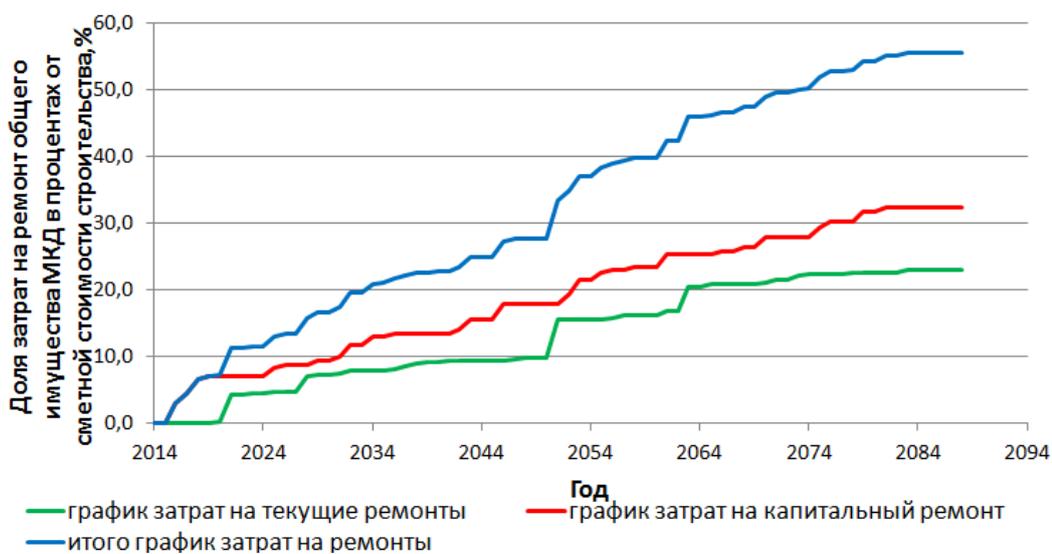


Рисунок 3.24 Удельные затраты на капитальные и текущие ремонты накопленным итогом

Таким образом, за средний оставшийся срок эксплуатации зданий кластера К 1-4 общая доля затрат на ремонтно-восстановительные работы составит 56,53% от сметной стоимости строительства, в том числе удельные затраты на капитальный ремонт составят 33,18 %, затраты на текущий ремонт – 23,35%.

На основании разработанной методики определения удельных затрат на ремонтно-строительные работы капитального и текущего характера с уче-

том сметной стоимости строительства объекта можно рассчитать средние для кластера объектов взносы на проведение капитального и текущего ремонтов. Пример расчета приведен в главе 4.

Выводы по третьей главе

1. Проведены статистические исследования и определено соответствие динамики износа конструктивных элементов по данным обследования с расчетным показателем нормативов ВСН 53-86(р). Выявлено, что графики износа конструктивных элементов, представленных ВСН 53-86(р), более жестко описывают динамику нарастания износа, чем данные, полученные в результате обработки статистических наблюдений методами нейросетевого моделирования.

2. Выявлено, что метод нейросетевого моделирования позволяет достаточно точно прогнозировать динамику изменения состояния даже в условиях отсутствия полной статистической информации. Применение нейросетевого метода прогнозирования является целесообразным для разработки новых нормативных показателей для современных конструктивных элементов зданий и сооружений.

3. Методами нейросетевого моделирования произведена оценка темпов развития физического износа конструктивных элементов жилых зданий и выполнено уточнение действующих нормативных сроков службы отдельных конструктивных элементов (все долгоживущие элементы и кровля) для конкретной группы объектов. Уточненные сроки службы принимаются для дальнейшего планирования системы планово-предупредительных ремонтов долгоживущих конструктивных элементов. Прогнозирование изменения физического износа короткоживущих элементов производится на основании нормативных данных по физическому износу согласно ВСН 53-86 (р).

4. Выявлено, что наибольшее влияние на прогнозирование технического состояния конструктивных элементов оказывает параметр долговечности. Определить долговечность основных долгоживущих конструктивных эле-

ментов здания путем естественного наблюдения, как правило, не представляется возможным, поэтому принято вероятностное прогнозирование, основанное на данных фактических наблюдений.

5. Осуществлено моделирование изменения физического состояния конструктивных элементов на основе временного ряда логистического типа.

6. Получено, что суммарный удельный показатель сметной стоимости ремонтно-строительных работ капитального и текущего ремонтов на протяжении всего срока эксплуатации объекта не отражает оптимальность принимаемого решения с точки зрения надежности конструктивных элементов в течение этого периода, поскольку снижение затрат на эксплуатацию неизбежно ведет к увеличению темпов нарастания износов. Для определения оптимального варианта планирования работ введен показатель приведенных затрат, который представляет собой произведение суммарного удельного показателя сметной стоимости ремонтно-строительных работ за период эксплуатации объекта и среднего износа конструктивного элемента на протяжении всего срока службы элемента.

7. Методами динамического программирования на основе поэлементной эксплуатации здания разработана типовая программа периодичности проведения капитальных и текущих ремонтов для конструктивных элементов объектов, входящих в один кластер.

8. Произведен расчет среднего удельного показателя затрат от сметной стоимости строительства на ремонтно-строительные работы объектов, входящих в один кластер, по годам и накопительным итогом. Это позволяет рассчитать величину необходимых взносов на капитальные и текущие ремонты для объектов рассматриваемого кластера.

Глава 4. Календарное планирование ремонтно-строительных работ для группы многоквартирных жилых домов с учетом величины взносов на капитальный ремонт

4.1. Расчет величин взносов на капитальный и текущий ремонты для объектов, входящих в один кластер

До настоящего времени размер взносов на капитальный ремонт нормировался нормативными документами [84 – 88, 92 и др.]. Представленные нормы практически не учитывают индивидуальные характеристики и техническое состояние МКД. Принятые 25 декабря 2012 г. поправки в ЖК РФ регламентируют необходимость разработки программ капитального ремонта для каждого МКД с учетом его конструктивных, объемно-планировочных и технических характеристик. Предложенная в главе 2 методика кластеризации жилищного фонда позволяет объединить МКД в кластеры объектов с высоким уровнем внутреннего сходства. Это позволяет разрабатывать типовые программы капитального и текущего ремонтов для группы однородных объектов и определить среднюю величину взноса на проведение ремонтно-строительных работ.

Рассчитаем среднюю величину взносов на капитальный и текущий ремонты объектов, входящих в кластер К 1-4. Тариф платы за капитальный и текущий ремонты общего имущества МКД рассчитывается на 1 кв.м общей площади жилого помещения в месяц. Определение величины взносов базируется на следующих принятых ограничениях и допущениях:

– усредненный тариф, устанавливаемый органами местного самоуправления и рассчитанный на одноименную группу домов без учета индивидуальных характеристик МКД, является обязательным только для нанимателей помещений;

– согласно ст. 156 ЖК РФ [47] собственники помещений вправе самостоятельно на общем собрании принять величину взносов исходя из параметров (тип жилого дома, этажность, техническое состояние, конструктивные элементы) и реальных потребностей именно их дома;

– в соответствии с ЖК РФ [47] минимальный размер взноса для каждого дома следует разрабатывать и утверждать индивидуально, исходя из достаточности средств для содержания общего имущества. В величине тарифа необходимо учитывать стандарты эксплуатации, особенности застройки, природно-климатические условия и другие местные факторы;

– накопление денежных средств, собираемых с собственников помещений, осуществляется на специальном банковском счете. Учитывая, что величина банковского депозита колеблется в пределах 5–9%, а уровень инфляции по прогнозным данным составляет в среднем 5,8–6%, допускается погашение темпов роста цен величиной банковского процента. Таким образом, дисконтирование денежных потоков в рамках планирования работ и определения величины взносов не проводится;

– необходимый размер взноса на капитальный ремонт для i -го МКД на 1 кв.м. жилой площади в месяц определяется с учетом допущения постоянства размера этого взноса в течение остаточного срока эксплуатации здания (для объектов входящих в кластер К 1-4 остаточный срок службы составляет 75 лет).

– расчет взносов на ремонты осуществляется на базе стоимости строительства жилищного фонда, а следовательно должен периодически актуализироваться и изменяться пропорционально изменению стоимости строительно-монтажных работ при помощи индексации.

Расчет величины взносов на капитальный и текущий ремонт основывается на величине удельных затрат ремонтно-строительных работ, определенных в процентах от сметной стоимости строительства объекта (рис. 3.23, 3.24). Таким образом, необходимо определить сметную стоимость строительства объекта.

Составление сметной документации на строительство является достаточно трудоемким, поэтому учитывая, что характеристика кластера объектов представляет усредненные данные по всем объектам, входящим в него, было принято решения использовать укрупненные показатели стоимости строи-

тельства. На основании характеристик кластера, представленных в таблице 8, автор пришел к выводу, что наиболее объективно стоимость МКД может быть определена с использованием Справочника «Жилые здания». УПСС. Серия «Справочник оценщика» – «КО-ИНВЕСТ», Москва, 2009 г. Справочник содержит укрупненные показатели стоимости строительства на единственный измеритель (1 м³, 1 м²) строительного объема или площади в уровне цен на 01.01.2009 г.

Для определения стоимости объекта в текущих ценах необходимо выполнить индексацию цен 2009 года в цены 2013 года.

Коэффициенты (индексы) пересчета базисных цен СМР в текущие цены учитывают:

- изменение заработной платы работников строительства;
- изменение сметной стоимости эксплуатации строительных машин;
- изменение сметной стоимости строительных материалов;
- увеличение стоимости энергоресурсов;
- изменение массы накладных расходов;
- изменение прочих затрат.

На 2013 года такой индекс составляет:

$$I = \frac{I_{\text{для Архобл.2013}}}{I_{\text{для Архобл.2009}}} = \frac{7,726}{5,015} = 1,5406 \text{ к уровню цен 2009 г.}$$

Источник информации: Межрегиональный информационно-аналитический бюллетень «Индексы цен в строительстве» №84 [66]. Растет стоимости 1 кв.м. жилой площади в текущем уровне цен представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет стоимости 1 м² общей площади квартир

Показатель	Обоснование	Результат
Стоимость измерителя аналога с учетом поправок в ценах 2009 г., руб./м ²	Справочник КО-Инвест «Жилые дома», 2009, таблица Ж3.3.1.1606	16108,42
Индекс перехода к ценам 2013 г.	Межрегиональный информационно-аналитический бюллетень "Индексы цен в строительстве" №84 (июль, 2013 г., КО-ИНВЕСТ). Прогноз.	1,5406
Стоимость 1 м ² общей площади аналога на текущую дату, руб.	16108,42 * 1,5406	24 817
Стоимость 1м ³ аналога на текущую дату	$C_{\text{кв.м.общ.аналога}} \times \frac{S_{\text{общая аналога}}}{V_{\text{общая аналога}}} = 24817 \times \frac{9492}{29076}$	8 050
Стоимость 1 м ² общей площади квартир объекта для кластера на текущую дату, руб.	$\frac{C_{\text{куб.м.аналога}} \times V_{\text{объекта}}}{S_{\text{общ.квартир.объекта}}} = \frac{8050 \times 41271}{10890}$	30 510

Расчет величины затрат на ремонт за оставшийся срок службы объектов произведем по следующей формуле:

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{стр.}} \times \sum_{j=1}^m Q_{\text{сум.м.}j} \quad (4.1)$$

где $C_{\text{стр.}}$ – сметная стоимость строительства 1 м² общей площади квартир в текущих ценах, руб.;

$Q_{\text{сум.м.}j}$ – общие годовые удельные затраты на производство ремонтно-строительных работ от стоимости строительства (табл. 9 и рис.43-44);

j – номер года прогнозирования;

m – количество лет прогнозирования.

Средние по кластеру:

– величина затрат на капитальный ремонт 1 м² общей площади квартир за оставшийся срок службы объектов составит:

$$C_{\text{кап.рем.}} = 0,3234 \times 30510 = 9865 \text{ руб./кв.м}$$

– величина затрат на текущий ремонт 1 м² общей площади квартир за оставшийся срок службы объектов составит:

$$C_{\text{тек.рем.}} = 0,2307 \times 30510 = 7037 \text{ руб./кв.м}$$

Распределив полученную сумму затрат на количество месяцев до последнего необходимого капитального ремонта объектов кластера (65 * 12 =

780 мес. для капитального ремонта и $70 * 12 = 840$ мес. для текущего ремонта) получим величину тарифа взносов на капитальный и текущий ремонт соответственно в размере 12,65 руб./кв.м. в мес. и 8,38 руб./кв.м. в мес. Общая величина взносов, необходимая для осуществления комплекса ремонтно-восстановительных работ объектов, входящих в рассматриваемых кластер, составляет 21,03 руб./кв.м. в мес. Таким образом, при средней площади квартир в представленных МКД в размере 50 кв.м ежемесячные затраты составят примерно 1100 руб./мес., в том числе взнос на капитальный ремонт составит примерно 650 руб./мес., взнос на текущий ремонт – 450 руб./мес. с квартиры.

Далее был произведен расчет достаточности имеющихся в распоряжении МКД средств, накопленных к моменту проведения капитального ремонта. На рисунке 4.1 представлены график затрат на капитальный ремонт на 75 лет накопительным итогом и график взносов на капитальный ремонт накопительным итогом (зеленая штрихпунктирная линия). Из графика видно, что величины накоплений не хватит для проведения ремонта в запланированные даты. В основном отрицательное сальдо денежного потока обусловлено необходимостью проведения комплексного капитального ремонта дома в 2014–2018 гг. ввиду неудовлетворительного состояния большей части сменяемых короткоживущих элементов.

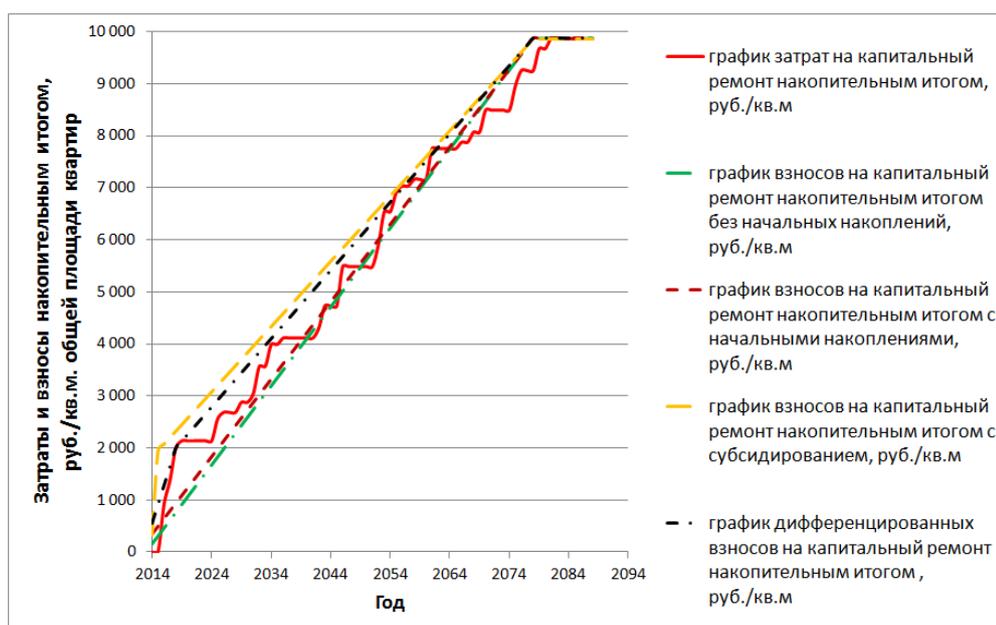


Рисунок 4.1 Графики взносов на капитальный ремонт при различных схемах финансирования

Анализ счетов МКД показал, что средние накопления домов на проведение ремонтов в настоящий момент не превышают 200 руб. на 1 кв.м общей площади квартир. При этом ежемесячный взнос на капитальный ремонт снизится на 2% (с 12,65 руб./кв.м. до 12,39 руб./кв.м.). График взносов накопительным итогом с учетом размера начальных накоплений показан голубой линией. Можно отметить, что и в этом случае накопления остаются недостаточными для осуществления ремонтов.

Решение проблемы возможно за счет аккумулирования денежных средств в Региональном фонде капитального ремонта на счете регионального оператора с последующим привлечением субсидий в периоды отрицательного сальдо. Объем необходимого единовременного субсидирования составляет примерно 1500 руб./кв.м. общей площади квартир. Ежемесячный взнос на капитальный ремонт снизится на 20% и составит 10,47 руб./кв.м. Однако, при реализации программы субсидирования приоритетным является восстановление аварийных и ветхих домов, входящих в состав регионального фонда, и получение бюджетных средств на финансирование капитального ремонта МКД из рассматриваемого кластера маловероятно. Система регионального фонда в качестве источника финансирования капитального ремонта МКД, представленных в кластере, является неактуальной в настоящее время.

Привлечение субсидирования также возможно за счет средств фонда содействия реформирования ЖКХ с учетом привлечения субсидий и лимитов предоставления финансовой поддержки. Решение о возможности субсидирования принимается для каждого дома индивидуально. График взносов на капитальный ремонт с учетом субсидирования представлен на рисунке 4.1 желтой пунктирной линией.

Третьим возможным вариантом привлечения денежных средств является увеличение размера взносов на капитальный ремонт в период 2014 - 2018 гг. Исходя из условия обеспечения положительного сальдо денежных потоков для осуществления запланированных ремонтов, оптимальной является схема

финансирования, представленная в таблице 4.2. На рисунке 4.1 этот график представлен черной штрихпунктирной линией.

Таблица 4.2 - Схема финансирования капитальных ремонтов при дифференцированных платежах

Период эксплуатации, лет	Взнос на капитальный ремонт в месяц, руб./ кв.м.
[2014..2018]	32,11
[2019..2078]	10,92
[2079..2088]	0,00

Однако завышенные взносы в первые пять лет эксплуатации будут непосильными для большинства жильцов, поэтому применение данной схемы также нецелесообразно.

Четвертым вариант финансирования предусматривает получение долгосрочного кредита, возможность привлечения которого для товариществ собственников жилья предусмотрена ст. 44 ЖК РФ. Ст. 174 регламентирует выплату процентов по кредиту/займу за счет взносов на капитальный ремонт. При получении кредита в 2015 году в размере 1500 руб./кв.м. общей площади квартир для осуществления капитального ремонта на 20 лет под льготную ставку процента 5% при поручительстве субъекта РФ схема финансирования будет выглядеть следующим образом (табл. 4.3).

Таблица 4.3 - Схема финансирования капитальных ремонтов с учетом кредита

Период эксплуатации, лет	Взнос на капитальный ремонт в месяц, руб./ кв.м.
2013	10,47
[2014..2033]	20,50
[2018..2077]	10,47
[2078..2087]	0,00

На рисунке 4.2 представлены график затрат на капитальный ремонт накопительным итогом, график затрат на капитальный ремонт накопительным итогом с учетом дополнительных затрат на выплату процентов за обслуживание долга и график взносов на капитальный ремонт накопительным итогом. Из таблицы 4.3 видно, что величина взносов за 2014–2033 гг. в 2 раза выше, чем в другие периоды эксплуатации. Кроме того, общая стоимость затрат на капитальный ремонт возрастает на 9% (рис. 4.2). Таким образом, при

существующем техническом состоянии жилищного фонда, входящего в рассматриваемый кластер применение кредитования на всю сумму необходимого ремонта нецелесообразно.

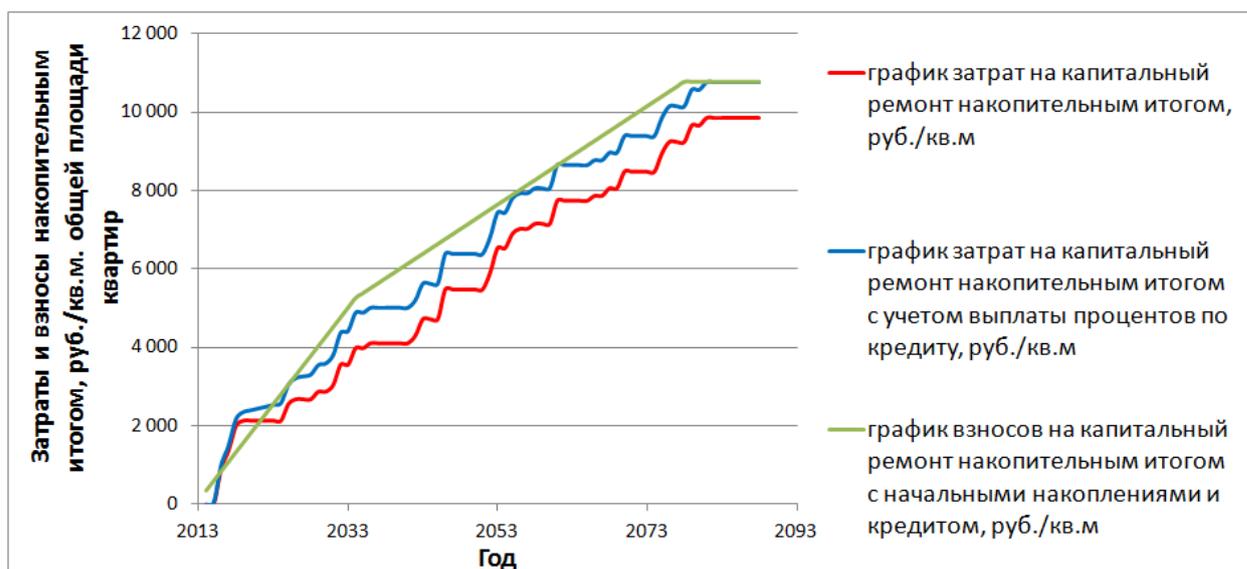


Рисунок 4.2 График взносов на капитальный ремонт при привлечении кредита

В результате проведенного исследования было выявлено, что текущее техническое состояние жилищного фонда, входящего в кластер К1-4 является неудовлетворительным. В ближайшие 5 лет необходимо проведение комплексного капитального ремонта практически всех короткоживущих сменяемых элементов. Однако уровень накоплений на ремонтно-строительные работы на счетах МКД недостаточен. При этом самостоятельное финансирование работ практически невозможно из-за большой величины единовременных капитальных вложений. Для рассматриваемых домов необходимо применить комплекс мер софинансирования работ, включая средства собственников жилья, субсидирование со стороны субъекта РФ и Фонда содействия реформирования ЖКЖ, а также возможных вариантов частичного льготного кредитования. Программа финансирования должна рассматриваться для каждого МКД индивидуально с учетом его технических особенностей и способа управления.

Следует еще раз отметить, что необходимо уточнение технического состояния жилищного фонда и формирование достоверной информационной

базы, на основе которой можно осуществить корректировку расчетов и оптимизировать капитальные вложения.

4.2. Разработка календарного графика производства ремонтно-строительных работ группы многоквартирных домов

Планирование капитальных и текущих ремонтов заключается не только в формировании бюджета эксплуатации объектов, но и в расчете трудовых ресурсов, необходимых для проведения ремонтно-восстановительных работ. Оптимизация структуры трудовых ресурсов и ресурсораспределения имеет важное значение при организационно-технологическом планировании ремонтно-строительных работ и о ней освещена в работах многих авторов [13, 16, 17, 73, 81, 111 и др.].

Типичной практикой в сфере управления жилищным фондом является привлечение подрядных организаций для осуществления ремонтно-восстановительных работ. Рассмотрим возможность применения разработанной методики для календарного планирования ремонтно-строительных работ и стратегического прогнозирования необходимых трудовых ресурсов, а следовательно, штатного расписания ремонтно-строительной организации.

Расчет производим для 5 домов, относящихся к кластеру К 1-4, находящихся в управлении ООО «Торн-1». Характеристики домов представлены в таблице 4.4. Следует отметить, что в управлении рассматриваемой компании находится множество домов из разных кластеров согласно проведенной кластеризации жилищного фонда.

Таблица 4.4 – Характеристики домов

Номер объекта	1	2	3	4	5
Управляющая компания	ООО "Торн-1"	ООО "Торн-1"	ООО "Торн-1"	ООО "Торн-1"	ООО "Торн-1"
Адрес	ул. Садовая, д.56	ул. Гайдара, д.44	ул. Дзержинского, д.25	ул. Логинова, д.80	ул. Дзержинского д.19
Год постройки	1986	1990	1982	1990	1972
Группа капитальности	1	1	1	1	1
Нормативный срок службы здания, лет	150	150	150	150	150
Материал стен	панель	панель	панель	панель	кирпич
Количество этажей	9	10	9	10	9

Номер объекта	1	2	3	4	5
Количество подъездов	4	4	8	5	8
Площадь застройки, кв.м.	1 303,0	1 293,0	2 398,2	1 627,0	2 415,7
Объем строений, куб.м.	34270	39420	68518	47918	61918
Жилая площадь в квартирах, кв.м.	6763,7	5502,3	9727	9502,2	9467
Вспомогат. площадь в квартирах, кв.м.	1294,8	3575,9	6081,8	1819,1	5389,1
Общая площадь в квартирах, кв.м.	8058,5	9078,2	15808,8	11321,3	14876,3
Количество квартир, в т.ч.	142	160	295	200	287
Износ, %	36	35	29	36	40
Количество лет эксплуатации	27	23	31	23	41
Фундамент	Ж/б ростверк по ж/б сваям				
Износ, %	25	25	20	25	30
Стены	Ж/б панели	Ж/б панели	Ж/б панели	Ж/б панели	Кирпичные
Перегородки	Гипсобетонные, гипсолитовые				
Износ, %	30	25	30	30	35
Перекрытия	Ж/б плиты				
Износ, %	25	25	20	25	30
Кровля	Рулонная, по ж/б плитам с внутренним водостоком				
Износ, %	50	50	60	50	50
Полы	Паркетные, плиточные				
Износ, %	40	35	25	40	45
Проемы оконные	Двойные створные, стеклопакеты				
Проемы дверные	Из стройплиты, металлические				
Износ, %	45	40	30	40	45
Отделочные работы	Масляная окраска, обои, побелка				
Износ, %	50	50	40	50	50
Санитарно-электротехнические работы	Отопление - стояки стальные				
	ГВС - стояки и магистрали из черных				
	ХВС - трубопроводы стальные				
	Канализация - трубопроводы чугунные				

Номер объекта	1	2	3	4	5
	Электрооборудование - внутриквартирные сети скрытые 220В				
	Антенна общего пользования				
	Литы - пассажирские				
Износ, %	50	60	35	60	50
Прочие работы	Ж/б лестницы				
Номер кластера	К 1-4				

На основании технических характеристик объектов и методики, описанной в параграфе 3.3, были рассчитаны индивидуальные средние взносы на капитальный и текущий ремонт каждого здания, представленные в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Средние взносы на капитальный и текущий ремонт

№ дома	Адрес	Год постройки	Физический износ здания, %	Совокупный взнос на капитальный и текущий ремонт, руб./кв.м. в мес.
1	ул. Садовая, д.56	1986	36	20,27
2	ул. Гайдара, д.44	1990	35	20,31
3	ул. Дзержинского, д.25	1982	29	18,85
4	ул. Логинова, д.80	1990	36	20,31
5	ул. Дзержинского д.19	1972	40	23,94

Из таблицы видно, что совокупный взносы для 1-4 домов ниже среднего норматива, рассчитанного для кластера К 1-4 (21,46 руб./кв.м. в мес. общей площади квартир). Следовательно, при установлении минимального среднего тарифа для кластера рассматриваемые дома будут обеспечены достаточным уровнем финансирования. Для жилого дома, расположенного по адресу ул. Дзержинского д.19, уровень взноса должен быть повышен или учтены дополнительные меры по софинансированию (субсидированию) капитальных и текущих ремонтов. При расчете среднего взноса на ремонты по представленным домам не учитывался объем существующих накоплений ввиду отсутствия данной информации. При наличии таких средств на счете дома необходимо уменьшать величину взносов индивидуально для каждого МКД.

В таблице 4.6 представлена обобщенная программа капитальных и текущих ремонтов группы домов на 25 лет. Данный период является макси-

мальным для стратегического планирования финансовых потоков. Кроме того следует учитывать, что актуализация программы должна производиться каждые 3-5 лет.

Рассмотрим календарное планирование трудовых ресурсов на примере бригады сантехников, выполняющих ремонт систем отопления, горячего и холодного водоснабжения и канализации. Расчет производим на основе трудозатрат на проведение капитального и текущего ремонтов на 100 м трубопроводов согласно составленным сметам и объема работ по каждому дому. Величина трудозатрат на капитальный ремонт постоянна для каждого элемента. Величина трудозатрат на текущие ремонты зависит от величины физического износа конструкции на момент проведения ремонта. Поскольку в рамках разработанной методики были определены оптимальные периоды проведения текущих ремонтов, которые соответствуют определенному уровню физического износа конструкции, то и трудовые затраты в моменты проведения текущих ремонтов будут неизменными.

Таблица 4.6 – Обобщенная программа капитальных и текущих ремонтов группы МКД

Бригада	Конструкция	№ дома	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	
Комплексная бригада	фундаменты	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
	стены	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
	перекрытия	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
	лестницы	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
5																																	
полы	1																																
	2																																
	3																																
	4																																
	5																																
	текущий ремонт																																
	кап. ремонт																																
Столяры	проемы	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
		текущий ремонт																															
	кап. ремонт																																
Кровельщики	крыша	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
		текущий ремонт																															
	кап. ремонт																																
Штукатуры-маляры	отделка	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
		текущий ремонт																															
	кап. ремонт																																
Сантехники	Система центрального отопления	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
	Система горячего водоснабжения	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
	Система холодного водоснабжения	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
5																																	
Система канализации	1																																
	2																																
	3																																
	4																																
	5																																
	текущий ремонт																																
	кап. ремонт																																
Электрики	Система канализации	1																															
		2																															
		3																															
		4																															
		5																															
		текущий ремонт																															
	кап. ремонт																																

Согласно графикам износа с учетом ремонтов для рассматриваемых конструкций (см. Приложение Е рис. Е.9 – Е.12), средняя величина износа конструкций, при которых осуществляется текущий ремонт, колеблется от 36 до 42%. Принимаем среднюю величину износа конструктивных элементов, при котором необходимо проведение текущего ремонта, в размере 40%. В таблице 4.7 приведены средние значения трудозатрат, необходимых для проведения текущих и капитальных ремонтов, принятые на основании межрегионального информационно-аналитического бюллетеня «Индексы цен в строительстве» издательства КО-ИНВЕСТ [66].

Таблица 4.7 – Среднее значение трудозатрат на проведение капитальных и текущих ремонтов

Конструктивный элемент	Трудовые затраты на капитальный ремонт, чел-ч/100 м	Трудовые затраты на текущий ремонт, чел-ч/100 м
Система центрального отопления	70	30
Система внутреннего горячего водоснабжения	70	30
Система внутреннего водопровода	70	30
Система внутренней канализации	240	130

В таблице 4.8 представлены общие планируемые трудозатраты на производство санитарно-технических работ. На рисунке 4.3 изображен график трудозатрат на производство санитарно-технических работ.

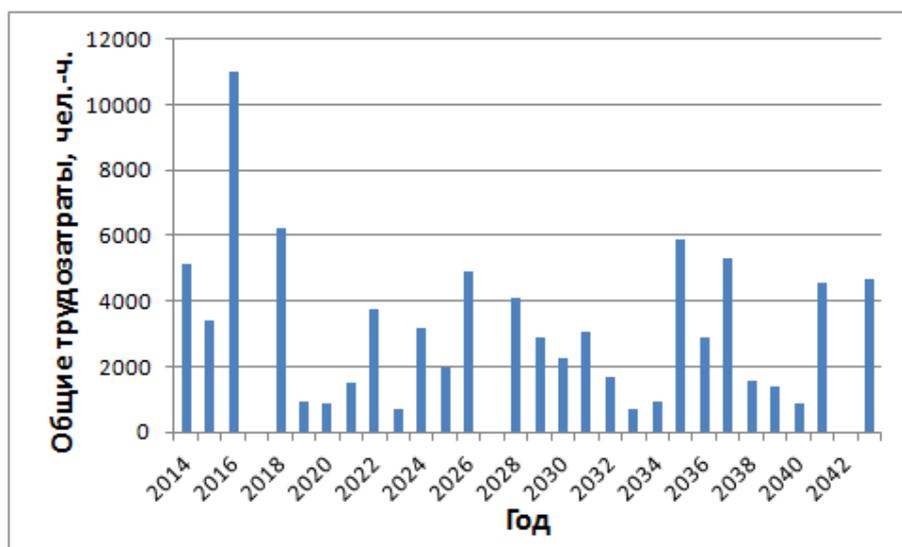


Рисунок 4.3 График трудозатрат на производство работ текущего и капитального ремонта группы объектов из кластера К 1-4

Таблица 4.8 - Планируемые трудозатраты на производство санитарно-технических работ

Конструктивный элемент	№ дома	Объем работ, м	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043		
Система центрально-отопления	1	2268			1587,6														680,4															
	2	2520	1764															756														1764		
	3	4536											3175,2														1360,8							
	4	3150	2205															945														2205		
	5	4536			3175,2															1360,8														
Система горячего водоснабжения	1	1134			793,8					340,2					793,8					340,2														
	2	1260		882					378					882					378					882						378				
	3	2268					1587,6					680,4					1587,6					680,4					1587,6					680,4		
	4	1575		1102,5					472,5					1102,5					472,5					1102,5					472,5					
	5	2268			1587,6					680,4					1587,6					680,4					1587,6					680,4				
Система водопровода	1	680,4		476,28							204,12								476,28							204,12								
	2	756	529,2							226,8								529,2							226,8									
	3	1360,8						952,56							408,24								952,56						408,24					
	4	945	661,5							283,5								661,5							283,5									
	5	1360,8		952,56							408,24								952,56							408,24								
Система внутренней канализации	1	648					1555,2										842,4									1555,2								
	2	720			1728										936									1728										
	3	1296									3110,4										1684,8									3110,4				
	4	900			2160										1170									2160										
	5	1296					3110,4										1684,8									3110,4								
Итого текущ. ремонт									850,5	1530,9	612,36	680,4			2514,24		2527,2	1701	850,5	3061,8	1684,8	680,4			510,3	612,36		1360,8	850,5	1428,84	0	680,4		
Итого кап. ремонт			5159,7	3413,34	11032,2	0	6253,2	952,56			3110,4		3175,2	1984,5	2381,4		1587,6	1190,7	1428,84					952,56	5872,5	2381,4	4665,6	1587,6		3110,4		3969		
ИТОГО			5159,7	3413,34	11032,2	0	6253,2	952,56	850,5	1530,9	3722,76	680,4	3175,2	1984,5	4895,64	0	4114,8	2891,7	2279,34	3061,8	1684,8	680,4	952,56	5872,5	2891,7	5277,96	1587,6	1360,8	850,5	4539,24	0	4649,4		

Из графика (рис. 4.3) видно, что трудозатраты распределились неравномерно. Это объясняется в первую очередь тем, что выбранные из одного кластера К 1-4 объекты характеризуются высоким уровнем внутреннего сходства. Физический износ конструктивных элементов домов одинаковый, а следовательно, сроки выполнения работ также совпадают. Пик трудозатрат наблюдается в 2016 году. В этот год должен быть произведен комплекс работ по капитальному ремонту (замене) инженерных систем нескольких домов ввиду того, что их техническое состояние является неудовлетворительным.

На практике в портфеле управляющей организации присутствуют объекты с различным техническим состоянием и конструктивными особенностями (различных кластеров). В результате плановые общие трудозатраты распределяются более равномерно. Приведенная методика позволяет оптимизировать планы производства работ, сдвигая графики в пределах от 1 до 5 лет в зависимости от долговечности рассматриваемых конструктивных элементов, а также на основе технического обследования и возможности контролировать изменение их состояния.

4.3. Определение целесообразности резервирования капитальных вложений

Рассчитанные модели планово-предупредительных ремонтов конструктивных элементов здания позволяют определить минимально допустимый уровень надежности на период расчетного срока службы при условии замены короткоживущих элементов здания на аналогичные элементы и конструкции. В настоящее время появилось множество новых материалов, конструктивных решений и технологий производства работ, которые позволяют значительно увеличить долговечность конструкций, однако в большинстве случаев предполагают увеличение затрат на ремонтно-строительные работы. За счет удорожания изделия можно достичь высокого уровня начальной надежности, что условно называют начальным резервированием [106]. Определение целесообразности начального резервирования в большей степени является зада-

чей экономической. Схема принятия решения о необходимости резервирования представлена на рисунке 4.4.

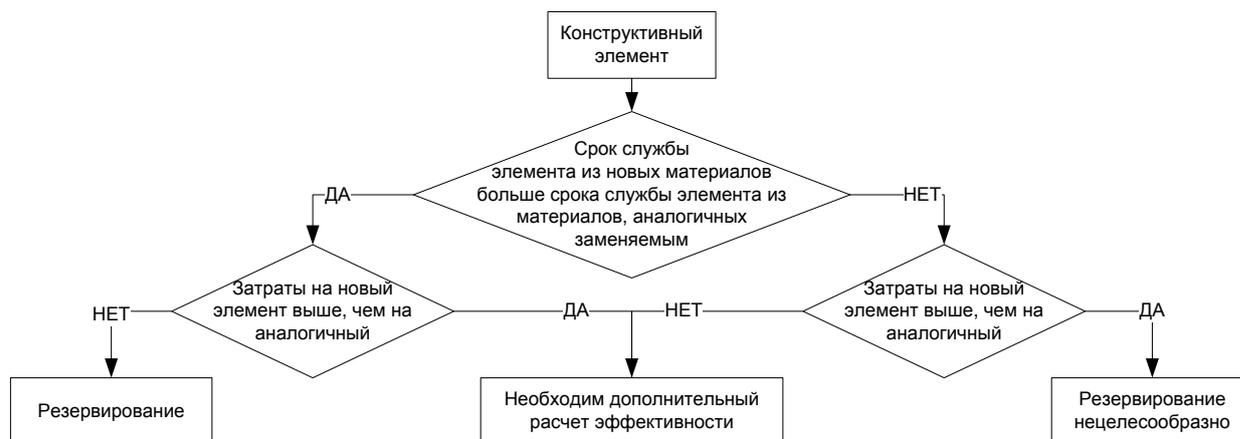


Рисунок 4.4 Схема принятия решения о необходимости резервирования

Нормативные сроки новых конструктивных элементов регламентированы ГОСТами, а также заявлены изготовителями. Однако исследование сроков службы этих конструкций и материалов не проведены, т.е. заключение о действительной долговечности и темпах нарастания физического износа можно будет получить по истечении заявленных сроков службы на основании наблюдений. При необходимости прогнозирования затрат на восстановление будем ориентироваться на соответствующие нормативные сроки службы. В результате изучения долговечности существующих материалов, изделий и конструкций, которые могут быть применены при производстве капитального ремонта жилищного фонда, был принято решение о целесообразности проведения резервирования для короткоживущих конструкций здания, которые заменяются в течении срока его эксплуатации (табл. 4.9).

Таблица 4.9 – Обоснование целесообразности резервирования

Наименование конструкции	Характеристики	Обоснование целесообразности резервирования
Полы	бетонные наливные, керамическая плитка	Резервирование нецелесообразно. Полы из представленных материалов (бетонные, керамическая плитка) являются долговечными, и для большинства жилых домов ресурс их работы еще не исчерпан. Используемый материал применяется в настоящее время для помещений с большой проходимостью и имеет наиболее высокие прочностные и эксплуатационные характеристики.
Оконные проемы	закладные, двойные	Резервирование нецелесообразно. Основным применяемым в настоящее время альтернативным изде-

Наименование конструкции	Характеристики	Обоснование целесообразности резервирования
Дверные проемы	закладные, одностворчатые, филенчатые	лием являются оконные и дверные блоки из металлических профилей с стеклопакетами. Долговечность таких конструкции ниже, чем у деревянных заполнений оконных и дверных проемов и составляет не более 30 лет. При этом стоимость является сопоставимой со стоимостью замещения существующих конструкций. Основным преимуществом является повышение энергоэффективности. В настоящей работе вопросы энергоэффективности не рассматриваются.
Крыша, кровля	рулонная по железобетонным плитам	Резервирование целесообразно. Согласно сметным нормам трудозатраты на устройство и демонтаж рулонной кровли практически не зависит от вида материалов. При этом сметная стоимость работ может различаться в разы ввиду затрат на материалы. Долговечность для различных материалов также может различаться в разы. Применение современных дорогостоящих материалов по данным их производителей увеличивает срок службы кровли до 20-30 лет, при этом стоимость материалов вырастает в 2 раза.
Отделка	Масляная / водоэмульсионная окраска по оштукатуренным стенам, водоэмульсионная окраска потолков	Резервирование нецелесообразно. Производство работ по внутренней отделке общего имущества МКД (подъезды и лестничные клетки) эконом класса предполагает использование стандартных видов отделки с целью устранения физического износа. Повышение стандарта качества отделки этих помещений нецелесообразно.
Система центрального отопления	стояки стальные	Резервирование целесообразно. При резервировании целесообразно применить полиэтиленовые трубы. Согласно ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления» [29] их срок службы составляет 50 лет. Согласно единичным расценкам сметная стоимость устройства полиэтиленовых труб незначительно превышает сметную стоимость устройства труб из представленных материалов.
Система внутреннего горячего водоснабжения	стояки и магистрали из черных труб	
Система внутреннего водопровода	трубопроводы стальные черные	
Система внутренней канализации	трубопроводы чугунные	Резервирования нецелесообразно. Существующие в настоящее время современные материалы, изделия и конструкции имеют сроки службы и сметную стоимость работ по монтажу сопоставимые с долговечностью и затратами на устройство рассчитанных конструкций. Поэтому величина накопленных на производство работ капитального и текущего ремонта не изменится. При рассчитанных нормах взносов на ремонты величины накопленных средств к моменту производства работ будет достаточно для замены элементов новыми конструкциями.
Система внутреннего электрооборудования	внутриквартирные сети скрытые 220В	

На основании результатов таблицы 4.9 в работе был рассчитан эффект от производства капитальных ремонтов с учетом резервирования крыши, кровли и систем центрального отопления, внутреннего горячего водоснабже-

ния и внутреннего водопровода. Расчет удорожания стоимости капитального ремонта при резервировании представлен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Расчет роста затрат на капитальный ремонт с учетом резервирования.

Наименование конструкции	Применяемые сметные нормативы, цены	Изменение сметной стоимости капитального ремонта
Кровля	ФЕР 12-01-002-08; ФЕР 46-04-008-1; цена материала по данным компании «ТЕХНОНИКОЛЬ»	удорожание кровельных работ в 1,97 раза при увеличении срока службы с 12 до 25 лет
Система центрального отопления	ФЕР 12-01-002-08; ФЕР 46-04-008-1	удорожание работ на 1,05 при увеличении срока службы до 50 лет при демонтаже стальных труб; удорожание работ на 1,04 при увеличении срока службы до 50 лет при демонтаже полиэтиленовых труб
Система внутреннего горячего водоснабжения		
Система внутреннего холодного водопровода		

На рисунке 4.5 приведены затраты на капитальный ремонт конструкций кластера К 1-4 без резервирования и с учетом резервирования.

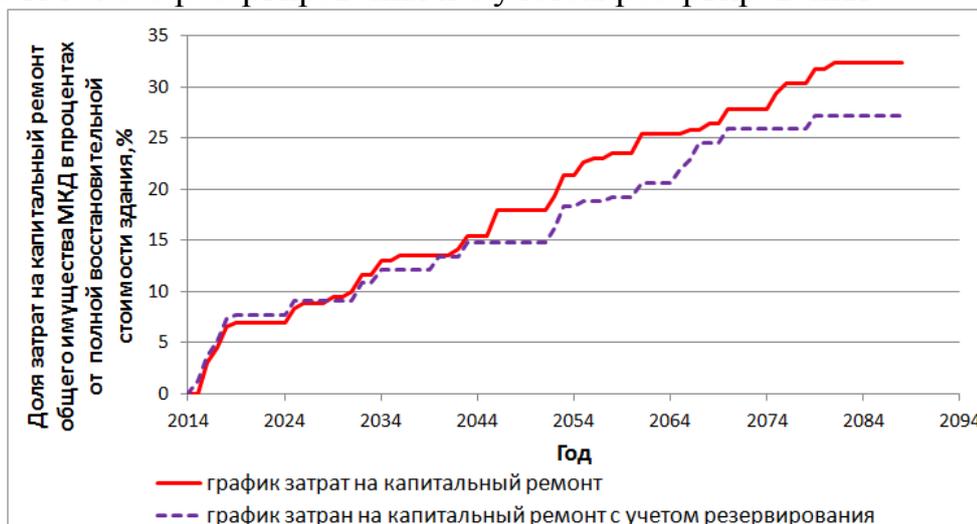


Рисунок 4.5 Графики затрат на капитальный ремонт зданий для кластера К1-4 без резервирования и с учетом резервирования

Из графика видно, что в начальный период прогнозирования затраты с учетом резервирования незначительно выше, чем затраты без применения более долговечных материалов, изделий и конструкций. Однако, общие затраты к концу срока службы здания снижаются примерно на 5%. При этом взнос на капитальный ремонт снизится с 12,65 руб. до 10,66 руб. за 1 кв.м. общей площади квартиры в месяц, что составляет примерно 19%.

Выводы по четвертой главе

1. Согласно разработанной методике произведен расчет величин взносов на капитальный и текущий ремонты для объектов, входящих в кластер К 1-4. Осуществлен анализ достаточности имеющихся в распоряжении МКД средств, накопленных к моменту проведения капитального ремонта. Предложены различные формы софинансирования ремонтно-строительных работ за счет субсидирования, заемных средств и пр.

2. Осуществлено календарное планирование ремонтно-строительных работ группы МКД, находящихся в управлении ООО «Торн-1», на 25 лет. Произведено планирование трудозатрат на производство работ по ремонту систем отопления, горячего и холодного водоснабжения и канализации, позволяющее составлять штатное расписание ремонтно-строительной организации.

3. Произведен расчет экономической эффективности резервирования, который показал, что за счет удорожания материалов можно достичь высокого уровня начальной надежности конструкции и увеличить их долговечность. Эффект от производства капитальных ремонтов с учетом резервирования приводит к снижению величины взносов на 19%.

Основные результаты и выводы

1. Предложен алгоритм системно-структурного подхода к проведению отдельных этапов комплексного воспроизводства жилищного фонда, в частности реконструкции и ремонтов, включающий в себя перечень воспроизводственных мероприятий и позволяющий достичь максимального эффекта этих мероприятий при оптимальном соотношении материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Оптимизация проводится на основе баланса стоимостных показателей и технических характеристик жилищного фонда.

2. Разработана методика кластеризации (структурного анализа) жилищного фонда на основе методов нейронного моделирования с применением самоорганизующихся карт (SOM). Систематический мониторинг технического состояния жилищного фонда с применением алгоритмов SOM позволяет проследить направление и динамику развития изменений физического износа и дает возможность оперативно реагировать на них. Программа капитальных и текущих ремонтов является типовой для всех объектов, попавших в один кластер, поэтому для объектов кластера можно рассчитать средние тарифы взносов на капитальный и текущий ремонт и сформировать исходные данные для календарного планирования ремонтов как для кластера, так и пообъектно.

3. Проведена оценка темпов развития физического износа конструктивных элементов и систем инженерного оборудования жилых зданий, на основе которой, осуществлено уточнение действующих нормативных сроков службы отдельных элементов по конкретной группе объектов методами нейросетевого моделирования. Выполнено моделирование изменения физического износа конструктивных элементов и систем инженерного оборудования на основе временных рядов логистического типа.

4. Разработан метод календарного планирования периодичности проведения ремонтов конструктивных элементов объектов, входящих в один кластер, методами динамического программирования на основе поэлементной эксплуатации здания.

5. На основе календарного планирования разработана типовая программа производства ремонтов жилых зданий и выполнен расчет среднего тарифа взносов на капитальный и текущий ремонт для объектов, входящих в один кластер. Осуществлено пообъектное календарное планирование ремонтов на примере группы МКД.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрашитов В. С. Техническая эксплуатация и обследование строительных конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2002. 288 с.
2. Абрашитов В.С. Техническая эксплуатация, обследование и усиление строительных конструкций»: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 218 с.
3. Авиром Л.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1971. 216 с.
4. Асаул А.Н. Потенциальные субъекты инвестиционно-строительного комплекса. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://asaul.com/index.php/statipublicinrussia/115-2011-articles-russia/260-2012-02-02-10-35-59> (дата обращения: 02.02.2014)
5. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. Москва. 2008. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/537194/rekonstruktsiya_zhilykh_zdaniy_chast_I_tekhnologii_vosstanovleniya_ekspluat.pdf (дата обращения: 15.07.2013).
6. Афанасьев, В. Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник / В. Н. Афанасьев, М.: Юзбашев.: Финансы и статистика, 2001. 226 с.: ил.
7. Бадьин Г.М., Заренков В.А., Иноземцев В.К. Справочник строителя-ремонтника. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. - 496 с.
8. Баркалов С.А., Левдиков В.И., Половинкина А.И. Динамическая задача планирования ремонтных работ. Совр. сложн. сист. управления НТCS2004: Материалы IV Международ. конференции. – Тверь: ТГТУ, 2004.- с. 70-73.
9. Бойко А.Ю. Укрупненная схема оценки эксплуатационных рисков по зданиям старого фонда на основании данных Технических паспортов // раздел «Пресс-центр» сайта ГК «Аверс». – 2007. – 09 февраля.
10. Бирюков А.Н., Стецюра А.А. Способ организации выявления нарушений технического состояния конструктивных элементов и технических систем зданий. Сборник статей сотрудников университета/ Актуальные вопросы статьи, инженерного обеспечения и эксплуатации объектов военной инфраструктуры. – СПб, ВИТУ, 2008 – с. 15-20
11. Бойко М.Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений,- Л.: Стройиздат, 1986.- 256 с.
12. Бойко М.Д., Мураховский А.И., Величкин В.З. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: Справочное пособие / под ред. Бойко М.Д.. - М: Стройиздат, 1993. 208 с.
13. Болотин С.А. Методология оптимального ресурсораспределения в календарном планировании строительства объектов и их комплексов: Дисс. док. техн. наук. / СПбГАСУ С.-Пб., 1998. - 328с.
14. Болотин С.А. Системная постановка проблемы технической экспертизы зданий и сооружений. Моделирование и измерение процесса физического износа. // Недвижимость: экономика, управление № 2 – 2002.
15. Болотин С.А. Техничко-экономическая оценка календарных планов в условиях неопределенности экономической информации. //Теоретические основы строительства: Материалы семинара / VIII российско-польский семинар. М.-СПб. 1999.- С. 261-266.
16. Болотин С.А. Формирование рациональной структуры трудовых ресурсов при разработке календарных планов.// Интенсификация строительного производства в Карельской АССР. Петрозаводск: ПГУ, 1987. – с. 69 – 73.
17. Брайла Н. В. Календарное планирование ремонтно-строительных работ на основе совершенствования методики определения физического износа объектов. Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н., Спец. 05.23.08. СПб, 2012, 174 с.

18. Брунов П.Е. Экономические аспекты оценки износа зданий в системе управления недвижимостью: Автореф. дис. канд. техн. наук - М., 2004. – 139 с.
19. Бурков В.Н., Буркова И.В. Метод дихотомического программирования в задачах дискретной оптимизации. Научное издание ЦЕМИРАН. М., 2003.
20. Вероятностный метод оценки технического состояния конструкций железобетонного монолитного перекрытия зданий старой городской застройки Научно-прикладное издание. / Соколов В.А. // «Инженерно-строительный журнал». 2010. № 4. С. 49-58.
21. ВСН 53-86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий / Госгражданстрой.- М.: Прейскурантиздат, 1988. 72 с.
22. ВСН 57-88(р) Положение по техническому обследованию жилых зданий
23. ВСН 58-88(р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. М.: Стройиздат, 1990. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ocenchnik.ru/docs/545.html> (дата обращения: 29.09.2013)
24. ВСН 61-89 (р). Реконструкция и капитальный ремонт жилых домов. Нормы проектирования. Госкомархитектуры. – М.: Стройиздат. 1990.
25. ВСН-55-87(р). Инструкция о порядке подготовки, составе и согласовании проектно-сметной документации на капитальный ремонт жилых зданий. Госгражданстрой, 1987.
26. Горохов Е.В., Брудка Я., Лубиньски М. и др. Долговечность стальных конструкций в условиях реконструкции. М.: Стройиздат, 1994. С. 224-237.
27. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» М.: Стандартинформ, 2011.
28. ГОСТ Р 51617-2000. Жилищно-коммунальные услуги. Общие технические условия.
29. ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления»
30. ГОСТ Р 53480-2009. Надежность в технике. Термины и определения
31. ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» М.: Стандартинформ, 2010.
32. ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования» М.: Стандартинформ, 2011. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://vsegost.com/Catalog/50/50634.shtml> (дата обращения: 28.09.2013).
33. Грабовый К.П., Попов Н.И. Теоретические аспекты базовых положений системы управления муниципальной недвижимостью при реализации городских инвестиционно-строительных программ / К.П Грабовый, Н.И. Попов// Недвижимость: экономика, управление. Международный научно-технический журнал. М.: Изд-во «АСВ», 2008, вып. 2-3, с. 29-35
34. Грабовый П. Г., Попельнюхов С.Н. Моделирование основ стратегии воспроизводства жилищного фонда крупного города / П.Г. Грабовый, С.Н. Попельнюхов// Недвижимость, экономика, управление. 2002. вып.2., с. 77-83.
35. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ
36. ГСНр 81-05-01-2001. Сборник сметных норм и затрат на строительство временных зданий и сооружений при производстве ремонтно-строительных работ
37. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: Учебник. Ассоциация строительных вузов. – 176 с.
38. Гучкин И.С. Оценка эксплуатационной пригодности железобетонных балок по данным натурного обследования / И.С. Гучкин, Д.В. Артюшин // Изв. вузов. Стр-во. – 2004. – № 8.
39. Дебок Г., Кохонен Т. Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт / Пер. с англ.-М.: Издательский Дом «АЛЬПИНА», 2001. – 317 с.
40. Дементьева М.Е. Техническая эксплуатация зданий: оценка и обеспечение эксплуатационных свойств конструкций зданий: Учебное пособие для студентов специальности

270105 «Городское строительство и хозяйство»/Моск. гос. строит. ун-т. – М.: МГСУ, 2008. 227 с. [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:<http://www.lidermsk.ru/site-media/uploads/materials/docs/02/02d3e5a4ea24390bcfd8f6e081de5df8.pdf> (дата обращения: 15.07.2013).

41. Джеффри П., Хольт Д. Международные перспективы обновления городских кварталов/ Пол Джеффри Деймо Хольт// Недвижимость: экономика, управление. Международный научно-технический журнал. М.: Изд-во «АСВ», 2007, вып. 1-2, с. 13-23

42. Добромыслов А. Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. Справочное пособие. М. : Издательство АСВ, 2004, – 72 с.

43. Добромыслов А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений. - Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 256 с.

44. Дорошук Г.П. Некоторые общие вероятные задачи прочности и надежности конструкций // Строительная механика и расчет сооружений, 1981, №3

45. Драпалюк, Дмитрий Александрович. Мониторинг эксплуатационного износа зданий и сооружений и разработка матрицы организации капитальных и текущих ремонтов : диссертация кандидата технических наук : 05.23.08 / Драпалюк Дмитрий Александрович; [Место защиты: Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т].- Воронеж, 2010.- 170 с.: ил.

46. Дружинин Г. В. Процессы технического обслуживания автоматизированных систем. М.: Энергия, 1973. 272 с.

47. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 188-ФЗ (в ред. Федерального закона от 25.12.2012 N 271-ФЗ) (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2013)

48. Задерман А.А. Пути повышения эксплуатационных качеств крупнопанельных жилых зданий. Л.: ЛДНТП, 1968. – 32 с.

49. Закон Архангельской области от 2 июля 2013 года №701-41-ОЗ «Об организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Архангельской области»

50. Качур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М: Мир. 1980.

51. Кикин А. И., Васильев А. А., Кошутин Б. Н., Уваров Б. Ю., Вольберг Ю. Л. Повышение Долговечности Металлических Конструкций Промышленных Зданий. / Под ред. А. И. Кикина. М.: Стройиздат, 1984. 302 с.

52. Кириллова А.Н. К вопросу о сбалансированности воспроизводственной политики в сфере жилья / А.Н. Кирилловой// Проблемы теории и практики реформирования региональной экономики. Сборник научных трудов. Выпуск № 4. /Под общей редакцией д.э.н. , профессора П.И. Бурака. – М.:2002, -258 с., с. – 128-140.

53. Колотилкин Б.М. Долговечность жилых зданий. М.: СИ, 1965. 254 с.

54. Колотилкин Б.М. Обеспечение надежности жилых зданий // Жилищно-коммунальное хозяйство, 1979, №3.

55. Колотилкин Б.М. Обеспечение надежности ограждающих конструкций жилых зданий // Жилищное строительство, 1980, №4.

56. Колотилкин Б.М. Три стратегии ремонта жилых зданий // Жилищное и коммунальное хозяйство, 1986, №1

57. Костриц А. И., Рогонский В. А. Новый метод оценки долговечности зданий и элементов конструкций// Коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание, Таллинн, 1966, № 4.

58. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты / Кохонен Т. ; пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 655 с. – (Адаптивные и интеллектуальные системы)

59. Луценко Д.В. Привезенцев М.В. и др. Управление инвестиционными процессами в жилищно-коммунальном комплексе города: организационно-экономическое регулирование: монография /Под ред. М.Ю. Швеца, Н.Л. Карданской. – М.:ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2008. – 367 с.: цв.ил.

60. МГСН 301.01-96. Положение по организации капитального ремонта жилых зданий в г. Москве
61. МДК 2-03.2003. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. М.: Росстрой, 2005
62. МДС 12-9.2001. Положение о заказчике при строительстве для государственных нужд на территории Российской Федерации
63. МДС 13-1.99. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на капитальный ремонт жилых зданий
64. МДС 13-3.2000. Методические рекомендации по организации и проведению текущего ремонта жилищного фонда всех форм собственности
65. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. М: Росстрой, 2004.
66. Межрегиональный информационно-аналитический бюллетень "Индексы цен в строительстве" Ко-Инвест, выпуск № 84 июль 2013г.
67. Методика определения физического износа гражданских зданий. Утверждена приказом по Министерству коммунального хозяйства РСФСР 27 октября 1970г. № 404
68. Методика по определению непригодности жилых зданий и жилых помещений для проживания, утвержденная приказом Госстроя РФ №177 от 31.12.1999 г.[Электронный ресурс]. URL: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/yi-dokumenty/z7o.htm> (дата обращения: 21.11.2013)
69. Методические рекомендации по формированию нормативов потребления услуг жилищно-коммунального хозяйства. Минэкономики России, 1999.
70. Методические рекомендации по формированию состава работ по капитальному ремонту многоквартирных домов, финансируемых за счет средств, предусмотренных Федеральным законом от 21 июля 2007 года N 185-ФЗ "О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства
71. Мешечек В.В., Ройтман А.Г. Капитальный ремонт, модернизация и реконструкция жилых зданий: (Вопросы организации). – М.: Стройиздат, 1996.
72. Михалко В.Р. Ремонт конструкций крупнопанельных зданий. – М.: Стройиздат, 1996.
73. Мищенко В. Я. Теоретические основы организации эксплуатации и воспроизводства объектов недвижимости : Дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 Воронеж, 2006 442 с.
74. Мищенко В.Я., Головинский П.А., Драпалюк Д.А. / Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. №4(16). – С. 111-117.
75. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А // Система информационных матриц при организации конкурентоспособного управления в жилищно-коммунальном комплексе недвижимости // Оценка риска и безопасность строительных конструкций: сб. ст. по материалам 1-й междунар. науч –практ. конф. – Воронеж: ВГАСУ, 2006. – С. 99-100.
76. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А., Назаров А.Н. // Моделирование проведения ремонтно-строительных работ при эксплуатации жилого фонда // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – Вып. №24.
77. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А., Понявина Н.А. // Планирование проведения ремонтно-строительных работ с целью достижения максимального срока эксплуатации строительных объектов // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – Вып. №9. – С. 28-31.
78. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А., Солнцев Е.А. // Мониторинг дефектов и учет старения строительных конструкций жилого фонда // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. №4(16). – С. 118-123.
79. Морозов А.С., Ремнева В.В., Тонких Г.П. и др. Организация и проведение обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. - М.: 2001.

80. Морозов Н.Ф. Математические вопросы механики разрушений // Соросовский образовательный журнал. 1996, № 8. С. 117-122.
81. Мышовская Людмила Петровна. Разработка организационно-технологической системы воспроизводства жилой недвижимости с целью повышения надежности её функционирования : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.08 / Мышовская Людмила Петровна; [Место защиты: Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т]. - Воронеж, 2008. - 170 с. : ил.
82. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР и положение о порядке планирования начисления и использования амортизационных отчислений в народном хозяйстве. Госплан СССР. – М.: Экономика, 1974.
83. Панибратов Ю. П. Муниципальное управление и социальное планирование в строительстве: учебное пособие для вузов /Ю. П. Панибратов, А. Н. Ларионов, Ю. В. Иванова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 256с.
84. Письмо Министерства регионального развития РФ от 5 марта 2009 г. N 6091-АД/14 Об установлении размера платы за капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме.
85. Письмо Министерства регионального развития РФ от 5 марта 2009 г. N 6093-АД/14 Об установлении органами местного самоуправления размера платы за содержание и ремонт жилого помещения для собственников помещений в многоквартирном доме.
86. Письмо Министерства регионального развития РФ от 6 марта 2009 г. N 6174-АД/14 Об особенностях установления размера платы за содержание и ремонт общего имущества в многоквартирном доме в договоре управления многоквартирным домом.
87. Письмо Министерства регионального развития РФ от 6 марта 2009 г. N 6177-АД/14 Об особенностях установления размера платы за содержание и ремонт общего имущества в многоквартирном доме.
88. Положение о порядке организации, проведения и финансирования капитального и текущего ремонта объектов социальной сферы города Москвы, утвержденное постановлением Правительства Москвы от 01.03.2005 № 114-ПП.
89. Положение по оценке непригодности жилых домов и жилых помещений государственного и общественного жилищного фонда для постоянного проживания. М.: МЖКХ РСФСР, 1986 г. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. [Электронный ресурс]. URL: http://snipov.net/c_4746_snip_106624.html (дата обращения: 12.07.2013).
90. Попова О.Н., Лукин А.Ю. Планирование капитальных и текущих ремонтно-строительных работ с использованием методов динамического программирования. Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 12. с. 32-34
91. Попова О.Н., Симанкина Т.Л. Методика оценки ресурса работоспособности конструктивных элементов жилых зданий // Инженерно-строительный журнал. 2013. №7(42). С. 40–50.
92. Постановление Правительства РФ от 21 февраля 2013 г. № 146 "О федеральных стандартах оплаты жилого помещения и коммунальных услуг на 2013 - 2015 годы"
93. Правила содержания общего имущества в многоквартирном доме Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 2006 года N 491 (с изменениями на 06 мая 2011 г.)
94. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. Утверждены постановлением Госстроя России от 27 сентября 2003 года № 170
95. Приказ Министерства экономического развития РФ от 1 сентября 2010 г. N 403 «Об утверждении формы технического плана здания и требований к его подготовке»
96. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. АСВ, М., 1998, с. 302.
97. Раковский В.И., Попова О.Н. Оптимизация производственных процессов обновления жилого фонда города посредством применения методов математического моделирования. Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 10. С. 19-21.

98. Раковский В.И., Попова О.Н. Планирование комплексного воспроизводства жилищного фонда. Теоретические основы строительства. Сборник трудов XXII Российско-словацко-польского семинара. Москва, 2013, с. 581-586
99. Раковский В.И., Слепухина И.Л., Попова О.Н. Теоретические подходы к формированию системы управления жилой сферой региона. Теоретические основы строительства. Сборник трудов XVIII Российско-словацко-польского семинара (Москва – Архангельск 01.07 -05.07.2009) – Варшава, 2009, с. 623-628
100. Рекомендации по определению технического состояния ограждающих конструкций промышленных зданий. М.: Стройиздат; 1988 г.
101. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. ЦНИИПРОМЗДАНИЙ. - М.: 2001 [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: http://snipov.net/c_4646_snip_108669.html#i464766 (дата обращения: 15.07.2013).
102. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (ЦНИИПромзданий) ГОССТРОЯ СССР. – М., 1989.
103. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкции промышленных зданий и сооружений. НИИСК. М. Стройиздат. 1989. 104с.
104. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города. Учебное пособие для вузов. / под общей ред. П.Г. Грабового и В.А. Харитоновой – М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект», 2006. – с. 624.
105. Рибички Р. Повреждения и дефекты строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1982. 432 с.
106. Рогонский В. А., Костриц А. И., Шеряков В. Ф. [и др.] Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. С.-Петербург: ОАО «Издательство «Стройиздат СПб». 2004. 172 с.
107. Ройтман А. Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. М.: Стройиздат, 1985. 175 с.
108. Ройтман А.Г. Внедрение системы плано-предупредительного ремонта жилых зданий в больших городах. – М.: МГНЦНТИ (серия «проблемы больших городов»), 1982, вып.9.
109. Савельев Ю.В., Шишкин А.И. Современное территориальное стратегическое планирование: состояние, проблемы и организация (опыт Республики Карелия). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. - 355 с.
110. Сборник сметных нормативов планирования стоимости работ по капитальному ремонту зданий и сооружений на 2010 год. Санкт-Петербург. 2009 г. 132 с.
111. Симанкина Т.Л. Совершенствование календарного планирования ресурсосберегающих потоков с учетом аддитивности интенсивности труда исполнителей: Дисс.канд.техн. наук. – СПб, 2007, 156 с.: ил.
112. Симанкина Т.Л., Попова О.Н.. Квалиметрическая экспертиза при оценке состояния застройки урбанизированной территории / Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». 2013. № 7(12). С. 71-78.
113. Симанкина Т.Л., Ширко (Брайла) Н.В. Возможности использования визуализации дефектов при технической экспертизе объектов недвижимости. Сб. докладов XI недели науки СПбГПУ. Часть 1, 2011г. – с. 109-110.
114. Симанкина Т.Л., Ширко (Брайла) Н.В. Оценка физического износа зданий с применением визуального моделирования дефектов. Научно-теоретический журнал. Известия вузов. Строительство. № 7 (633). 2011 г. с 91-97.
115. Симанкина Т.Л., Ширко (Брайла) Н.В. Создание графических образов физического износа объектов и связанных с ним затрат. Научное издание. «Вестник гражданских инженеров». № 4 (29), декабрь 2011 г. с. 30-37.

116. Слепухина И. Л. Формирование региональной системы управления обновлением городской жилой застройки : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Слепухина Ирина Леонидовна; [Место защиты: Ин-т регион. эконом. исслед. г. Москвы]. - Архангельск, 2009. - 184 с.: ил.
117. Смирнов Е.Б. Воспроизводство жилищного фонда крупного города в условиях формирования экономических отношений рыночного типа. — СПб.: СПбГИЭУ, 2004
118. Соколов В.А. Диагностика технического состояния конструкций зданий и сооружений с использованием методов теории нечетких множеств, ГОУ СПбГПУ Научно-прикладное издание. «Инженерно-строительный журнал». 2010. № 5. С. 31-37.
119. Солдатенко Т.Н. Модель идентификации и прогноза дефектов строительной конструкции на основе результатов ее обследования. Научно-прикладное издание. «Инженерно-строительный журнал». 2011. № 7. С. 52-61.
120. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений
121. Стражников А. М. Мониторинг качества жилищного фонда. Научная работа. М.: 2002. 338 с.
122. Стражников А. М. Мониторинг технического состояния жилых зданий. Дорком-экспо. // Сб. докладов. 2001. С. 32-33.
123. Стражников А. М. Научные основы, разработка и реализация системы мониторинга жилищного фонда в мегаполисах (На примере г. Москвы) : Дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.22 : Москва, 2003 376 с.
124. Табакова С.А., Дидковская А.В. Жилые дома. Укрупненные показатели стоимости строительства. Издание третье, переработанное и дополненное. В уровне цен на 01.01.2009 г., для условий строительства в Московской области, Россия. Серия «Справочник оценщика». Издание третье, переработанное и дополненное. – М.: ООО «КО-ИНВЕСТ», 2009. – 592 с.
125. Тарасевич Е. И Управление эксплуатацией недвижимости. СПб.: Издательство «МКС», 2006. 838 с.
126. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.: ил. – Парал. тит. англ.
127. Техническая эксплуатация промышленных зданий и сооружений. ПОТ РО 14000-004-98. М.: Минтруда, 1998.
128. Уткин В.С., Уткин Л.В. Определение надежности строительных конструкций в контексте мер принадлежности.// Вестник Вологодского государственного технического университета. Научно-технический журнал. Вологда, 2001. № 2. - С.68-70.
129. Уткин В. С., Уткин Л. В. Экспертный метод определения физического износа зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2000. №1. С. 48.
130. Уткин, В.С. Прогнозирование долговечности материалов и конструктивных элементов при ограниченной статистической информации / В.С. Уткин, Д.А. Погодин // Конструкции из композиционных материалов. 2003. -№1. — С.71-74
131. Уткин, В.С. Расчет надежности строительных конструкций при различных способах описания неполноты информации. Учебное пособие [Текст] / В.С. Уткин, Л.В. Уткин. – Вологда: ВоГТУ, 2009. 126 с.
132. Федеральный закон от 21 июля 2007 года N 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства»
133. Федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 2007 г. N 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости»
134. Шевченко В.П., Александров Г.Г. Применение теории надежности для оценки ограждающих конструкций зданий. Известия ВУЗов. // Строительство и архитектура. Новосибирск, 1978, №9.

- 135.Шейна С.Г. Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования: Монография. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2008. – 200с
- 136.Шмелев Г.Д. Оценка остаточных сроков службы несущих железобетонных конструкций – основа мониторинга технического состояния зданий и инженерных сооружений // Оценка риска и безопасность строительных конструкций. I межд. научно-практическая конференция. Сборник тезисов докладов. В 2-х т. Т.1.ВГАСУ. – Воронеж, 2006. – 221 с. (с.83-86)
- 137.Шор Я. Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М.: «Советское радио», 1962.
- 138.Шлете Г. Надежность несущих строительных конструкций/ Пер. с нем. О. О. Андреева. –М.: Стройиздат, 1994. – 288 с: ил.
- 139.Шрейбер К. А. Технология и организация ремонтно-строительного производства. Научное издание. М.: Издательство АСБ, 2008. 296 с.
- 140.Шрейбер К.А. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1990. – 287 с.
- 141.Экономико-математическое моделирование в решении организационно-управленческих задач в строительстве. Учебное пособие / Г.С. Гранов, Г.Ш. Сафаров, К.Р. Тагирбеков – М.: АСБ, 2001. – 64 с.
- 142.Building life cycle cost report. EnerMac Consultants Inc, 2003.
- 143.CARMON, N. 1999. Three generations of urban renewal policies: analysis and policy implications. *Geoforum*, 30, 145-158.
- 144.Carol C. Menassa. Evaluating sustainable retrofits in existing buildings under uncertainty Original Research Article *Energy and Buildings*. 2011. No 43, Issue 12. Pp. 3576-3583
- 145.Cheong-Hoon Baek, Sang-Hoon Park. Changes in renovation policies in the era of sustainability Original Research Article *Energy and Buildings*. 2012. No 47, Pp. 485-496
- 146.Clapp John M., Eichholtz Piet, Lindenthal Thies. Real option value over a housing market cycle. Original Research Article *Regional Science and Urban Economics*. 2013. No 43, Issue 6. Pp. 862-874
- 147.COUCH, C., SYKES, O. & BÖRSTINGHAUS, W. 2011. Thirty years of urban regeneration in Britain, Germany and France: The importance of context and path dependency. *Progress in Planning*, 75, 1-52.
- 148.DIAPPI, L., BOLCHI, P. & GAETA, L. 2012. Gentrification Without Exclusion? A SOM Neural network Investi-gation on the Isola District in Milan In: DIAPPI, L. (ed.) *Emergent Phenomena in Housing Markets. Gentrification, Housing search, Polarization*. Berlin: Springer heidelberg
- 149.JEFFREY, P. & POUNDER, J. 2000. Physical and Environmental Aspects. In: ROBERTS, P. & SYKES, H. (eds.) *Urban regeneration. A handbook*. London: SAGE Publication Ltd.
- 150.JONES, P. & EVANS, J. 2008. *Urban Regeneration in the UK: Theory and Practice*, London, SAGE.
- 151.Kari Alanne Selection of renovation actions using multi-criteria «knapsack» model Original Research Article *Automation in Construction*. May 2004. No 13, Issue 3, Pp. 377-391
- 152.Kraaijveld M.A., Mao J., Jain A.K.: In Proc. 11ICPR, Int. Conf. on Pattern Recognition (IEEE Comput. Soc. Press, Los Alamitos, CA 1992) p. 41
- 153.Martinaitis V, Rogoža A, Bikmanien I. Criterion to evaluate the «twofold benefit» of the renovation of build-ings and their elements. Original Research Article. *Energy and Buildings*. 2004. No 36, Issue 1 Pp. 3-8
- 154.PORTER, L. 2009. Whose urban renaissance. In: PORTER, L. & SHAW, K. (eds.) *Whose urban Renaissance? An international comparison of urban regeneration strategies*. London: Routledge.
- 155.ROBERTS, P. & SYKES, H. 2000. *Urban Regeneration: A Handbook*, London, Sage.

- 156.STOUTEN, P. 2010. Changing Context in Urban Regeneration: 30 years of Modernisation in Rotterdam Amsterdam, Design, Science, Planning.
- 157.SWIANIEWICZ, P., ATKINSON, R. & BAUCZ, A. 2011. Background Report on the urban dimension of the Cohesion Policy post 2013. Warsaw.
- 158.TSENKOVA, S. & NEDOVIC-BUDIC, Z. 2006. The Urban Mosaic of Post-Socialist Europe / Space, Institutions and Policy, Springer.
- 159.VAN BECKHOVEN, E. 2006. Decline and Regeneration. Policy responses to processes of change in post-WWII urban neighbourhoods. PhD, Utrecht University.
- 160.Yi-Kai Juan, Jun Ha Kim, Kathy Roper, Daniel Castro-Lacouture. GA-based decision support system for housing condition assessment and refurbishment strategies. Original Research Article Automation in Construction. 2009. No 18, Issue 4. Pp. 394-401
- 161.<http://arhangelskstat.ru/> / Электронный ресурс/
- 162.<http://minregion.ru/> / Электронный ресурс/
- 163.<http://www.basegroup.ru/deductor/> / Электронный ресурс/
- 164.[http://www.gks.ru.](http://www.gks.ru/) / Электронный ресурс/

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Анализ и сравнительная характеристика вариантов аккумулирования денежных средств на капитальный ремонт

ЖК РФ [47] устанавливает возможность самостоятельного выбора собственниками способа накоплений средств на капитальный ремонт:

- формирование фонда на счете регионального оператора по финансированию капитального ремонта общего имущества;
- формирование фонда капитального ремонта на специальном счете конкретного многоквартирного дома.

Основой аккумулирования взносов в Региональном фонде, согласно варианту №1, представленному на рисунке А.1, является возможность на условиях возвратности и срочности использовать накопленные средства собственников для финансирования работ по другим домам, требующих первоочередного ремонта согласно календарному плану, что позволит обеспечить быстрое начало работ. В этом случае взносы жильцов поступают на общий счет регионального оператора, где учитываются отдельно по каждому дому и собственнику.

Региональный оператор, как юридическое лицо, созданное в форме фонда, осуществляет аккумулирование поступающих взносов и выбор подрядных организаций, выступает в роли технического заказчика, а также обеспечивает финансирование расходов и контроль исполнения договоров. Деятельность оператора координируется исполнительным органом власти Архангельской области. При этом для различных территорий региона может быть создано несколько операторов с учетом особенностей жилищного фонда. В настоящее время в Архангельской области региональный оператор еще не создан, однако уже проводится инвентаризация жилой застройки с целью сбора сведений о количестве МКД и их состоянии, необходимых для разработки областного закона и программы капитального ремонта.

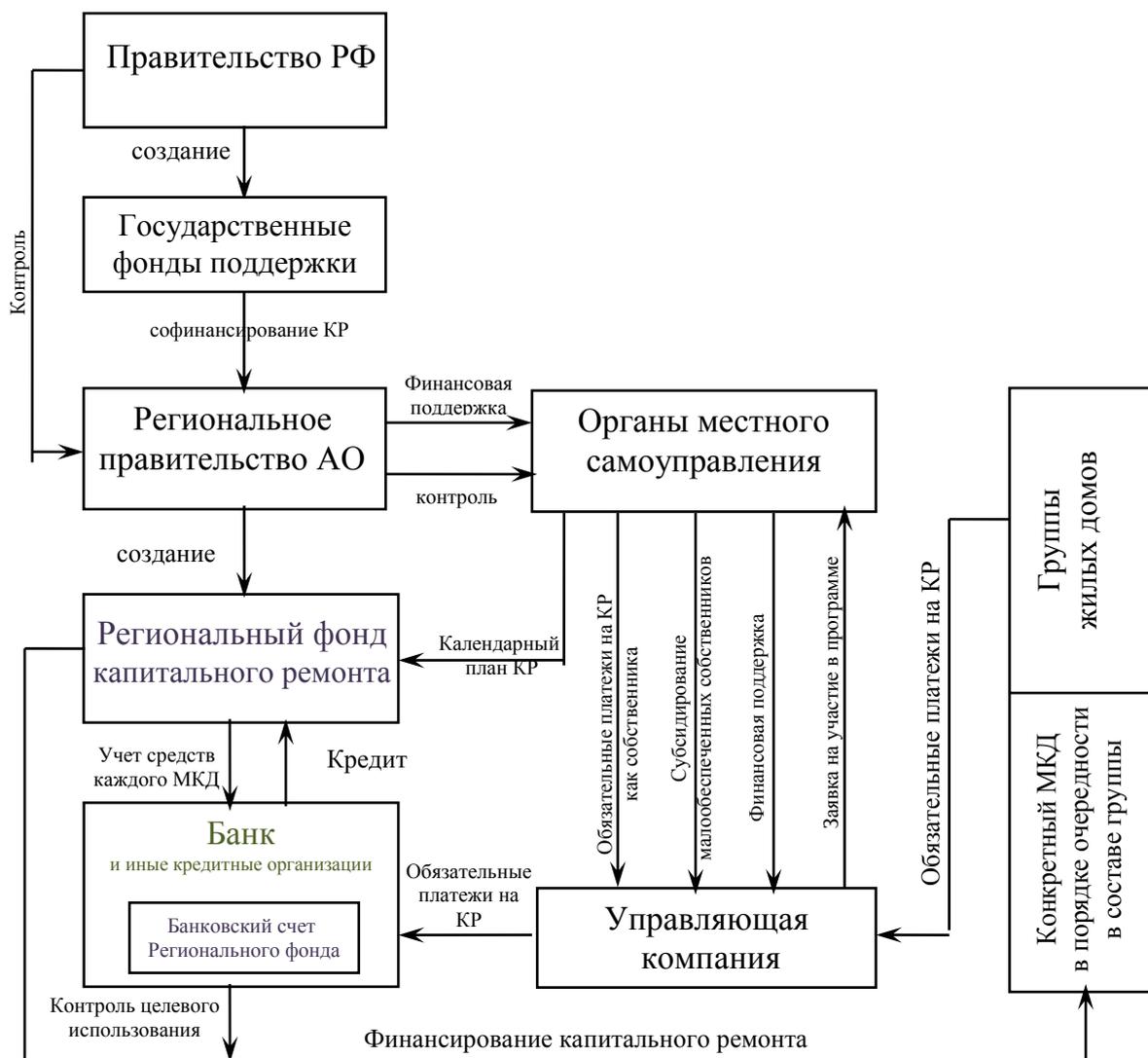


Рисунок А.1 Вариант №1: аккумуляция денежных средств на счете регионального оператора

Данный механизм имеет существенный недостаток. При реализации рассмотренной модели приоритет получают ветхие и аварийные дома. Таким образом, собственники, добросовестно оплачивающие содержание общего имущества, могут оказаться в невыгодном положении. Это следует учитывать, если решение собственников о выборе способа накопления не будет принято в срок: взносы автоматически перечисляются на счет регионального оператора.

Второй вариант, согласно рисунку А.2, предусматривает накопление платежей на специальном банковском счете конкретного МКД. Накапливаемые таким образом денежные средства являются общей собственностью

жильцов-собственников и подлежат взысканию по обязательствам владельца счета. Перечень разрешенных операций на котором строго ограничен, что гарантирует сохранность взносов. Целевое использование средств контролируется банком.

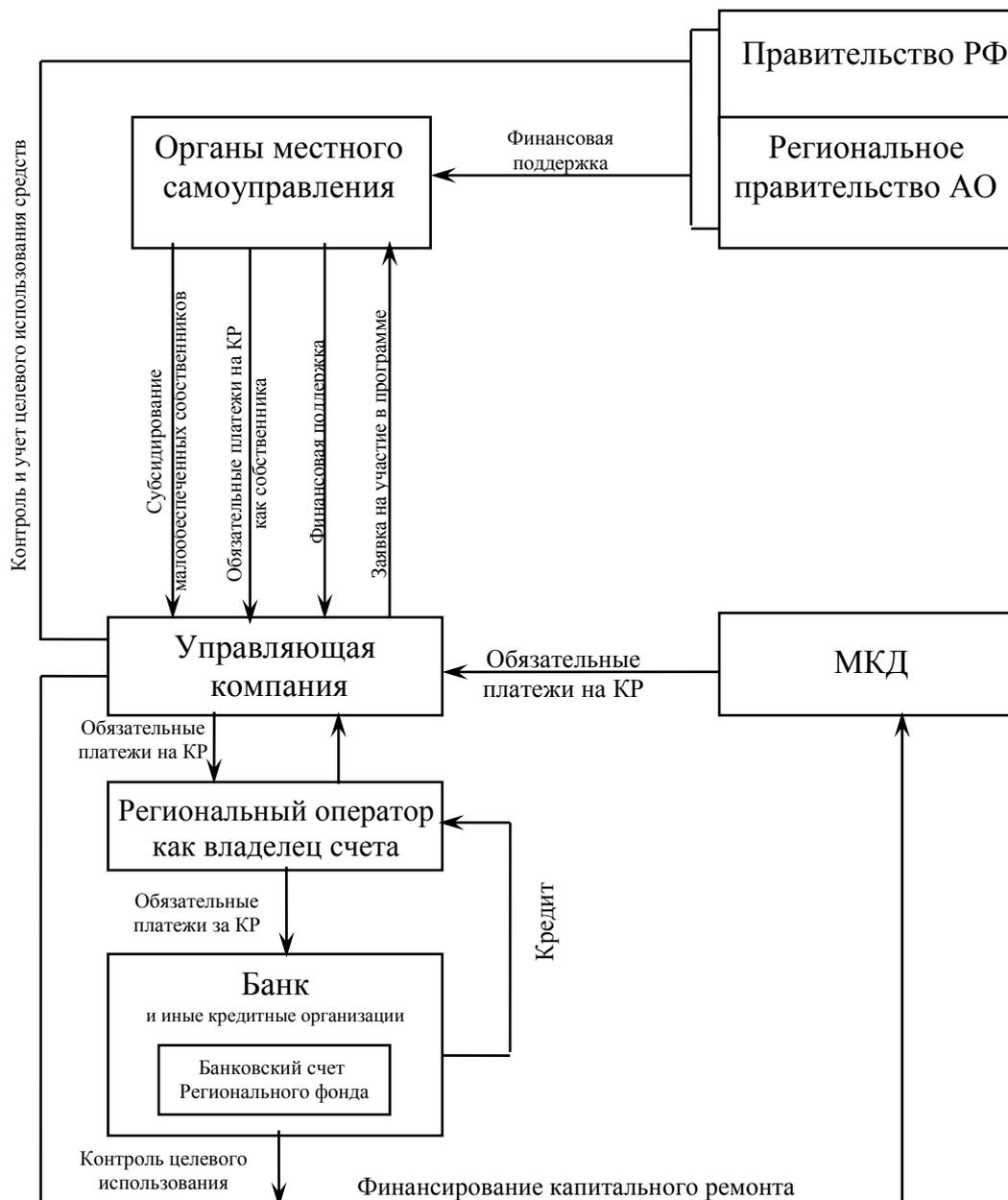


Рисунок А.2 Вариант №2: аккумуляция денежных средств на индивидуальном счете конкретного МКД

Согласно Федеральному закону № 271-ФЗ [47], владельцами специального счета могут выступать ТСЖ, созданные в каждом доме, за исключением домов, объединенных общей территорией с количеством квартир не более 30, ЖСК и региональный оператор.

Учитывая техническое состояние, конструктивные особенности жилищного фонда и социальное положение собственников, а также результаты анализа недостатков и преимуществ каждой из систем, представленные в сравнительной таблице А.1, наиболее рациональным является накопление денежных средств на капитальный ремонт конкретного МКД в форме обязательных платежей на специальном счете дома.

Таблица А.1 – Сравнительная характеристика вариантов аккумулирования денежных средств на капитальный ремонт

Вариант №1 – Аккумулирование денежных средств на счете регионального оператора	Вариант №2 – Аккумулирование денежных средств на индивидуальном счете конкретного дома
Преимущества	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Финансирование расходов на капитальный ремонт в МКД за счет накоплений Фонда и средств, полученных из иных источников (если это необходимо) 2. Быстрое начало ремонтных работ за счет аккумулированных денежных средств 3. Повышение ответственности управляющих компаний и подрядных организаций за исполнение обязательств по проведению капитального ремонта 4. Формирование четкого реестра МКД, нуждающихся в капитальном ремонте 5. Предотвращение нарастания ветхого и аварийного жилья 6. Контроль качества проводимых работ по капитальному ремонту МКД на уровне субъекта РФ 7. Комиссия за ведение банковского счета или иной кредитной организации меньше, за счет пропорционального разделения суммы между всеми домами, формирующими фонд капитального ремонта 8. Выход для собственников, которые не хотят принимать коллективное решение на общем собрании 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Программа капитального ремонта конкретного МКД с учетом его состояния, ранее выполненных работ и реальных потребностей дома 2. Самостоятельное принятие решения собственниками о составе работ и услуг по ремонтам, размере их финансирования и порядке проведения 3. Приоритетная цель модели - улучшение качества жизни собственников и пользователей МКД. Оценка показателей успешной реализации системы капитального ремонта исходя из выполнения требований собственников 4. Проценты, начисляемые банком или иной кредитной организацией за пользование временно свободными средствами, остаются в распоряжении собственников

Окончание таблицы А.1

Вариант №1 – Аккумуляция денежных средств на счете регионального оператора	Вариант №2 – Аккумуляция денежных средств на индивидуальном счете конкретного дома
Недостатки	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип "общего котла" - временное заимствование средств с одного дома на нужды других домов 2. Отсутствие гарантий обеспеченности и возвратности денежных средств в "нужный" момент; 3. Очередность МКД на проведение капитального ремонта; 4. Низкий уровень участия собственников. Отсутствие механизмов для контроля; 5. Огромная роль органов местного самоуправления: утверждение плана капитального ремонта и объема работ, выбор подрядных и поставляющих организаций; 6. Высокий риск того, что показатели успешной реализации системы капитального ремонта будут формироваться исходя из количества домов или общей жилой площади, а не базируясь на выполнении требований собственников 7. Высокий риск возникновения коррупции 8. Длительный срок (2 года) изменения формы накопления со счета регионального оператора на специальный счет дома 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Управляющие компании рассматриваются банками как недостаточно надежный заемщик, что вызывает проблемы с привлечением заемных средств 2. Низкая степень участия органов власти и бюджетной поддержки всех уровней 3. Недостаток накопленных средств снижает объемы капитального ремонта 4. Отсутствие гарантии, что при выделении средств государственной поддержки собственники жилья будут находиться в равном положении с собственниками, выбравшими способ финансирования ремонта через регионального оператора 5. Оплата комиссии банка, которая не зависит от суммы вклада, оплачивается собственниками за счёт взносов на капитальный ремонт 6. Необходимо самостоятельно заниматься организацией капитального ремонта и осуществлять мониторинг процесса накопления 7. Невозможность получения займа на проведение капитального ремонта за счёт средств регионального оператора

Экономико-математические модели программирования при решении организационно-технологических задач в строительстве

Таблица Б.1 - Экономико-математические модели [83, 141]

Виды экономико-математических моделей	Описание и область применения
<i>Модели линейного программирования</i>	<p>Позволяет в достаточно простой форме проанализировать множество возможных вариантов и выбрать оптимальный (транспортная задача, симплекс-метод). Условия задач выражаются системой уравнений или неравенств, содержащих неизвестные только первой степени.</p> $C = \sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i \rightarrow \max(\min)$
<i>Нелинейные модели</i>	<p>Отыскание оптимально варианта. Модели используются, если в результате взаимодействия различных факторов, не получена простая алгебраическая сумма их действий. Задачи описываются нелинейными уравнениями.</p>
<i>Модели динамического программирования</i>	<p>Такой метод оптимизации подходит при операциях, в которых процесс принятия решений может быть разбит на отдельные этапы (шаги). Большую группу моделей динамического программирования представляют задачи календарного планирования, оптимизации сроков выполнения работ для снижения их себестоимости т.д.</p> <p>Задача описывается динамическим рекуррентным соотношением:</p> $F_j(s_{j-1}) = \min\{f_j(s_{j-1}, Y_j) + F_{j+1}(s_j)\}, \quad j = n-1, n-2, \dots, 1$ <p>где $F_j(s_{j-1})$ – минимальная стоимость перевода системы (объекта управления) из состояния $j-1$ в состояние j;</p> <p>s_{j-1} – состояние системы к j-му шагу;</p> <p>Y_j – управленческое решение, позволяющее достичь требуемого состояния s_j;</p> <p>$f_j(s_{j-1}, Y_j)$ – стоимость перевода исследуемой системы из состояния $j-1$ в состояние j;</p> <p>$F_{j+1}(s_j)$ – стоимость перевода исследуемой системы на $(n-1)$ шагах.</p>

Виды экономико-математических моделей	Описание и область применения
Оптимизационные модели (постановка задачи оптимизации)	<p>Выбор из всех возможных решений самого лучшего, оптимальный вариант (достижение экстремума). Структура оптимизационной модели состоит из целевой функции, области допустимых решений и системы ограничений, определяющих эту область.</p> <p>Если целевая функция, связи между искомыми показателями, ограничения выражены в виде линейных зависимостей, то оптимизационная модель сводится к линейной постановке задачи. На практике модель чаще сводится к нелинейному программированию, так как не удается целевую функцию выразить в виде линейных зависимостей.</p> <p>Такие модели в строительстве применяются, если надо найти лучший способ использования экономических и материальных ресурсов, размещения мощностей предприятия, парка машин.</p>
Модели управления запасами	<p>Применяются при необходимости определения объемов запасов материальных ресурсов и организации бесперебойной их поставки на склад. Это стохастические или вероятностные модели, в упрощенном постановке задачи используются детерминированные модели</p> <p>Общий вид модели:</p> $Z(t) = Z_{нач} + P(t) - R(t)$ <p>где $Z(t)$ – текущий уровень запаса стройматериалов на складе в момент времени t ;</p> <p>$Z_{нач}$ – начальный запас материалов на складе в момент $t = 0$;</p> <p>$P(t)$ – поступление материалов на склад за время t ;</p> <p>$R(t)$ – расходование материалов со склада за время t .</p>
Целочисленные модели	<p>Разновидность задач моделирования при целочисленных переменных (например, сколько необходимо строительных машин или рабочих, или сколько надо построить домов). Решение требует применения специальных математических методов (метод «Гомори», венгерский метод)</p>
Цифровое моделирование (метод перебора)	<p>Применяется при неопределенности исходных данных, когда имеются факторы, которые случайным образом могут влиять на результат. Задачи цифрового моделирования решаются методом подбора:</p> $Y = f(x_i, z_i)$ <p>где Y – общий критерий функционирования;</p> <p>f – соотношение, связывающее управляемые и неуправляемые переменные.</p> <p>x_i - множество управляемых переменных;</p> <p>z_i – множество неуправляемых переменных;</p> <p>Необходимо определить значения управляемых переменных, для того, чтобы получить максимум или минимум функции. Устанавливаем диапазон возможных изменений управляемых переменных, затем для этих значений определяем значение целевой функции Y . Находим экстремальное значение. Это значение и будет решением задачи.</p>

Виды экономико-математических моделей	Описание и область применения
<i>Имитационные модели</i>	<p>Частный случай цифрового моделирования. Применяются в ходе планирования будущей деятельности предприятия, для исследования, принятия и проверки решений. Не требует математической точности и не связывает себя слишком жесткими математическими предписаниями. К таким моделям прибегают, если экспериментировать на реальном объекте слишком дорого или невозможно, если невозможно построить аналитическую модель.</p>
<i>Вероятностно-статистические модели</i>	<p>Учитывают случайные факторы и позволяют определить вероятность наступления того или иного события. Изучаются с привлечением методов теории вероятности и математической статистики (теория массового обслуживания, факторный анализ, стохастическое программирование и т.д.), а также на основе статистического моделирования.</p> <p>Используются, например, при организации планово –профилактического ремонта строительных конструкции.</p>
<i>Модели теории игр</i>	<p>Модели теории игр используются, когда есть спорная ситуация между сторонами, преследующими различные цели. Эти ситуации называют конфликтными, а модели, которые позволяют анализировать эти ситуации – игровыми.</p> <p>Обычно рассматривают антагонистические игры, когда выигрыш одной стороны равен проигрышу другой.</p> <p>При строительстве редко возникают ситуации, когда интересы сторон не совпадают. Для организации эксплуатации такая ситуация типична.</p>
<i>Модели итеративного агрегирования</i>	<p>Применяется при необходимости решения глобальной задачи на основе совокупности подзадач. Для достижения результата многократно повторяется одно и то же действие. Использование данного метода в строительстве позволяет получить адекватную и простую систему управления.</p>
<i>Организационно-технологические модели</i>	<p>Представляют собой графическое описание процессов возведения зданий, сооружений, структуру управления и т.д. В организационно-технологической модели всегда должны быть описаны перечень СМР, характер взаимосвязи между работами и т.д.</p> <p>Организационная модель наглядно отображает структуру управления строительным производством.</p>

Виды экономико-математических моделей	Описание и область применения
<i>Графические модели</i>	<p>Обладают простотой, наглядностью и универсальностью. Они применяются для анализа связей, структуры, отношений и процессов в производственных системах. Модели имеют вид графиков, схем, планов, диаграмм. Различают:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оргограммы, т.е. графики, отражающие организационные отношения в производственных системах (классификационные схемы, оргасхемы, оперограммы, органиграммы и т.д.); - хронограммы (пооперационные, контрольные, сборочные и др.) и топограммы (схемы обслуживания рабочих мест, маршрутные схемы, циклограммы и т.д.), графически отображающие расположение предметов, ресурсов и явлений во времени и пространстве. Нашли наибольшее применение при построении моделей строительного производства (линейные графики Гранта, циклограммы, сетевые графики и др.); - диаграммы и номограммы – это графики количественных отношений (соотношений) различных величин. Номограммы дают также возможность определить некоторые величины без специальных вычислений.
<i>Сетевые модели</i>	<p>Представляет собой множество вершин, соответствующие работам, которые связаны между собой линиями, представляющими взаимосвязи между работами.</p> <p>Сетевые модели имеют ряд преимуществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - простое и наглядное изображение в любой последовательности и увязка работ; - наличие несложных алгоритмов расчета; - гибкость структуры сетевых моделей, особенно обобщенных и альтернативных; - возможность многократного расчета, оптимизации без изменения структуры самой модели; - возможность эффективного использования для планирования и управления производством.

Приведение данных технических паспортов жилых зданий об уровне технического состояния на текущий момент времени

Таблица В.1. Приведение данных об уровне технического состояния на текущий момент времени

Наименование конструкции	Фактический срок службы конструкции на текущую дату, $CC_{тек}$.	Фактический срок службы конструкции на момент обследования $CC_{обсл}$	Средние нормативные сроки службы конструкций или срок службы до капитального ремонта, $CC^{норм}$	Эффективный возраст конструкции на момент обследования $ЭВ_{обсл}$	Соответствие $ЭВ_{обсл}$ фактическому сроку службы конструкции на момент обследования $CC_{обсл}$	Эффективный возраст конструкции на текущую дату, $ЭВ_{тек}$.	Текущий износ конструкции
Долгоживущие элементы	Количество лет между датой ввода в эксплуатацию объекта и текущей датой	Количество лет между датой ввода в эксплуатацию объекта и датой обследования	- Согласно прил.1 МГСН 301.01.-96 [60] с учетом максимальных сроков эксплуатации согласно ВСН 53-86(р) для элементов, не подлежащих замене на протяжении всего периода использования здания по назначению (отмечены «*» в ВСН 58-88р) ИЛИ Согласно ВСН 58-88(р) для элементов, подлежащих замене	Определяется как срок эксплуатации данной конструкции на основании фактического физического износа элемента $I_{обсл}$. на момент обследования согласно ВСН 53-86(р) в, % (принимая срок службы как в интервале от 0-5%, 6-10%, 11-15%...51-60%, 61-80%, 81-100% в зависимости от того в какой интервал попадает $I_{обсл}$.)	Отмечаем: - «больше» если $(CC_{обсл} - ЭВ_{обсл}) < -0.05CC^{норм}$, - «меньше» если $(CC_{обсл}^{факт} - ЭВ_{обсл}) > 0.05CC^{норм.*}$ *)С округлением до целых	$ЭВ_{тек} = ЭВ_{обсл} + (CC_{тек} - CC_{обсл})$	Физический износ конструкции, определяемое согласно ВСН 53-86(р) в зависимости от эффективного возраста данной конструкции на текущую дату $ЭВ_{тек}$, %;
					- «да» если $-0.05CC^{норм} < (CC_{обсл} - ЭВ_{обсл}) < 0.05CC^{норм.*}$ *)С округлением до целых		

Наименование конструкции	Фактический срок службы конструкции на текущую дату, $CC_{тек.}$	Фактический срок службы конструкции на момент обследования $CC_{обсл}$	Средние нормативные сроки службы конструкций или срок службы до капитального ремонта, $CC^{норм}$	Эффективный возраст конструкции на момент обследования $ЭВ_{обсл}$	Соответствие $ЭВ_{обсл}$ фактическому сроку службы конструкции на момент обследования $CC_{обсл}$	Эффективный возраст конструкции на текущую дату, $ЭВ_{тек.}$	Текущий износ конструкции
Короткоживущие элементы	Количество лет между датой ввода в эксплуатацию объекта и текущей датой	Количество лет между датой ввода в эксплуатацию объекта и датой обследования	Согласно ВСН 58-88(р) для элементов, подлежащих замене	Определяется как срок эксплуатации данной конструкции на основании фактического физического износа элемента $I_{обсл.}$ на момент обследования согласно ВСН 53-86(р) в, % (принимая срок службы как в интервале от 0-20%, 21-40%, 41-60% 61-100% в зависимости от того в какой интервал попадает $I_{обсл.}$)	<p>Отмечаем:</p> <p>- «больше» если $(CC_{обсл} - ЭВ_{обсл}) < -0.05CC^{норм}$,</p> <p>- «меньше» если $(CC_{обсл}^{факт} - ЭВ_{обсл}) > 0.05CC^{норм.*}$</p> <p>*)С округлением до целых</p>	$ЭВ_{тек.} = ЭВ_{обсл} + (CC_{тек.} - CC_{обсл})$	<p>Физический износ конструкции, определяемое согласно ВСН 53-86(р) в зависимости от эффективного возраста данной конструкции на текущую дату $ЭВ_{тек.}$, %</p> <p>ИЛИ</p> <p>При величине прогнозируемого $ЭВ_{тек} > 0,8 CC^{норм}$ для короткоживущих элементов здания принимаем величину износа 50%. Большое значение прогнозируемого $ЭВ_{тек.}$ говорит либо о большой вероятности недообследования объекта (т.е. возможно работы по капитальному ремонту уже были проведены, но не зафиксированы в обследовании), либо о действительно плохом состоянии данного элемента. В условиях неопределенности принимаем среднее от 1 до 100% значение износа.</p>

Алгоритм кластеризации с использованием аналитической платформы Deductor

На рисунке Г.1 представлен скриншот стартовой страницы работы программы аналитической платформы Deductor с импортированными данными признаков жилищного фонда по объектам [163].

№ п/п	Адрес	1. гр. кап.	2. Колэт.	3. V	4. S общ. кв	5. И ОБЩ.	6. Т эксп.	7. С 1969 г. общ.	8.1 Т фонд.	8.2 С фонд.	8.3 И фонд.	9.1 Т стен.	9.2 С стен.	9.3 И стен.	10.
1	пр. Бадигина 4	1	0.076923077	0.01853819	0.017932273	0.7	0.495575221	0.018455775	0.555555556	0.064924374	0.75	0.0232680178	0.7		0.65
2	пр. Бадигина 6	1	0.076923077	0.01917145	0.017709918	0.66	0.407079646	0.017589408	0.555555556	0.063543642	0.55	0.0251049387	0.65		0.45
3	пр. Бадигина 9	1	0.076923077	0.015433171	0.016048796	0.48	0.353982301	0.016237041	1	0.064798629	0.4	0.0212500519	0.45		0.35
4	пр. Бадигина 13	1	0.076923077	0.014442424	0.014627468	0.3	0.353982301	0.016012583	1	0.067170877	0.3	0.0221956776	0.35		0.4
5	пр. Бадигина 15 к.1	1	0.076923077	0.012062591	0.013009585	0.43	0.362831858	0.014528025	1	0.061351588	0.35	0.0199341153	0.4		0.3
6	пр. Бадигина 16	1	0.076923077	0.018783323	0.021337366	0.28	0.362831858	0.019564284	1	0.050119001	0.2	0.0173804395	0.3		0.4
7	пр. Бадигина 17	1	0.076923077	0.014646702	0.01234724	0.3	0.353982301	0.017221522	1	0.085164957	0.3	0.0230250301	0.4		0.65
8	пр. Ломоносова 169	1	0.153846154	0.062388371	0.046960217	0.69	0.743362832	0.059497707	0	0.093741793	0.8	0.0271136817	0.65		0.6
9	пр. Новгородский 147	1	0.076923077	0.001129527	0.002239629	0.54	0.511504425	0.002186393	0	0.01627129	0.65	0.0219069953	0.6		0.65
10	пр. Никольский 114	1	0.076923077	0.003268441	0.004059068	0.7	0.840707965	0.00547851	0	0.021648667	0.8	0.0239899597	0.65		0.7
11	пр. Ломоносова 251	1	0.076923077	0.004483893	0.004290143	0.69	0.539823009	0.006239549	0	0.031702219	0.8	0.032378708	0.7		0.7
13	пр. Никольский 140	1	0.076923077	0.005433783	0.006039463	0.7	0.849557522	0.007706363	0	0.025421956	0.8	0.0263414916	0.7		0.7
14	пр. Никольский 41	1	0.076923077	0.006015975	0.004202945	0.71	0.849557522	0.007891103	0	0.090480291	0.75	0.010542414	0.7		0.55
15	пр. Новгородский 149	1	0	0	0	0.51	0.911504425	0.00196695	0	0.0211769096	0.55	0.0256881189	0.55		0.55
17	пр. Троицкий 75	1	0.153846154	0.039588994	0.026072209	0.48	0.548672566	0.035117541	0	0.115612107	0.4	0.0434247537	0.55		0.35
18	пр. Троицкий 125 к.1	1	0.076923077	0.016975466	0.018237466	0.3	0.575212139	0.016390228	0.777777778	0.050745454	0.15	0.013951086	0.35		0.75
20	пр. Ломоносова 172 к.2	1	0.076923077	0.008988213	0.010856154	0.72	0.849557522	0.007923162	0	0.044797267	0.75	0.0202135955	0.75		0.65
21	ул. Луговая, д.11	1	0.076923077	0.009223132	0.008885478	0.61	0.690265487	0.009356322	0	0.070337082	0.8	0.023644029	0.65		0.85
22	пр. Новгородский 139	1	0.076923077	0.009682757	0.003732075	0.65	0.89380531	0.009785425	0	0.152443691	0.7	0.0547092885	0.65		0.5
23	пр. Советских Космонавтов 190	1	0.076923077	0.012287236	0.012735271	0.53	0.415923204	0.014516787	0.555555556	0.064813312	0.5	0.0212556574	0.5		0.6
24	пр. Советских Космонавтов 196	1	0.076923077	0.016889341	0.016698421	0.64	0.451327434	0.016994698	0.555555556	0.069774273	0.6	0.0251968529	0.6		0.7
26	пр. Ломоносова 200 к.1	1	0.076923077	0.00974404	0.00836229	0.71	0.637168142	0.01063272	0	0.080932245	0.7	0.0272030457	0.7		0.7
27	пр. Никольский 150	1	0.076923077	0.010639331	0.008929077	0.63	0.743362832	0.010032949	0	0.073767814	0.35	0.033116636	0.7		0.4
28	пр. Советских Космонавтов 105	1	0.076923077	0.011950238	0.013847046	0.23	0.415923204	0.013063577	0	0.055241053	0.15	0.0176013673	0.4		0.6
29	ул. Самойло, д.27	1	0.076923077	0.012021735	0.01489806	0.57	0.463028549	0.011827727	0	0.049163237	0.8	0.0152634086	0.6		0.45
31	пр. Новгородский, д.8 корп.1	1	0.076923077	0.012379221	0.009303751	0.47	0.477876106	0.012143417	0	0.096178139	0.4	0.0332294427	0.45		0.7
32	наб. Северной Двины 118 к.3	1	0.076923077	0.012501787	0.014182758	0.66	0.637168142	0.014639366	0	0.056377603	0.65	0.0182643088	0.7		0.7
33	наб. Северной Двины 118 к.2	1	0.076923077	0.013451678	0.014060681	0.66	0.743362832	0.014821743	0	0.064168484	0.55	0.0210094899	0.7		0.7
34	наб. Северной Двины 118 к.1	1	0.076923077	0.01378522	0.013820987	0.63	0.646017699	0.015034904	0	0.067976115	0.65	0.024630938	0.7		0.8
35	пр. Московский, д.5	1	0.076923077	0.01416665	0.012491117	0.62	0.495575221	0.013721869	0	0.080435119	0.8	0.027219413	0.8		0.45
36	ул. Гвардейская, д.11	1	0.076923077	0.014176864	0.017736078	0.5	0.380530973	0.013730888	0	0.048499902	0.6	0.0150278763	0.45		0.6
37	пр. Новгородский, д.25	1	0.076923077	0.015056257	0.013288979	0.51	0.460176991	0.014060585	0	0.080681662	0.45	0.0273135328	0.6		0.8
38	пр. Обводный канал 60 к.4	1	0.076923077	0.011664429	0.010437603	0.49	0.477876106	0.012645121	0.555555556	0.077880541	0.4	0.0262441815	0.5		0.8
39	ул. Комсомольская, д. 10 корп. 2	1	0.076923077	0.016029576	0.017029774	0.62	0.716814159	0.01434491	0	0.056016871	0.6	0.019725816	0.8		0.5
40	пр. Ломоносова 176	1	0.076923077	0.016587339	0.019516888	0.68	0.725663717	0.014751803	0	0.067796209	0.4	0.0244100461	0.7		0.55
41	пр. Обводный канал 88	1	0.076923077	0.028731641	0.025945772	0.53	0.486725664	0.025706568	0.555555556	0.061805513	0.55	0.0239667178	0.55		0.6
42	пр. Обводный канал 90	1	0.076923077	0.03433906	0.035315199	0.59	0.486725664	0.032326395	0.555555556	0.066739866	0.45	0.0239899597	0.6		0.7
43	пр. Обводный канал 117	1	0.076923077	0.017108247	0.016157794	0.69	0.504424779	0.016067352	0.555555556	0.074421703	0.7	0.0270447729	0.7		0.55
44	пр. Обводный канал 123	1	0.076923077	0.011991093	0.015477649	0.58	0.469026549	0.012572401	0.555555556	0.046457418	0.45	0.0142481411	0.55		0.7
45	пр. Ломоносова 172 к.2	1	0.153846154	0.022940371	0.020566564	0.7	0.601769912	0.020005511	0	0.081111348	0.7	0.0297050102	0.7		0.45
46	пр. Ломоносова 183 к.2	1	0.076923077	0.01042837	0.010399125	0.43	0.725663717	0.012300124	0.555555556	0.068169955	0.4	0.0225370841	0.45		0.55
47	пр. Ломоносова 183 к.3	1	0.076923077	0.019314444	0.018664737	0.48	0.689115044	0.017851187	0.555555556	0.072446047	0.4	0.0262591235	0.55		0.45
48	пр. Ломоносова 183 к.4	1	0.076923077	0.018685034	0.019398783	0.4	0.689115044	0.020391969	0.555555556	0.071442635	0.35	0.0258600979	0.45		0.7
49	пр. Обводный канал 59	1	0.076923077	0.017690438	0.018860932	0.71	0.725663717	0.015344828	0	0.055777419	0.75	0.013630594	0.7		0.55
50	пр. Ломоносова 213	1	0.153846154	0.034573979	0.037503869	0.54	0.689115044	0.031142534	0	0.061003747	0.45	0.0217089217	0.55		0.7
51	пр. Обводный канал 61	1	0.076923077	0.017700652	0.018930691	0.7	0.725663717	0.019547402	0	0.055496843	0.75	0.0195190188	0.7		0.65
53	пр. Ломоносова 279	1	0.153846154	0.03133618	0.021110641	0.66	0.575212139	0.028353931	0	0.119900485	0.65	0.0451300914	0.65		0.35
54	ул. Октябрь, д.4, корп.2	1	0.615384615	0.134455498	0.162759469	0.4	0.300884956	0.130823082	1	0.097723959	0.35	1.0394257152	0.35		

Рисунок Г.1 Скриншот стартовой страницы работы программы аналитической платформы Deductor с импортированными данными признаков жилищного фонда по объектам

В мастере обработки данных (рис. Г.2) необходимо выбрать приложение Data Mining Карта Кохонена.

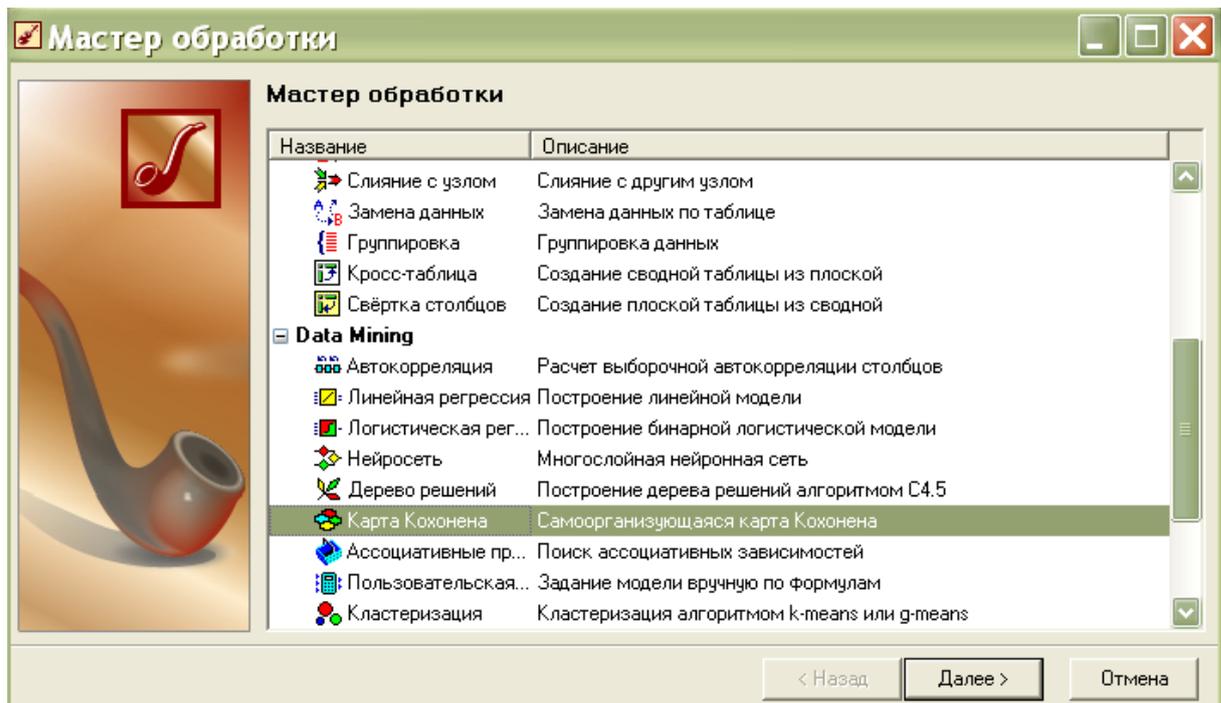


Рисунок Г.2 Мастер обработки данных аналитической платформы Deductor

На втором шаге мастера обработки необходимо задать назначение исходных столбцов данных, которые представляют собой совокупность признаков объектов. При этом все данные признаков являются входящими векторами (рис. Г.3).

Следует отметить, что механизм нормализации также встроен в программу, однако как было отмечено, нормализация данных была уже проведена на предварительном этапе для выявления показателей величин, выходящих за пределы диапазона нормального распределения.

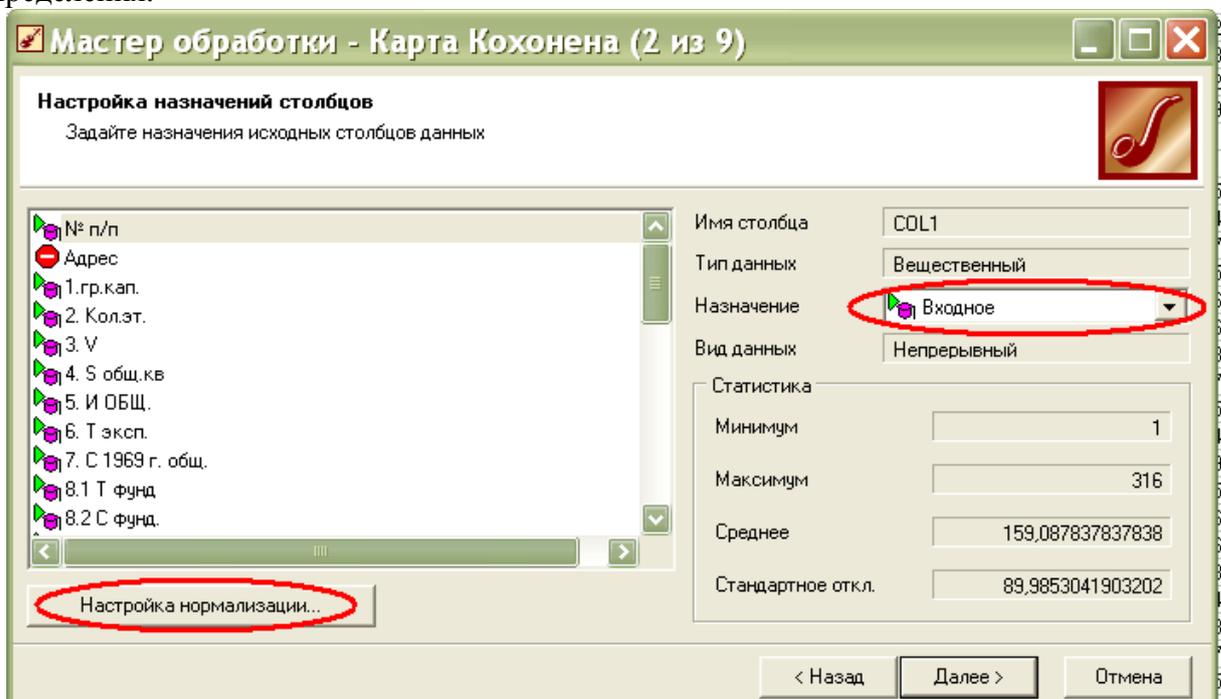


Рисунок Г.3 Настройка входных данных мастера обработки

На следующем шаге требуется настроить обучающую выборку. Обучающее множество - включает записи (примеры), которые будут использоваться в качестве входных данных, а также соответствующие желаемые выходные значения (рис. Г.4). При решении

задачи кластеризации необходимости в тестовом множестве чаще всего нет, что обусловлено процессами самоорганизации без учителя.

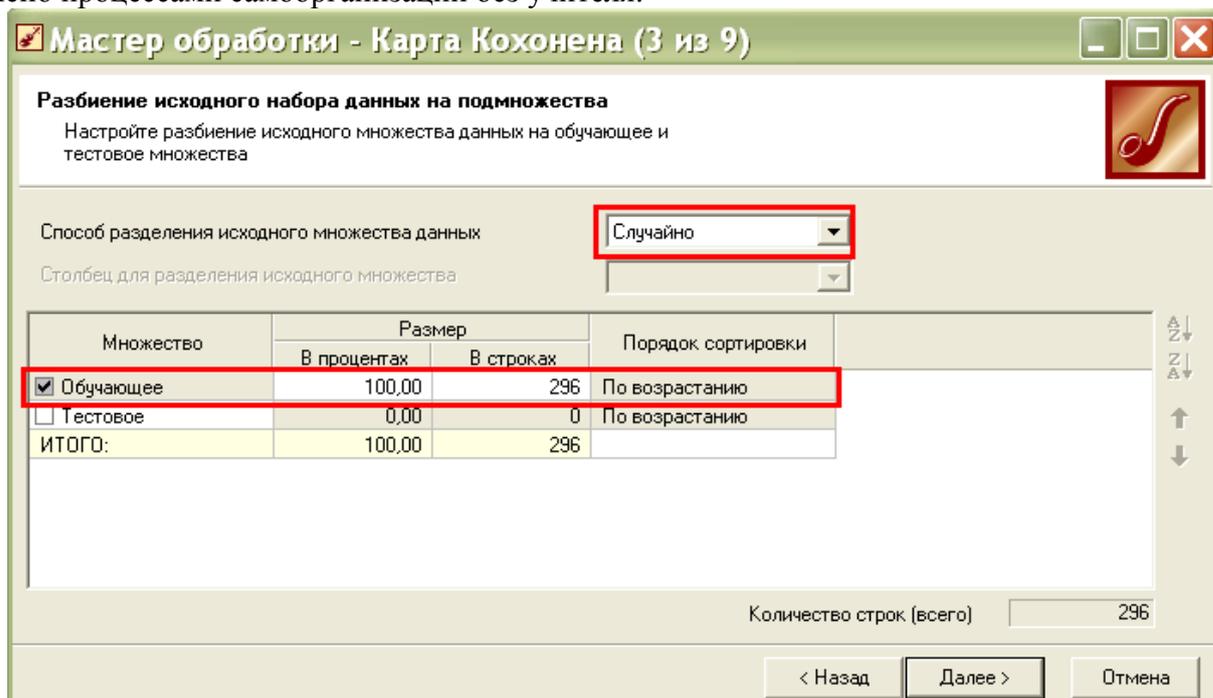


Рисунок Г.4 Настройка обучающей выборки

В секции «Параметры карты» (рис. Г.5) задается размер карты, т.е. количество ячеек из которых она будет состоять. Для этого в полях «Размер по оси X» и «Размер по оси Y» следует указать количество ячеек по соответствующим координатам. В поле «Количество ячеек» отображается общее число ячеек карты. Оно определяется как произведение значений полей «Размер по оси X» и «Размер по оси Y» и меняется только при их изменении. Граница решетки должна иметь прямоугольную форму, которая лучше квадратной, потому что «гибкую сеть», формируемую из эталонных векторов m_i , необходимо ориентировать соответственно виду функции $p(x)$ и стабилизировать в процессе обучения.

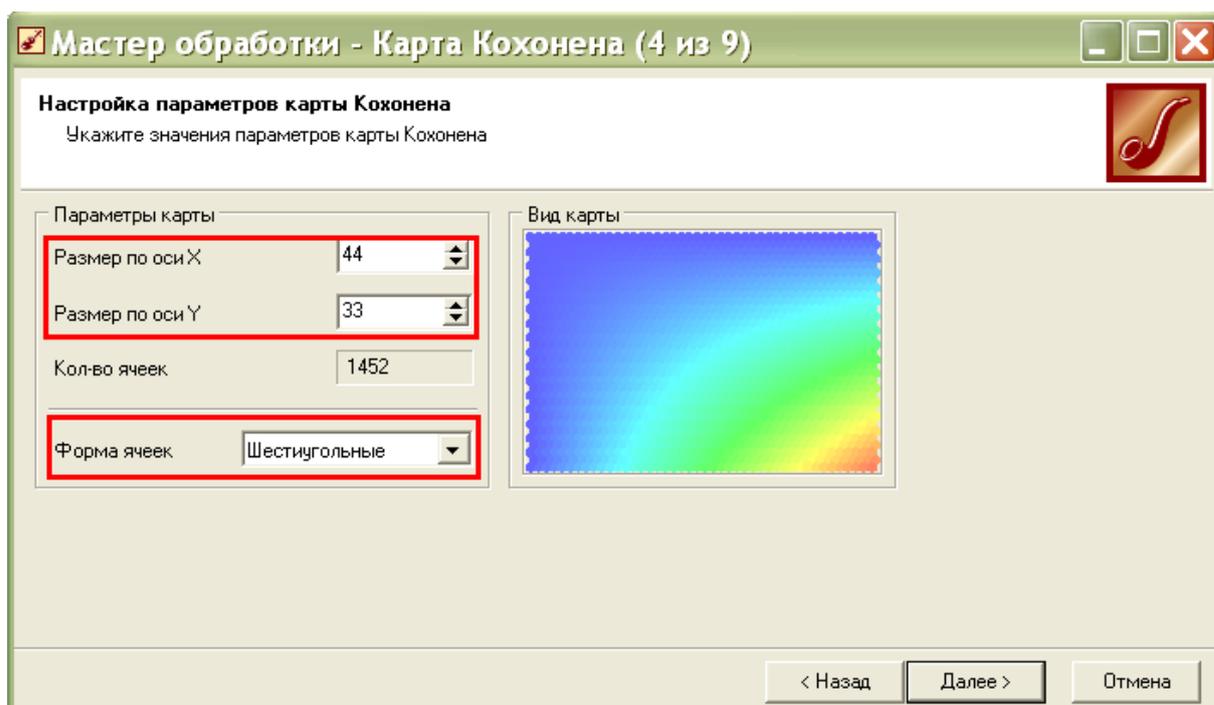


Рисунок Г.5 Настройка параметров самоорганизующейся карты

В списке «Форма ячеек» выбирается один из вариантов конфигурации ячейки - прямоугольная или шестиугольная (гексагональная). Как уже отмечалось, предпочтительней является гексагональная конфигурация ячеек для визуального восприятия получаемых результатов, поскольку в них нет выделенных горизонтальных и вертикальных направлений, как это имеет место при применении прямоугольных ячеек, поэтому для обработки данных автор использовал именно ее.

На шаге «Настройка параметров остановки обучения» (рис. Г.6) необходимо задать условие, при выполнении которого обучение карты будет прекращено.

«Считать пример распознанным, если ошибка меньше» - критерием остановки в данном случае является условие, что рассогласование между эталонным и реальным выходом карты становится меньше заданного значения. При проведении кластеризации этот параметр был задан на уровне 0,05.

Обучение карты производится итерационными циклами, каждый из которых называется эпохой. Во время каждой эпохи происходит подстройка весов нейронов карты Кохонена.

«По достижению эпохи» - указывается количество эпох, по достижении которого процесс обучения будет остановлен, даже, если не достигнута заданная ошибка. Позволяет избежать «зацикливания» в ситуациях, когда ошибка не достижима. В данном случае принято 5000 эпох, поскольку при переборе параметров построения карты данная величина оказалась наиболее оптимальной для достижения полного распознавания признаков.

Следующий шаг – «Настройка параметров обучения карты Кохонена» (рис. Г.7). Как отмечалось, обучение карты производится циклами (эпохами). Во время каждой эпохи происходит подстройка весов нейронов карты Кохонена. Подстройка весов во время одной эпохи происходит следующим образом: каждый входной вектор (строка таблицы) обучающей выборки «подтягивает» к себе ближайший по расстоянию нейрон (нейрон-победитель) карты Кохонена с определенной силой (скорость обучения). Вместе с нейрон-победителем подтягиваются и его соседи. Соседство определяется положением нейронов на двухмерной четырехугольной или шестиугольной сетке. Здесь расстояние – это обычное Евклидово расстояние между 2-мя точками в многомерном пространстве (входной вектор и веса нейрона победителя).

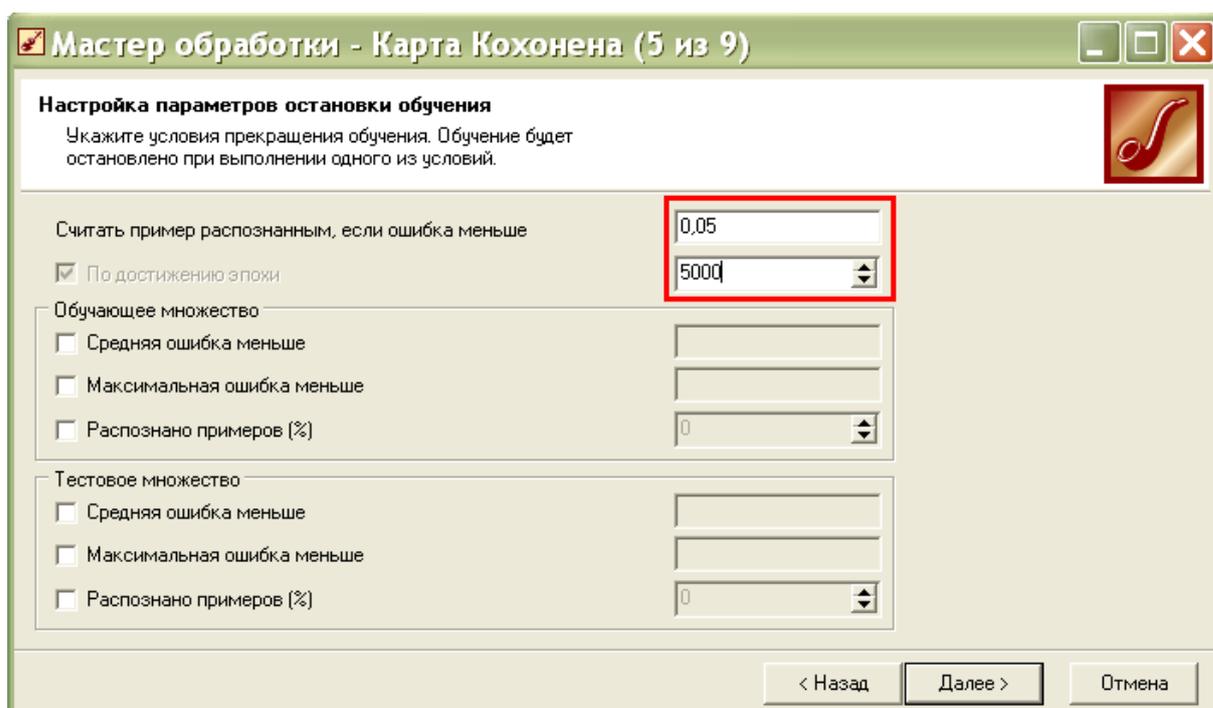


Рисунок Г.6 Настройка параметров остановки обучения

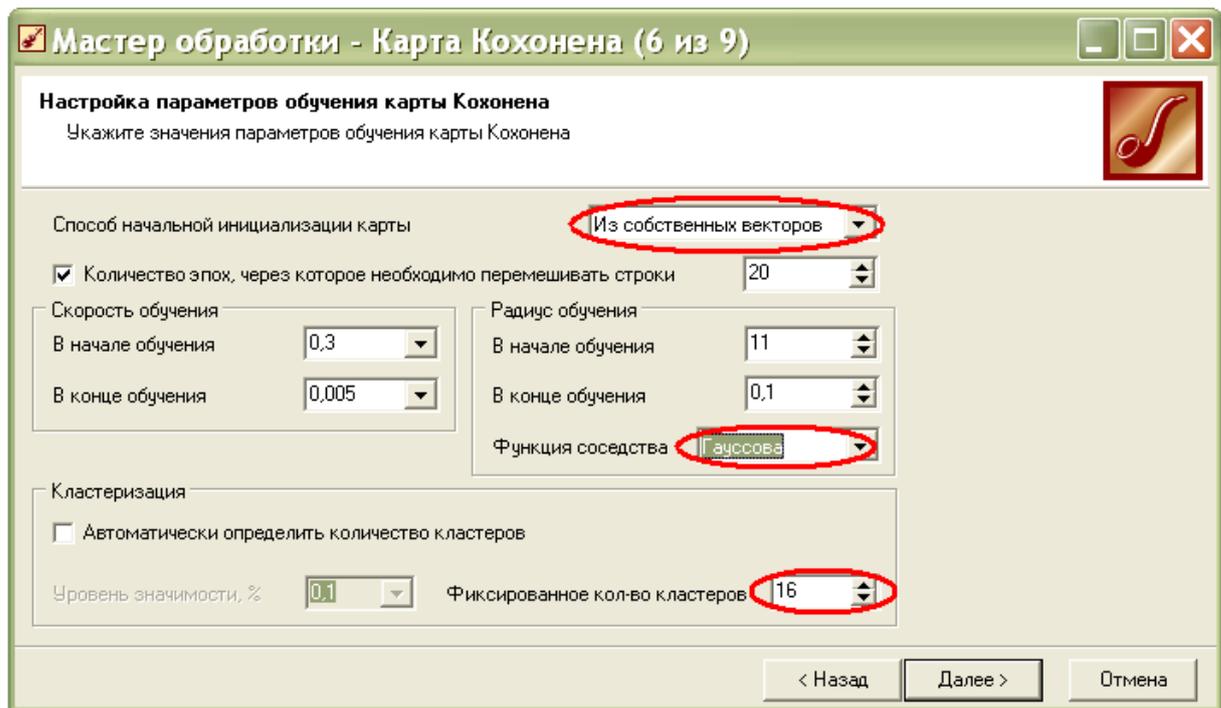


Рисунок Г.7 Настройка параметров обучения карты Кохонена

Способ начальной инициализации карты позволяет определить, как будут установлены начальные веса нейронов карты. Возможны три варианта:

–случайными значениями – начальные веса нейронов будут случайными значениями;

–из обучающего множества – в качестве начальных весов будут использоваться случайные примеры из обучающего множества;

–из собственных векторов – начальные веса нейронов карты будут проинициализированы значениями подмножества гиперплоскости, через которую проходят два главных собственных вектора матрицы ковариации входных значений обучающей выборки.

При выборе способа начальной инициализации следует руководствоваться следующей информацией:

1. объемом обучающей выборки;
2. количеством эпох, отведенных для обучения;
3. размерами обучаемой карты.

Между указанными параметрами и способом начальной инициализации существует много зависимостей. Однако можно выделить несколько главных:

1. Если объем обучающей выборки значительно (например, в 100 раз) превышает количество нейронов карты и время обучения не играет первоочередную роль, то лучше выбрать инициализацию случайными значениями, т.к. это даст меньшую вероятность попадания в локальный минимум ошибки кластеризации.

2. Если объем обучающей выборки не очень велик или ограничено время обучения или необходимо уменьшить вероятность появления после обучения «пустых» нейронов (в которые не попало ни одного экземпляра обучающей выборки), то следует использовать инициализацию примерами из обучающего множества.

3. Инициализацию из собственных векторов можно использовать при любом стечении обстоятельств. При этом вероятность появления после обучения «пустых» нейронов выше, чем если бы была использована инициализация примерами из обучающего множества. Именно этот способ необходимо выбирать при первом ознакомлении с данными.

Элементы группы «Скорость обучения» позволяют задать скорость обучения в начале и в конце обучения карты Кохонена. Значения можно выбрать из списка или ввести вручную. Процесс обучения можно условно разделить на две фазы – грубую подстройку и

точную подстройку. Для этапа грубой подстройки характерна достаточно большая коррекция весов нейронов сети по прохождению каждой эпохи. На этапе точной подстройки величина коррекции значительно уменьшается. При этом коэффициент (скорость обучения), с которым многомерные координаты (веса) нейрона победителя и его соседей будут двигаться в сторону очередного экземпляра данных, изменяется в зависимости от текущей эпохи обучения по правилу, определяемому следующей функцией (вид функции показан на рисунке Г.8):

$$v = v_{\text{начало}} \cdot \left(\frac{v_{\text{конец}}}{v_{\text{начало}}} \right)^{\frac{T}{T_{\text{max}}}} \quad (\text{Г.1})$$

где: v – текущий скорость обучения; $v_{\text{начало}}$ – начальная скорость обучения; $v_{\text{конец}}$ – конечная скорость обучения; T_{max} – количество эпох обучения (задается на предыдущем шаге); T – текущая эпоха обучения.

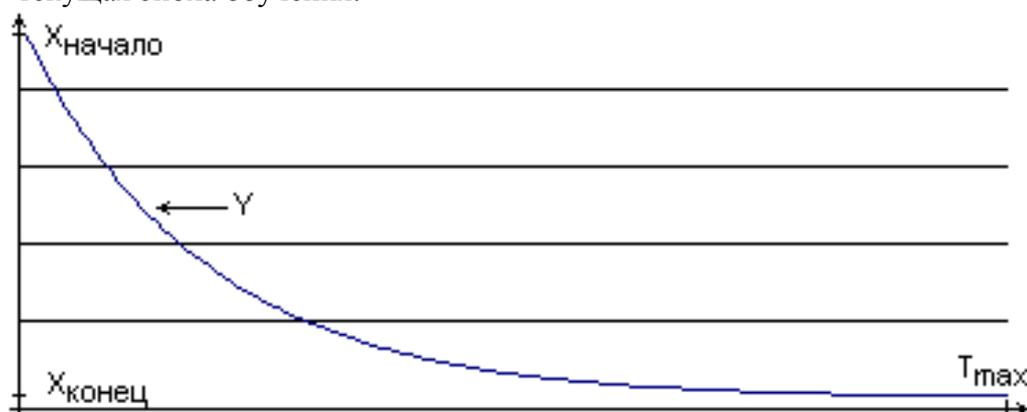


Рисунок Г.8 Примерный вид функции скорости обучения

Рекомендуемые значения для скорости обучения:

- в начале обучения 0,1-0,3;
- в конце обучения 0,05-0,005.

Элементы группы «Радиус обучения» позволяют задать радиус обучения в начале и в конце обучения карты Кохонена, а также тип функции соседства.

Радиус обучения – это параметр, который определяет сколько нейронов кроме нейрона-победителя участвуют в обучении. В процессе обучения радиус обучения обычно должен постепенно уменьшаться так, что на заключительных этапах в обучении участвует только нейрон-победитель. При этом радиус обучения изменяется в зависимости от текущей эпохи обучения по правилу, определяемому следующей функцией:

$$r = r_{\text{начало}} \cdot \left(\frac{r_{\text{конец}}}{r_{\text{начало}}} \right)^{\frac{T}{T_{\text{max}}}} \quad (\text{Г.2})$$

где: r – текущий радиус обучения; $r_{\text{начало}}$ – начальный радиус обучения; $r_{\text{конец}}$ – конечный радиус обучения; T_{max} – количество эпох обучения (задается на предыдущем шаге); T – текущая эпоха обучения.

Радиус обучения в начале должен быть достаточно большой – примерно половина или меньше размера карты (максимальное линейное расстояние от любого нейрона до другого любого нейрона), а в конце должен быть достаточно малым – примерно 1 или меньше. Чем больше текущий радиус обучения, тем более грубо подстраивается карта, т.к. приходится корректировать большое количество весов нейронов. Чем меньше текущий радиус обучения, тем более точно подстраивается карта.

Параметр «Функция соседства» определяет, какие нейроны и в какой степени будут считаться соседними по отношению к нейрону-победителю. Этот параметр может принимать два значения: «Ступенчатая» и «Гауссова».

Если функция соседства ступенчатая, то «соседями» для нейрона-победителя будут считаться все нейроны, линейное расстояние до которых не больше текущего радиуса обучения. При этом варианте функции соседства процесс обучения происходит немного быстрее, но качество результата может быть хуже, чем если бы использовалась Гауссова функция соседства.

Если используется Гауссова функция соседства, то «соседями» для нейрона-победителя будут считаться все нейроны карты, но в разной степени полноты. При этом степень соседства определяется следующей функцией:

$$h = \exp\left(\frac{-d \cdot d}{2r}\right) \quad (\text{Г.3})$$

где h – значение, определяющее степень соседства; d – линейное расстояние от нейрона победителя до нейрона «соседа», r – текущий радиус обучения

После определения степени соседства очередного нейрона, его веса будут изменены не с текущей скоростью обучения, а со скоростью равной текущей скорости обучения умноженной на коэффициент, определяющий степень соседства h .

При использовании Гауссовой функции соседства обучение проходит более плавно и равномерно, т.к. одновременно изменяются веса всех нейронов, что может дать лучший результат, чем если бы использовалась ступенчатая функция. Однако время, необходимое для обучения требуется больше, т.к. на каждой эпохе корректируются все нейроны.

Секция «Кластеризация» предназначена для указания способа определения количества кластеров. Это можно делать автоматически или вручную.

«Автоматически определять количество кластеров» – программа автоматически определяет количество кластеров.

«Уровень значимости» – параметр автоматического определения кластеров. Чем больше этот параметр, тем большее количество кластеров будет получено.

«Фиксированное количество кластеров» – параметр доступный при ручном определении количества кластеров, т.е. задает желаемое количество кластеров, на которое будут разбиты нейроны карты Кохонена.

На рис. Г.9 и Г.10 показан этап построения карты Кохонена. На данном шаге производится собственно обучение карты с заданными параметрами. В зависимости от объема обрабатываемых данных и быстродействия компьютера, оно может занять определенное время. При выбранных параметрах построение карты заняло 32 мин. 36 сек. (рис. Г.8).

В процессе обучения в секциях «Обучающее множество» и «Тестовое множество» отображаются максимальная квадратичная ошибка и средняя квадратичная ошибка на обучающем множестве и тестовом множестве соответственно, а также процент распознанных примеров.

Обучение может с большой долей вероятности считаться успешным, если процент распознанных примеров на обучающем и тестовом множествах близок к 100%. В нашем случае, количество распознанных признаков составило 100%, следовательно, можно считать, что, при заданных параметрах, обучение прошло успешно.

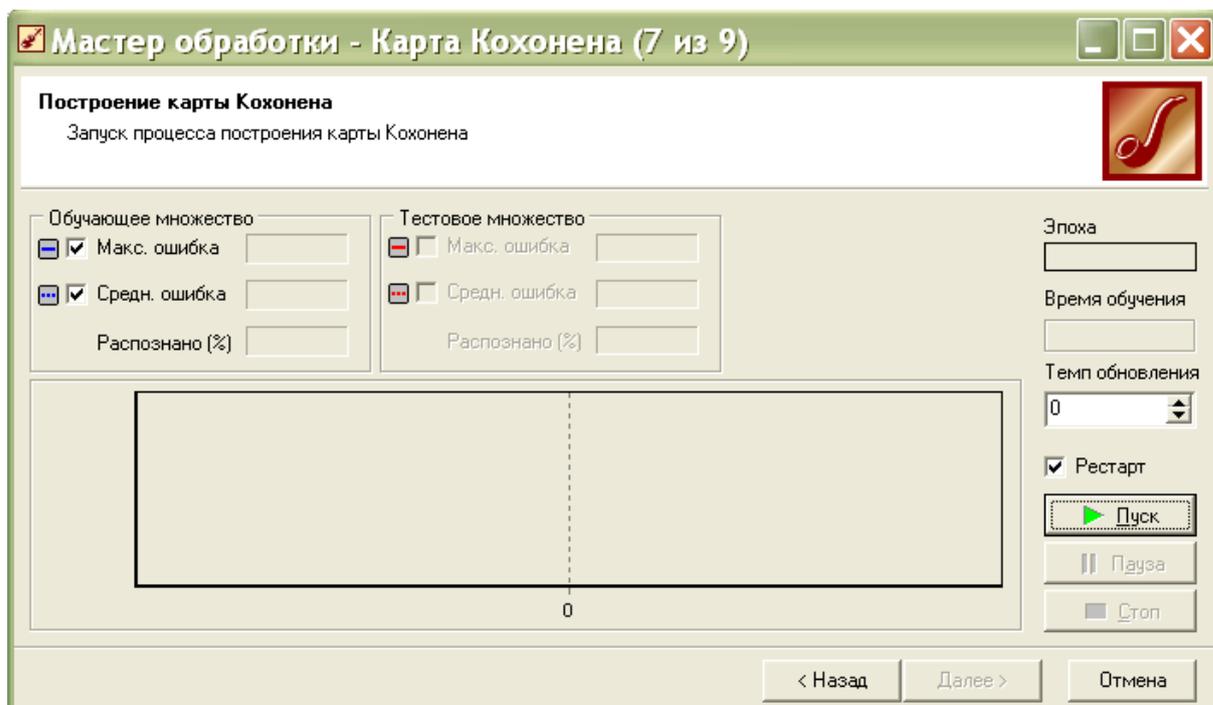


Рисунок Г.9 Построение самоорганизующейся карты

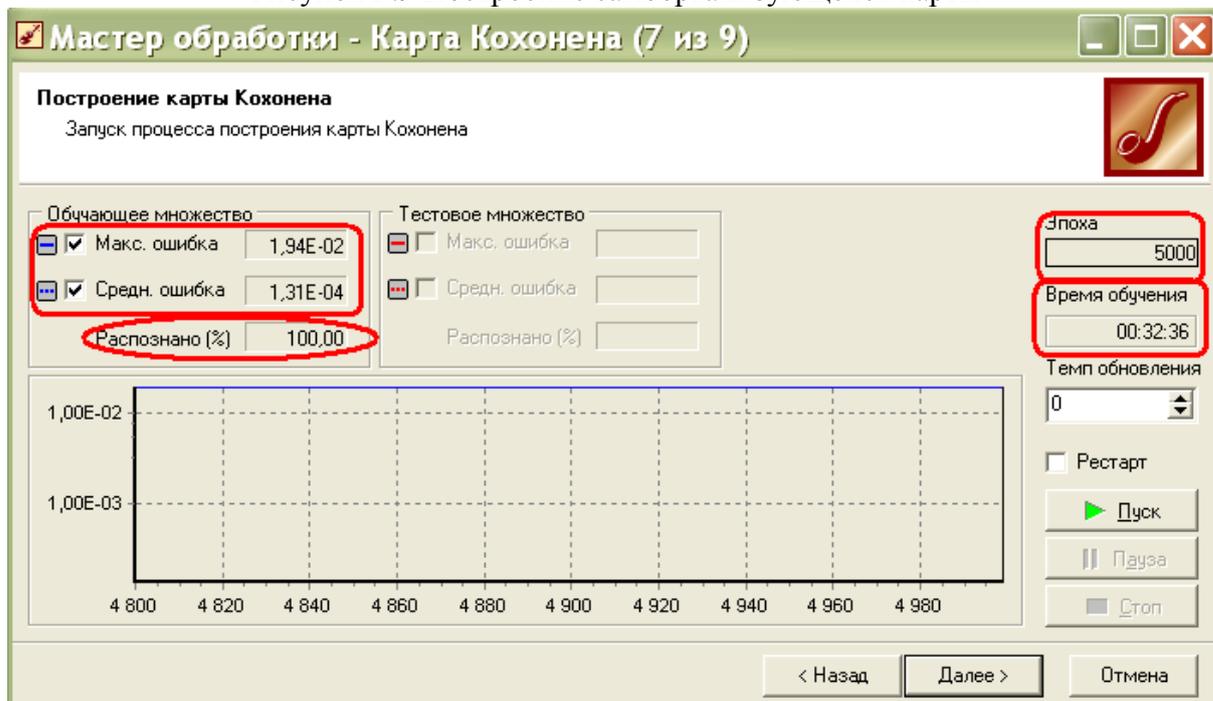


Рисунок Г.10 Построение самоорганизующейся карты

На 8 шаге необходимо выбрать, в каком виде будут отображены результаты обработки данных (рис. Г.11). Как было отмечено выше, основным преимуществом SOM является возможность визуализации многомерных данных на плоскость. Поэтому основным способом отображения данных является самоорганизующаяся карта. Кроме основного визуализатора, можно настроить и дополнительные, представленных на рисунке 16. При этом в «Настройке отображения карты Кохонена» выбираем те карты, которые хотим увидеть на дисплее (рис. Г.12).

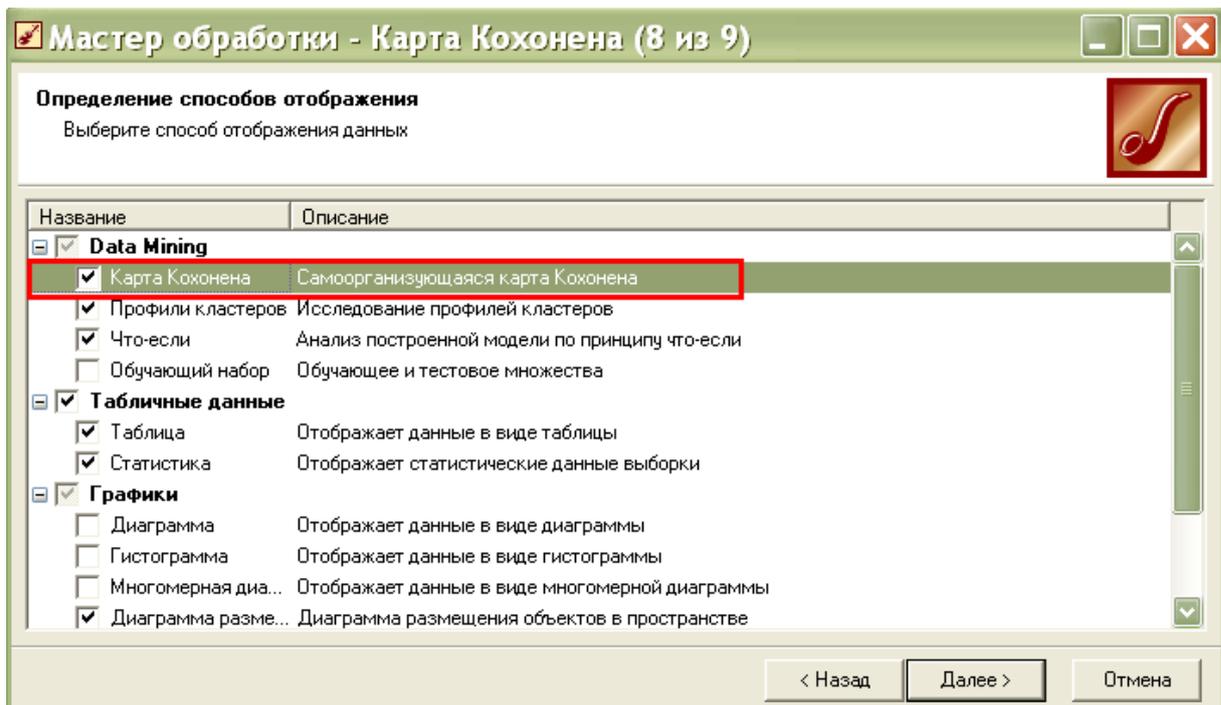


Рисунок Г.11 Выбор способа отображения

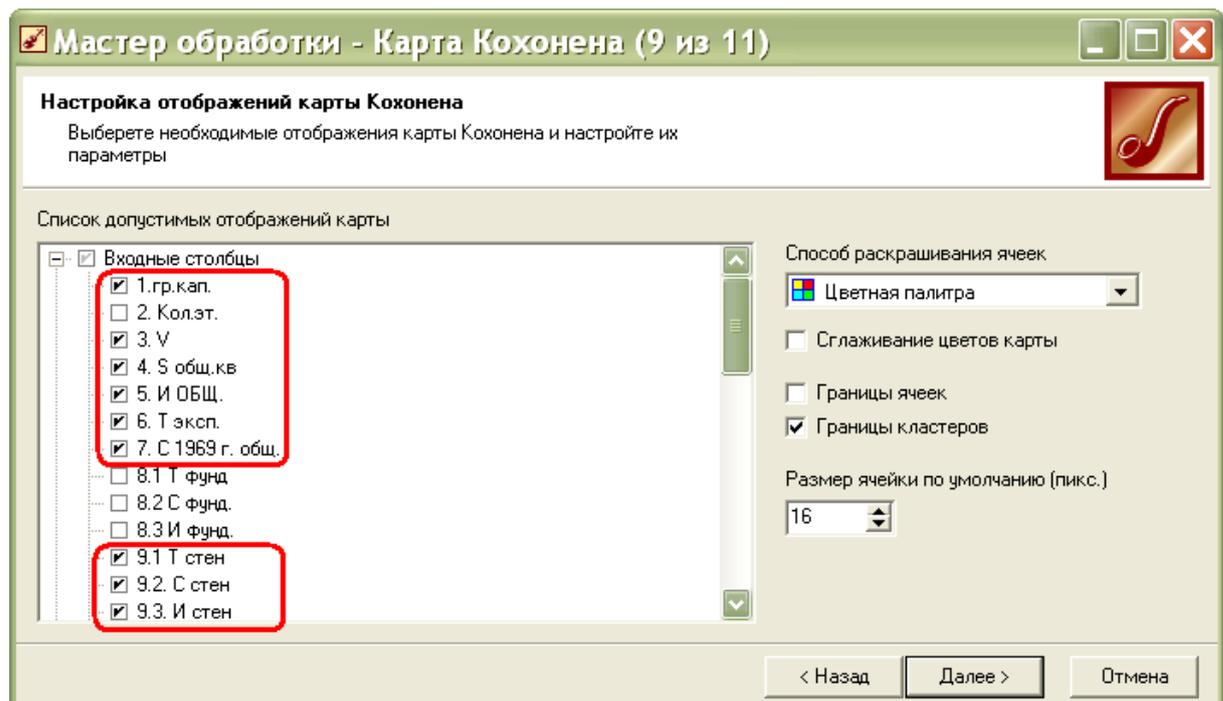


Рисунок Г.12 Настройка отображения карты Кохонена

На завершающем этапе обработки была проведена кластеризация объектов с «выбросом» данных. Для объектов этой группы данные масштабируются с использованием тех же параметров нормализации, что и для основной выборки, а затем классифицируются. При этом очевидно некоторые показатели будут выходить за пределы диапазона 0-1. Подобная кластеризация легко может быть произведена также на основе аналитической платформы Deductog с использованием анализа по методу «Что-если» (рис. Г.13), который позволяет исследовать, как будет вести себя построенная система обработки при подаче на ее вход тех или иных данных. Т.е., проводится эксперимент, в котором, изменяя значения входных полей обучающей или рабочей выборки нейронной сети или дерева решений, пользователь наблюдает за изменением значений на выходе.

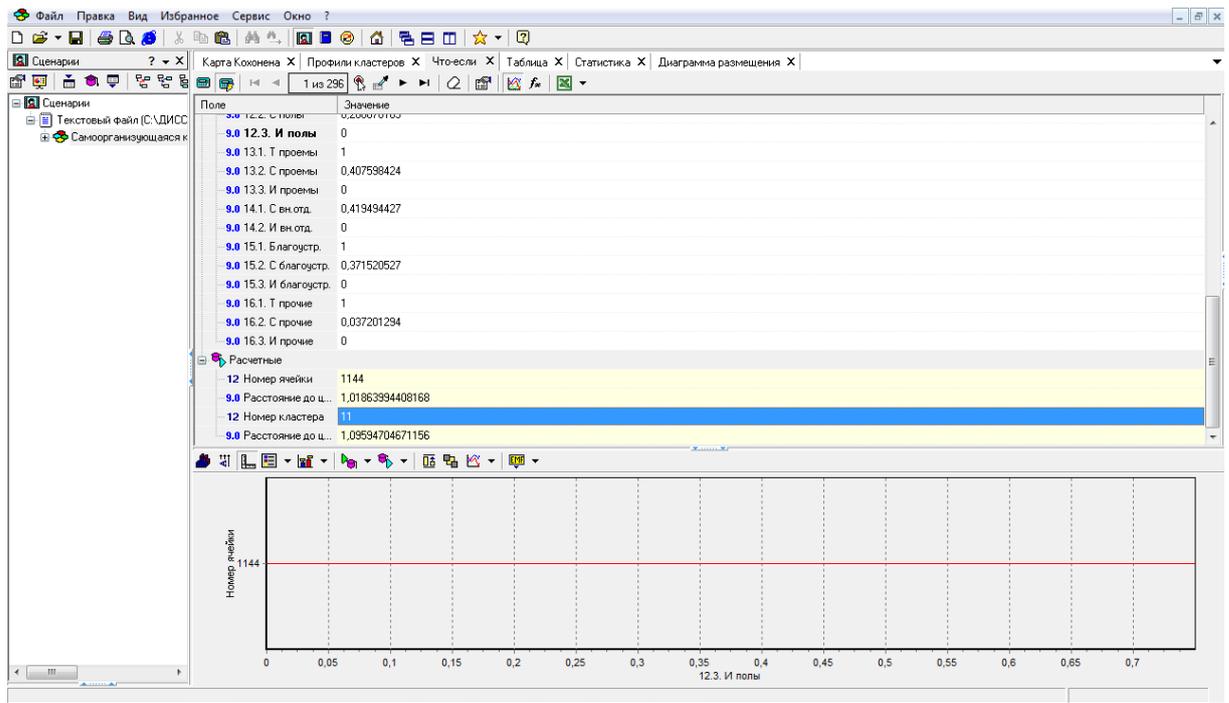


Рисунок Г.13 Кластеризация объектов с «выбросом» данных по методу «Что-если»

Графики износа кровли при различной периодичности проведения текущего ремонта



Рисунок Д.1 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 1 год



Рисунок Д.2 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 2 года



Рисунок Д.3 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 3 года



Рисунок Д.4 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 4 года



Рисунок Д.5 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 5 лет



Рисунок Д.6 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 6 лет



Рисунок Д.7 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 7 лет



Рисунок Д.8 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 8 лет



Рисунок Д.9 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 9 лет



Рисунок Д.10 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 10 лет

Графики износа конструктивных элементов при оптимальной периодичности проведения ремонтов



Рисунок Е.1 График износа фундамента при периодичности проведения текущих ремонтов 30 лет

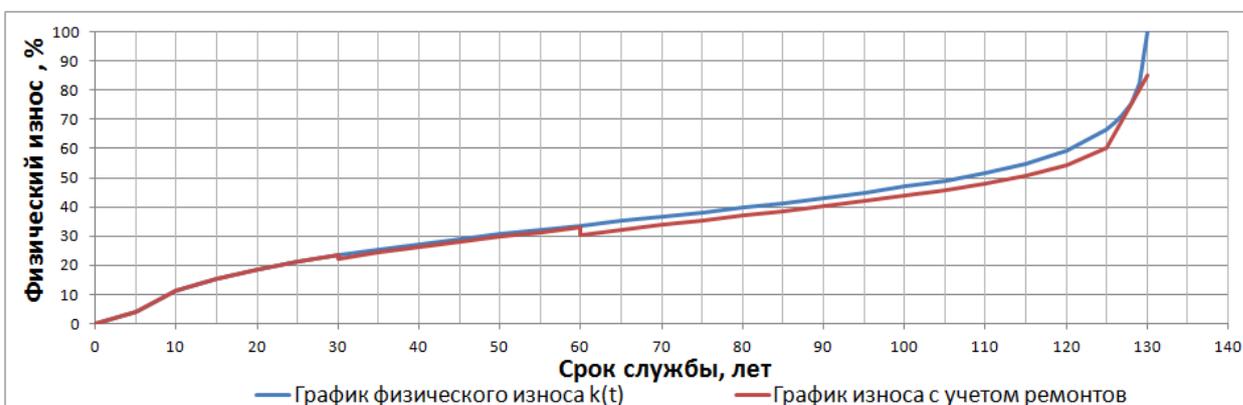


Рисунок Е.2 График износа наружных стен при периодичности проведения текущих ремонтов 30 лет

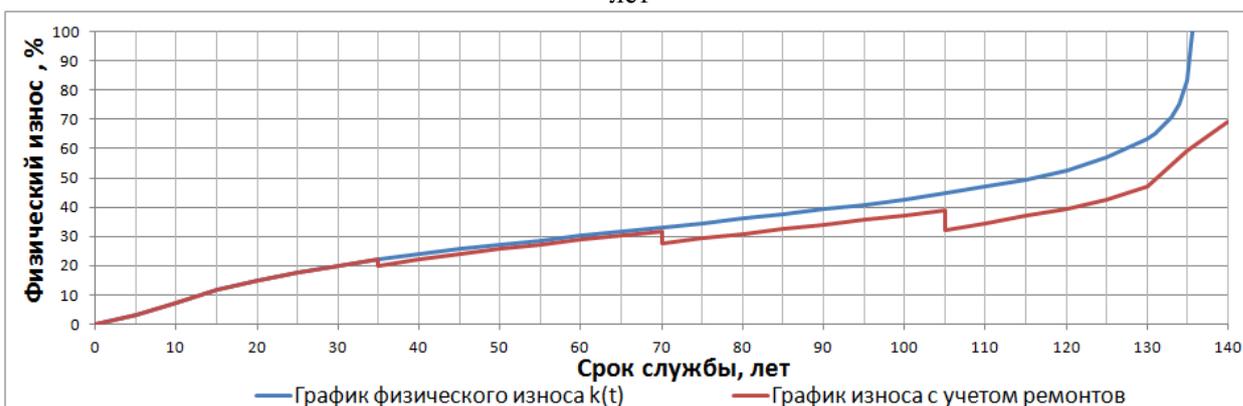


Рисунок Е.3 График износа перекрытий при периодичности проведения текущих ремонтов 30 лет

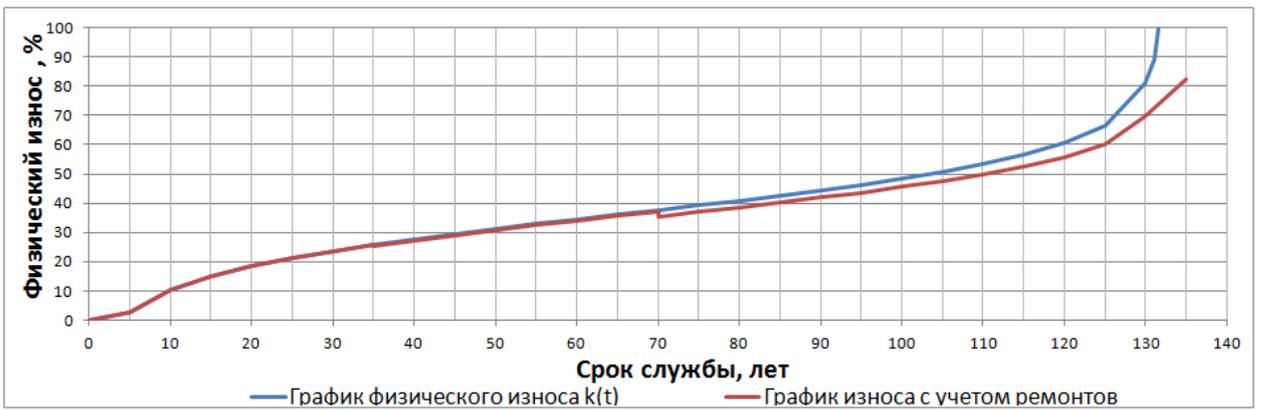


Рисунок Е.4 График износа лестниц при периодичности проведения текущих ремонтов 35 лет

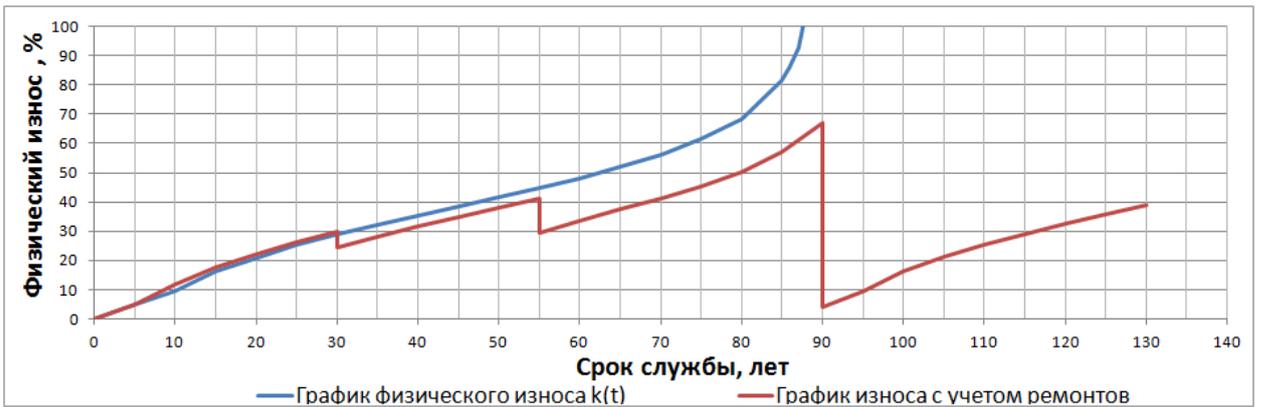


Рисунок Е.5 График износа полов при периодичности проведения текущих ремонтов 30 лет

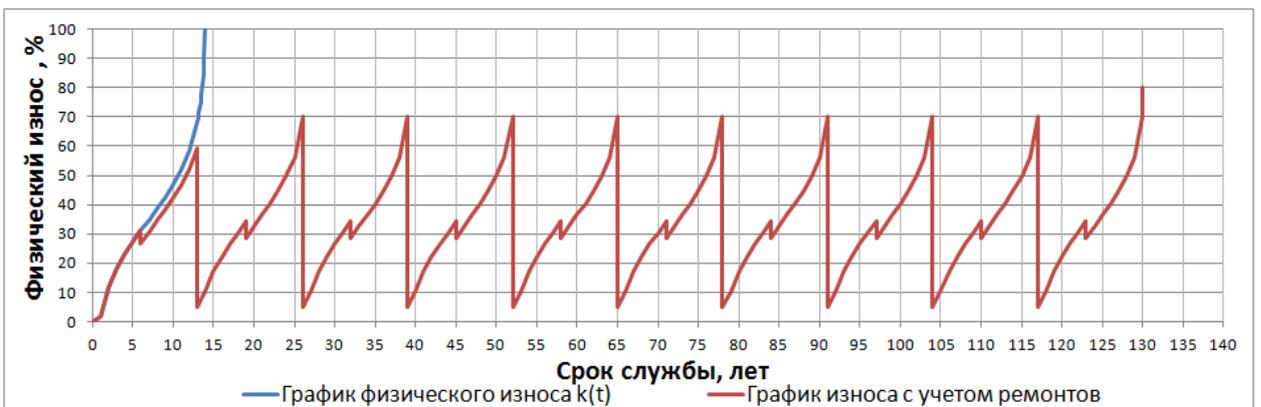


Рисунок Е.6 График износа кровли при периодичности проведения текущих ремонтов 6 лет



Рисунок Е.7 График износа отделки при периодичности проведения текущих ремонтов 4 года

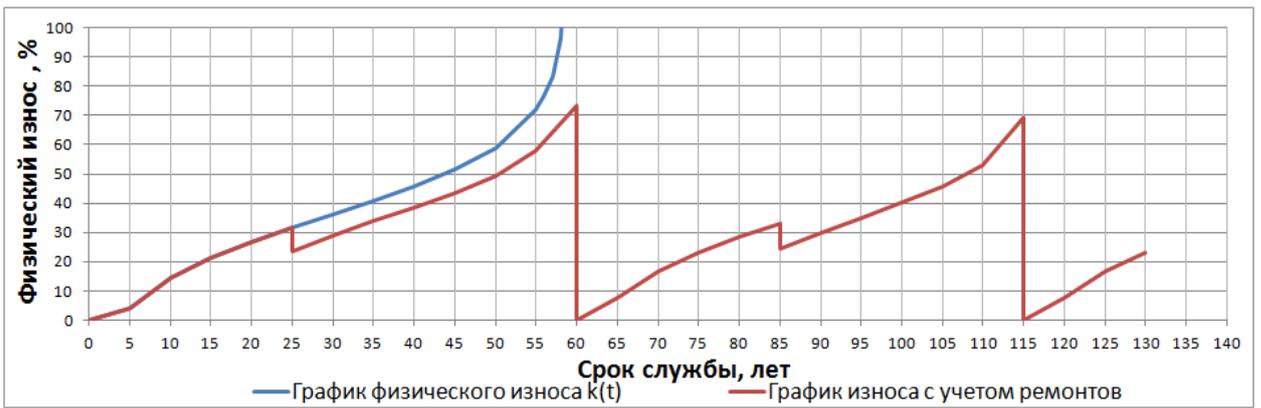


Рисунок Е.8 График износа проемов при периодичности проведения текущих ремонтов 25 лет



Рисунок Е.9 График износа системы отопления при периодичности проведения текущих ремонтов 15 лет



Рисунок Е.10 График износа системы горячего водоснабжения при периодичности проведения текущих ремонтов 5 лет



Рисунок Е.11 График износа системы холодного водоснабжения при периодичности проведения текущих ремонтов 7 лет



Рисунок Е.12 График износа системы канализации при периодичности проведения текущих ремонтов 20 лет



Рисунок Е.13 График износа системы электроснабжения при периодичности проведения текущих ремонтов 20 лет

Графики износа конструктивных элементов с учетом ремонтов для кластера К 4-1

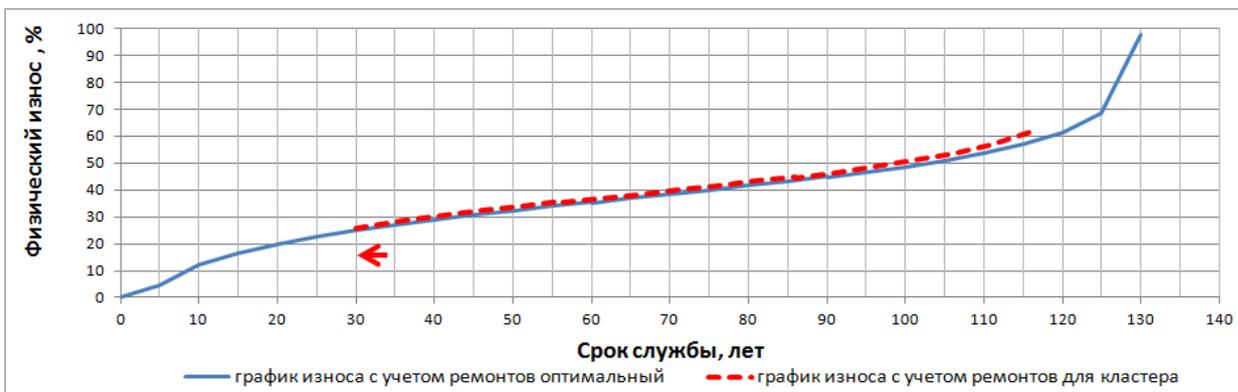


Рисунок Ж.1 График износа фундамента с учетом ремонтов для кластера К 4-1

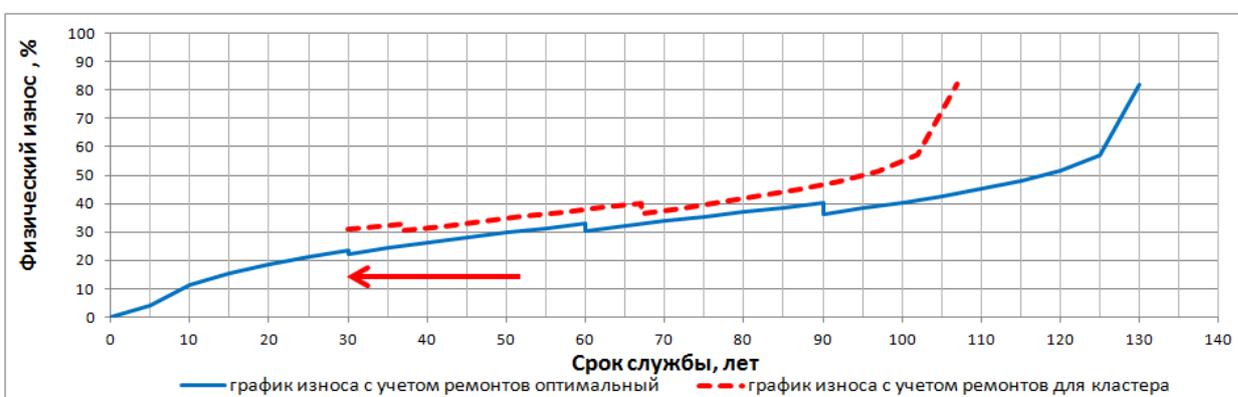


Рисунок Ж.2 График износа наружных стен с учетом ремонтов для кластера К 4-1

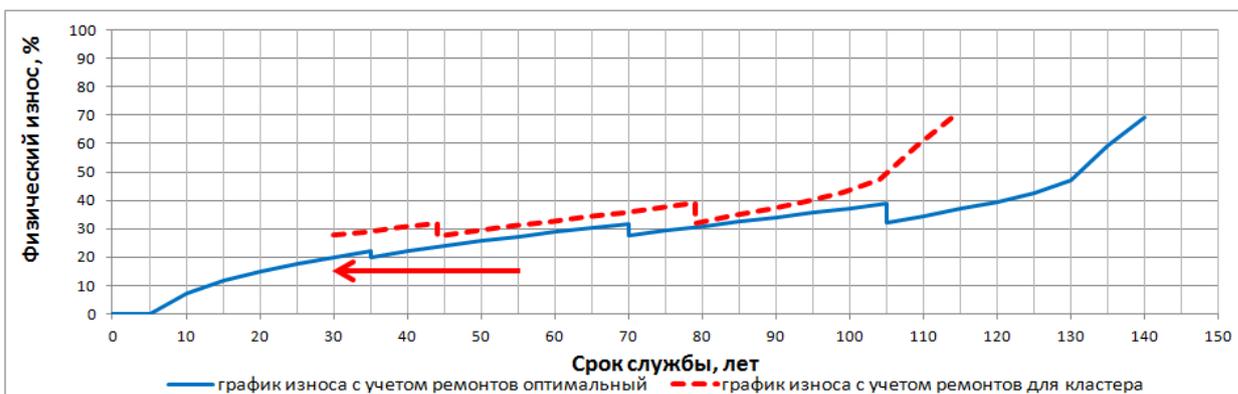


Рисунок Ж.3 График износа перекрытий и покрытий с учетом ремонтов для кластера К 4-1

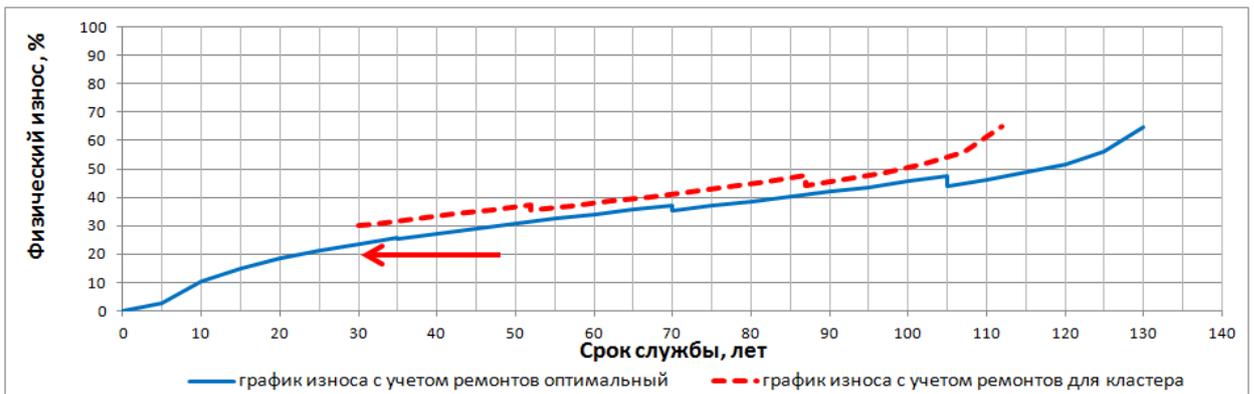


Рисунок Ж.4 График износа лестниц с учетом ремонтов для кластера К 4-1

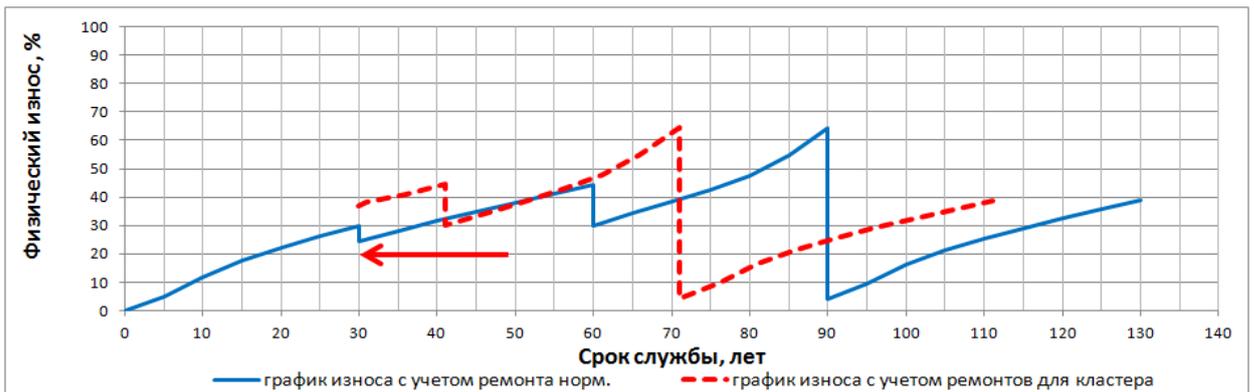


Рисунок Ж.5 График износа полов с учетом ремонтов для кластера К 4-1

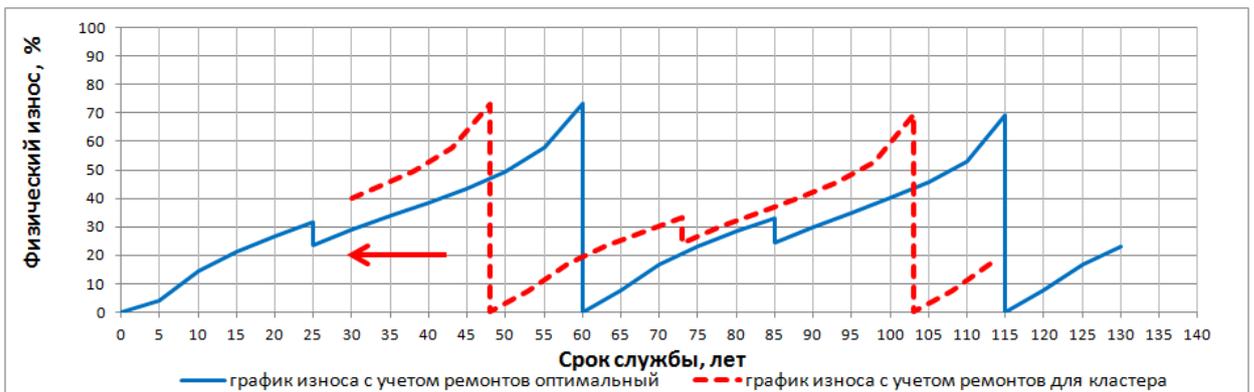


Рисунок Ж.6 График износа проемов с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок Ж.7 График износа кровли с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок Ж.8 График износа отделки с учетом ремонтов для кластера К 4-1

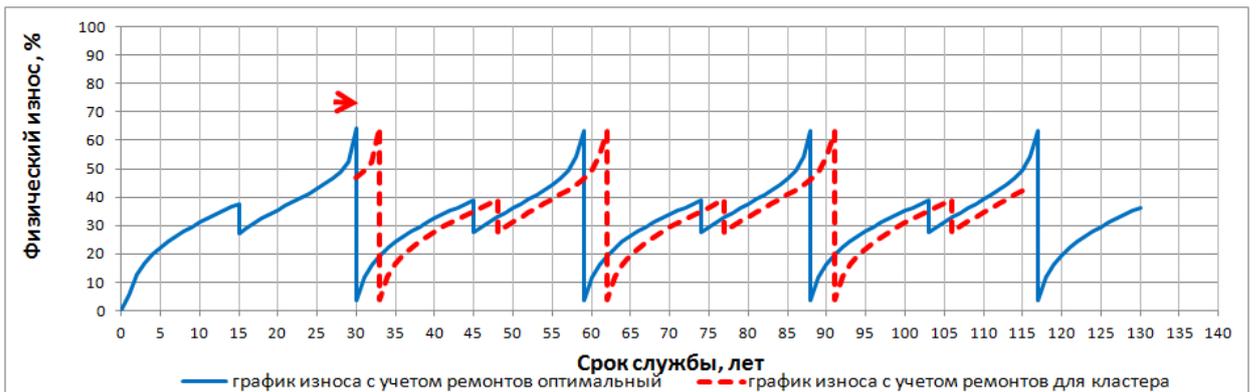


Рисунок Ж.9 График износа системы отопления с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок Ж.10 График износа системы горячего водоснабжения с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок Ж.11 График износа системы холодного водоснабжения с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок Ж.12 График износа системы внутренней канализации с учетом ремонтов для кластера К 4-1



Рисунок Ж.13 График износа системы электроснабжения с учетом ремонтов для кластера К 4-1



МЭРИЯ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА

АДМИНИСТРАЦИЯ ОКТЯБРЬСКОГО
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОКРУГА

Троицкий пр., д. 61, Архангельск, 163060
тел. 20-42-01, факс 21-16-70
E-mail: oktokr@arhcity.ru

УТВЕРЖДАЮ
Глава администрации
Октябрьского территориального округа
мэрии города Архангельска
Несмеянов С.А.
«14» января 2014г.

АКТ

о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы

Поповой Ольги Николаевны

Заместитель главы администрации Октябрьского территориального округа – начальник отдела ЖКХ и благоустройства составил настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Поповой Ольги Николаевны на тему «Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа», использованы администрацией Октябрьского территориального округа при решении организационных вопросов в части определения капиталовложений при планировании программ управления жилищным фондом МО «Город Архангельск».

На практике апробирована методика структурного анализа жилищного фонда г. Архангельска на основе нейросетевых методов кластеризации с применением самоорганизующихся карт в группы однородных объектов. Это позволило провести качественный мониторинг недвижимого имущества и сформировать типовые стратегии развития и программы управления для каждой группы объектов.

Соискателем предложены новые методы календарного планирования ремонтно-строительных работ с учетом изменения технического состояния объектов с применением методов динамического программирования, что позволяет произвести расчет планируемых (ориентировочных) капитальных вложений (финансирования) для группы объектов на долгосрочный период.

Новые научные положения будут приняты во внимание администрацией Октябрьского территориального округа при проведении мониторинга и разработке программ управления объектами недвижимого имущества города.

**Заместитель главы администрации
Октябрьского территориального округа**

Калинин А.А.



163071, г. Архангельск, ул. Тимме, 21
тел./факс (8182) 27-18-29, тел. 27-18-25

исх. № 4/11 от 20.11.2013г.
на № _____ от _____.

АКТ
о внедрении (использовании) результатов
кандидатской диссертационной работы
Поповой Ольги Николаевны

Данным актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Поповой Ольги Николаевны на тему «Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы ООО «Торн-1» при разработке программы капитального и текущего ремонтов жилищного фонда, находящихся в управлении компании, в следующем виде:

1. Методика классификации жилищного фонда, находящихся в управлении ООО «Торн-1»;

2. Применены методы календарного планирования ремонтно-строительных работ на основе поэтапной эксплуатации зданий.

3. Произведен расчет тарифов взносов на проведение текущих и капитальных ремонтов с учетом технического состояния зданий и наличия накоплений на проведение ремонтно-строительных работ на счетах многоквартирных домов;

Использование указанных результатов позволяет: проводить анализ технического состояния жилищного фонда, находящегося в управлении компании, и осуществлять контроль за его изменением; повысить эффективность планирования проведения ремонтно-строительных работ жилищного фонда; оптимизировать затраты на проведение текущих и капитальных ремонтов. Проведенная кластеризация объектов жилищного фонда, находящихся в управлении компании, позволила объединить объекты в группы, разработать для каждой группы типовые графики проведения ремонтно-строительных работ и произвести расчет планируемых капитальных вложений. Предложенный организационно-технологический подход позволяет снизить трудовые затраты на разработку программ управления жилищным фондом.

Генеральный директор ООО «ТОРН-1»



Голосевич В.И.

**Общество с ограниченной ответственностью
«Уютный дом-1»**

163071, г. Архангельск, ул. Приорова, д. 4, оф. 102, тел/факс 29-44-18
ИНН 2901165851 КПП 29010101 ОГРН 1072901009180
р/с 40720810104000004549 в Архангельском ОСБ № 8637

« 06 » ноября 2013 г.

АКТ

внедрения результатов диссертационной работы старшего преподавателя кафедры строительного производства института строительства и архитектуры САФУ Поповой Ольги Николаевны на тему «Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа».

Состав внедренных разработок: методика планирования ремонтно-строительных работ на основе поэтапной эксплуатации зданий с учетом долговечности и изменения технического состояния конструктивных элементов и инженерных систем; методика расчета взносов на текущий и капитальный ремонты.

Использование указанных результатов позволяет: провести учет изменения технического состояния жилищного фонда, находящегося в управлении компании, при планировании ремонтно-строительных работ; произвести обоснованный расчет тарифов взносов и оптимизировать затраты на проведение текущих и капитальных ремонтов.

Заказчик: управляющая компания ООО «Уютный дом-1».

Генеральный директор _____



/Лысков Р.А./