



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

Монография

«Повышение эффективности ремонтно- строительного производства за счет применения энергосберегающих технологий»

Авторы

Зильберова И.Ю., Шеина С.Г.,
Вонгай А.О., Зильберов Р.Д.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

В настоящее время, несмотря на длительный, затянувшийся во времени процесс реформирования жилищно-коммунальной сферы и наряду существенных преобразований и изменений, жилищная проблема остается по-прежнему нерешенной. При этом нельзя не признать тот факт, что неудовлетворительное состояние жилищного фонда значительно понижает уровень социально-экономического развития нашей страны и комфортности проживания граждан.

В монографии предложен комплекс методов решения задач по внедрению энергосберегающих технологий в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД на стадии проектирования организации работ на основе поиска рациональных решений в части минимизации затрат на их внедрение и эксплуатацию при достижении наибольшего эффекта, а также даны практические рекомендации по моделированию организации ремонтно-строительного производства при реализации Региональной программы по проведению капитального ремонта на территории Ростовской области.

Авторы

к.т.н., профессор кафедры «ГСиХ»

Зильберова И.Ю.

д.т.н., профессор, зав. кафедрой «ГСиХ»

Шейна С.Г.



ассистент кафедры «ГСиХ» Вонгай А.О.

Зильберов Р.Д.

3.3. Критериальный анализ технологических процессов	82
3.4. Экономическая оценка эффективности проекта.....	84
Выводы по главе 3.....	85
ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА 2014-2049 ГОДЫ	89
4.1. Последовательность выполнения энергосберегающих технологий при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах при различных значениях внешних параметров	89
4.2. Сценарное моделирование реализации Региональной программы по проведению капитального ремонта на территории Ростовской области на 2022 – 2044 годы	118
4.3 Рекомендации по выбору варианта организационно- технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при утеплении наружных стен жилых зданий	125
Выводы по главе 4.....	141
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	143
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	144
Приложение А.....	159
Приложение Б.....	170
Приложение В.....	173

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, несмотря на длительный, затянувшийся во времени процесс реформирования жилищно-коммунальной сферы и наряду существенных преобразований и изменений, жилищная проблема остается по-прежнему нерешенной. При этом нельзя не признать тот факт, что неудовлетворительное состояние жилищного фонда значительно понижает уровень социально-экономического развития нашей страны и комфортности проживания граждан.

Изменение существующего положения в состоянии жилищного фонда РФ возможно только при решении двух основных проблем:

1. Старение жилого фонда, и его недоремонт приводящий к росту доли ветхого и аварийного жилья;
2. Высокое энергопотребление, и, как следствие, рост расходов на содержание жилья [42,167,182].

Внесение изменений в Жилищный кодекс РФ, дополнение его целой главой по организации системы капитального ремонта (далее КР) общего имущества в многоквартирных домах (далее МКД) обеспечило создание механизма, который позволит снизить объем недоремонта за счет увеличения отремонтированной площади многоквартирного жилого фонда.

Применение в ходе КР МКД, современных энергосберегающих технологий приведет к снижению расходов граждан на оплату ЖКУ, за счет улучшения теплотехнические характеристики зданий.

Современные условия организации капитального ремонта предъявляют новые требования к моделированию ремонтно-строительного производства, в части, обязательного применения энергосберегающих технологий в ходе выполнения работ.

Специфические особенности ремонтно-строительного производства (далее РСР) значительно затрудняют применение существующих методов моделирования организации строительства при производстве ремонтно-строительных работ по капитальному ремонту (далее КР) [4,22,41,49,60].

Информационно-теоретической основой исследования явились материалы Государственной корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ», Аналитического центра при Правительстве РФ, Института экономики города, ЦЭНЭФ, Российского энергетического агентства и эмпирические исследования в области энергоэффективности зданий – АВОК [42].

Анализ информационных источников, связанных с проблемой реализации энергосберегающих технологий (далее ЭСТ) в ходе проведения капитального ремонта показал, что основные задачи ставились и решались фрагментарно, бессистемно, а вопросы моделирования организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий не изучалась и не разрабатывалась вовсе. Возникает потребность в новых научных обобщениях и получении практических результатов исследования.

Данная работа направлена на выявление общих закономерностей организации ремонтно-строительного производства путем моделирования организационно-технологических решений с использованием энергосберегающих технологий при проведении капитального ремонта многоквартирных домов посредством постановки и решения следующих вопросов:

1. Установить основные особенности организации ремонтно-строительного производства;

2. Предложить комплекс энергосберегающих мероприятий, выполняемый при производстве основных видов работ по КР, который позволит повысить уровень энергоэффективности здания и комфорта проживания в нем;

3. Создать модель, позволяющую определять наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и оценивать эффективность принимаемой к исполнению технологии.

4. Разработать модель, позволяющую рассчитать условия одновременной реализации энергосберегающих технологий и построить план последовательности их включения в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР;

5. Разработать эффективную методику повышения эффективности организации технологических процессов при проведении КР МКД с применением энергосберегающих технологий;

6. Рекомендовать эффективные научно обоснованные методы оценки и выбора рациональных вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте зданий.

В данной работе впервые были получены и представлены следующие результаты:

1. Разработана оригинальная модель, позволяющая определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и оценивать эффективность принимаемой к исполнению технологии;

2. Построена модель, отличающаяся использованием динамического алгоритма Флойда-Уоршелла для нахождения пути, имеющего минимальные потери, которая позволяет рассчитать условия одновременной реализации ЭСТ и построить план последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках всей региональной программы КР;

3. Сформированы принципы определения системы вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР;

4. Обоснованы основные оценочные показатели и факторы, оказывающие влияние на выбор вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ;

5. Предложен алгоритм моделирования организации технологических процессов при проведении КР МКД с применением энергосберегающих технологий;

6. Предложен алгоритм оценки вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте МКД.

Предложен комплекс методов решения задач по внедрению энергосберегающих технологий в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД на стадии проектирования организации работ на основе поиска рациональных решений в части минимизации затрат на их внедрение и эксплуатацию при достижении наибольшего эффекта;

Даны практические рекомендации по моделированию организации ремонтно-строительного производства при реализации Региональной программы по проведению капитального ремонта на территории Ростовской области;

Разработан алгоритм выбора варианта организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при утеплении наружных стен жилых зданий.

Результаты исследования внедрены в Министерстве строительства, архитектуры и территориального развития Ростовской области, в Некоммерческой организации «Ростовский областной фонд содействия капитальному ремонту», а также в учебном процессе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовском государственном строительном университете».

Полученные выводы и рекомендации использованы при формировании Региональной программы по проведению капитального



ремонта общего имущества в многоквартирных домах на территории Ростовской области на 2014/2049 годы, краткосрочного плана реализации в 2014 году.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

1.1. Анализ теоретических исследований в области моделирования ремонтно-строительного производства

Анализ нормативно-правовых актов РФ в области строительства свидетельствует о том, что в ряде случаев нормативная терминология, не унифицирована, в частности, в нормативной литературе отсутствует единство понятия "ремонтно-строительное производство" [120,124,125,127,128].

"...Капитальный ремонт – замена и/или восстановление строительных конструкций многоквартирного дома или элементов таких конструкций, за исключением несущих строительных конструкций, замена и/или восстановление систем инженерно-технического обеспечения и сетей инженерно-технического обеспечения многоквартирного дома или их элементов, а также замена отдельных элементов несущих строительных конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и/или восстановление указанных элементов..." [48]

"...Ремонтно-строительные работы: работы, связанные с заменой и/или восстановлением строительных конструкций, систем и сетей инженерно-технического обеспечения и их элементов, а также заменой отдельных элементов несущих строительных конструкций многоквартирного дома..." [127].

При сравнении терминов "капитальный ремонт" и "ремонтно-строительные работы" была установлена смысловая однозначность понятий в пределах строительной терминологической системы.

На основании выше изложенного, и во избежание логических противоречий в работе было принято, что "ремонтно-строительное производство" – это выполнение комплекса ремонтно-строительных работ по капитальному ремонту многоквартирного дома (далее МКД) или его элементов.

Анализ теоретических исследований показал, что в настоящее время вопросы моделирования процессов организации строительства вновь возводимых объектов рассмотрены достаточно полно благодаря фундаментальным исследованиям Л.И.Абрамова, А.А.Афанасьева, С.С.Атаева, М.Ю.Абелева, С.Н.Булгакова, Е.Д.Бе-

лоусова, А.А.Гусакова, Э.К.Завадскаса, В.В. Соболева, Ю.Б.Монфреда, А. К. Шрейбера и ряда других [1,2,12,33,34,50,51,55, 56,90,116, 117,148,149,150,151].

В работах, посвященных решению проблем модернизации, реконструкции и капитального ремонта зданий, и новым строительством имеется значительный разрыв в уровне научного подхода и методах исследований. Так, научные разработки организационно-технологической надежности строительства, выполненные А.А. Гусаковым, С.Н. Булгаковым, Ю.Б. Монфредом, Б.В. Прыкиным, П.П. Олейником, Т.Н. Цаем, В.А. Афанасьевым, Э.М. Завадскасом и другими для условий нового строительства, еще не нашли применения в области ремонтно-строительного производства. Адаптация полученных результатов к условиям производства ремонтно-строительных работ может привести к принципиально новым решениям, существенно изменяющим представления о процессе ремонтно-строительного производства.

Ремонтно-строительное производство (далее РСР) имеет специфические особенности в проектировании и технологии выполнения работ, организации производственного процесса, использовании материалов (малыми партиями), в ограниченности применения высокопроизводительной техники [7,12,66,69,82,119,140,141,152,170].

Все эти специфические особенности значительно затрудняют применение существующих методов моделирования организации строительства вновь возводимых объектов при производстве ремонтно-строительных работ по капитальному ремонту (далее КР).

Между тем, большинство исследований в области РСР касаются технологии производства сложных видов работ, выполняемых при КР: Усилению фундаментов, ремонту стеновых ограждающих конструкций, а также методам усиления закладных и соединительных деталей основных несущих и ограждающих конструкций, посвящены работы М.Ю. Абелева, Л.К. Гинзбург, В.Р.Михалко, В.И. Фёклина, В.Б. Швец. Вопросам механизации монтажных работ при КР посвящены исследования Н.Л. Великанова, Ю.И. Гудкова, В. А. Наумова, Л.В.Примак, М.Д. Полосина, В.Г.Яворского и др. Технология значительно большего количества видов ремонтно-строительных работ рассматривается в работах А.Г. Ройтман, Н.М. Смоленской, В.В. Мешичек, Е.П. Матвеева и др. Методы выбора рациональных технологических решений при капитальном ремонте рассмотрены в работах Н.В. Бакушина, Д.Д. Доста, К.А. Шрейбера и др [1,44,52,81, 85,108, 110,111,112,148,149,150,151,153].

Общим недостатком всех вышеназванных работ является отсутствие теоретических исследований и практических рекомендаций по оценке и выбору рациональных вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте зданий, исходя из конкретных условий выполнения ремонтно-строительных работ.

Современные условия организации РСП капитального ремонта предъявляют новые требования к моделированию, в части, обязательного применения энергосберегающих технологий (далее ЭСТ) в ходе выполнения работ.

Методы и методики анализа применения энергоэффективных технологий в различных сферах экономики, в т. ч. жилищной сфере, разрабатывались и совершенствовались многими учеными и исследователями. Им посвящены работы К.А. Багриновского, В.Ф. Байнова, В.Н. Барина, М.А. Бендикова, Г.П. Васильева, В.Г. Гагарина, Х.М. Гумбы, П.Г. Грабового, А.Н. Кирилловой, И. Г. Лукмановой, В.И. Ливчака, А.А. Макарова, Л.В. Примака, В.С. Степанова, Г.В. Судакова, Ю.А. Табунщикова, Н.И. Трухиной, Л. Н. Чернышова, Б.Б. Хрусталева, В.И. Шарапова и др. [16,17,26,27,43,46,47,64,74,75,79,108,129, 130,132,142,143,147].

Однако данные работы в основном отражают разработки связанные с вопросом технико-экономической оценки эффективности проведения конкретных мероприятий направленных на повышение энергетической эффективности МКД.

Вопросы особенностей организации РСП при КР не учитывались, требования по моделированию очередности выполнения видов работ по КР МКД в условиях ограниченных финансовых и временных ресурсов не рассматривались.

Отсутствуют адекватные методики (алгоритма), позволяющие определить эффективность внедрения энергосберегающих технологий, рассчитать условия их одновременной реализации и найти путь, имеющий минимальные потери, а так же построить план последовательности включения энергосберегающих технологий в процесс РСП при проведении КР.

В процессе проведения анализа информационных источников, связанных с проблемой повышения энергоэффективности МКД, было изучено большое количество исследований российских экспертных организаций по данной тематике: Государственной корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ», Аналитического центра при Правительстве РФ, Института экономики города, ЦЭНЭФ, ДепТЭХ города Москвы и др., а также работы ведущих отечественных экспертов – Ю.А. Табунщикова, В.И. Ливчака, В.Г. Гагарина, Г.П. Васильева.

Теоретической основой послужили методические и учебные материалы, признанные в качестве основополагающих по данному вопросу, аналитические исследования IFC, Российского энергетического агентства, McKinsey, Европейского соглашения мэров городов; эмпирические исследования в области энергоэффективности зданий – АВОК, Института по изучению пассивных домов в Дармштадте, BASF и Luwoge Consult, Департамента энергетики США, Венского технологического университета и др.

Анализ информационных источников, связанных с проблемой реализации энергосберегающих технологий в ходе проведения капитального ремонта показал, что основные задачи ставились и решались фрагментарно, бессистемно, а вопросы моделирования организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий не изучались и не разрабатывались вовсе.

Проведённый анализ теоретических исследований в области моделирования ремонтно-строительного производства позволяет утверждать, что необходимо разработать основы моделирования организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий.

Для разработки концептуальных основ моделирования организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий необходимо решить задачи:

- определить основные особенности организации ремонтно-строительного производства и разработать требования по моделированию очередности выполнения видов работ при КР на каждом МКД в условиях ограниченных финансовых и временных ресурсов;
- разработать модель, позволяющую рассчитать условия одновременной реализации энергосберегающих технологий и построить план последовательности их включения в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР;
- предложить эффективные научно обоснованные методы оценки и выбора рациональных вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте зданий, исходя из конкретных условий выполнения ремонтно-строительных работ.

1.2. Особенности организации ремонтно-строительного производства при капитальном ремонте в современных условиях

С 2005 года Жилищным кодексом РФ бремя несения затрат на капитальный ремонт общего имущества возложено на собственников. Однако отсутствие порядка исполнения собственником этой обязанности делало статью закона декларацией. КР общего имущества финансировался преимущественно государством, в рамках отдельных программ, в том числе с минимальным софинансированием со стороны собственников или по добровольному решению собственников помещений. Темпы такого КР, с учетом накопившегося недоремонта жилищного фонда, не позволяли восстановить эксплуатационные характеристики жилых домов.

В настоящее время, несмотря на длительный, затянувшийся во времени процесс реформирования жилищно-коммунальной сферы и наряду существенных преобразований и изменений, жилищная проблема остается по-прежнему нерешенной. При этом нельзя не признать тот факт, что неудовлетворительное состояние жилищного фонда значительно понижает уровень социально-экономического развития нашей страны и комфортности проживания граждан.

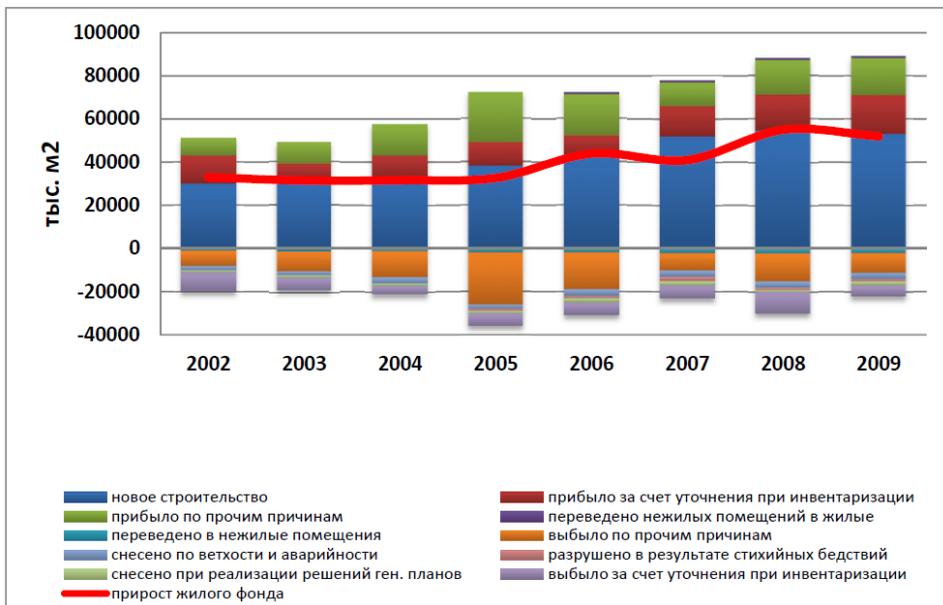
Изменение существующего положения в состоянии жилищного фонда РФ возможно только при решении двух основных проблем:

1. Старение жилого фонда, и его недоремонт приводящий к росту доли ветхого и аварийного жилья;
2. Высокое энергопотребление и как следствие рост расходов на содержание жилья.

Ретроспективный анализ проблемы связанной со старением и недоремонтом жилого фонда показал, что замедление строительства жилых зданий, естественно, привело к старению жилого фонда, а его недоремонт – к росту доли ветхого и аварийного жилья до 3,1%. Средний возраст российского здания можно определить равным 42 годам. Это существенно больше, чем в Японии (30 лет), примерно равно показателю для США и Германии (44 года), но значительно ниже, чем в Великобритании (около 60 лет). Процент износа свыше 66% в 2009 г. имели 6% индивидуальные здания, 8,7% многоквартирных домов, или 3,7% площади всех жилых зданий [175].

На конец 2009 г. жилищный фонд Российской Федерации составил 19 650 тыс. зданий общей площадью 3 177 млн. м², в том

числе в городских поселениях 2 293 млн. м² (72%), а в сельской местности 884 млн. м² (28%). Жилищный фонд состоял из 3 224 тыс. многоквартирных зданий (МКД) общей площадью 2 237 млн. м² и 16 426 тыс. индивидуальных жилых зданий (ИОЗ) общей площадью 97417 млн. м². В 2000-2009 гг. весь жилищный фонд вырос на 14%. Его динамика определялась вводом и выбытием жилой площади за счет разных факторов (рисунок 1.1) [187].



Источник: Данные Росстата. Форма "1-жилфонд"
Рисунок 1.1 – Факторы, определяющие динамику жилищного фонда

Российский жилищный фонд характеризуется значительным сроком эксплуатации и повышенным износом [188]:

- В 2009 году срок службы свыше 25 лет имели: индивидуальные жилые дома – 80,1%; многоквартирные дома – 75,8%;
- Общая площадь жилых помещений, отслуживших более четверти века 60%;
- Доля зданий, построенных до 1995 г., в 43 регионах России превышает 90%;

- Процент износа свыше 66% в 2009 г. имели 6% индивидуальных жилых домов и 8,7% многоквартирных домов (или 3,7% площади всех жилых зданий).

- Площадь ветхого жилищного фонда после 2005г. снижалась и в 2009г. составила 80 млн. м². Рост же площади аварийного жилищного фонда остановить не удалось, и аварийный жилищный фонд в 2009г. составил 19,4 млн. м².

- Доля ветхих и аварийных индивидуальных жилых домов в 2009г. была равна 4,5%, а многоквартирных домов – 2,5%.

Проблема изношенности жилищного фонда РФ решалась путем его капитального ремонта. Основным источником данных о КР жилищного фонда в России является статистическая форма № 1-кр «Сведения о капитальном ремонте жилищного фонда». По ней отчитываются юридические лица – управляющие компании. По данным Росстата, на начало 2009г. в КР нуждалось около 282,9 тыс. многоквартирных домов (9% от их общего числа). Анализ показал, что эти цифры получены, исходя из среднего срока службы многоквартирного здания до капитального ремонта, равного примерно 40 годам.

На сегодняшний день Российский многоквартирный жилищный фонд характеризуется высокой потребностью в КР, связанной с тем, что в 90-е годы прошлого века объемы КР жилищного фонда резко упали. Начиная с 2008 года в результате реализации региональных программ, в значительной части софинансируемых Фондом ЖКХ, объем КР многоквартирных домов вырос, но все же в 2009 году остался в 5,5 раз ниже уровня 1980 года. Согласно проведенному анализу данных Росстата, в 2009г.:

- в комплексном капитальном ремонте нуждались: 2120-2196 тысяч МКД со средним сроком эксплуатации 25 лет (или 1314-1361 млн. м²);

- 1374-1398 тысяч МКД со сроком эксплуатации 40 лет (или 645-660 млн. м²).

- капитальный ремонт был проведен в 72,3 тысячах МКД, что составляет 25,6% от определенной по данным Росстата потребности.

Анализ данных Росстата на 2009г. и 2013г. показал, что уровень потребности в КР сохранился т.к. выполнялось условие проведения комплексного КР не менее 2% площади многоквартирного фонда.

Внесение изменений в Жилищный кодекс РФ, дополнение его целой главой по организации системы КР общего имущества в МКД обеспечило создание механизма, который позволит снизить объем

недоремота жилищного фонда за счет увеличения отремонтированной площади многоквартирного фонда.

Федеральный закон от 28.12.2013 № 417-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее Закон № 271-ФЗ) внес коррективы в основы организации КР общего имущества в многоквартирных домах (далее МКД).

Сегодня организационная помощь государства собственникам при исполнении ими обязанности по КР общего имущества МКД закреплена законодательно, регламентированы действия региональных органов власти и самих собственников по формированию фонда КР и его использованию.

Большие полномочия предоставлены органам власти субъектов РФ, которые самостоятельно принимают решения по минимальному размеру взноса на КР, порядку проведения мониторинга технического состояния МКД, созданию регионального оператора (далее РО), условий предоставления государственной поддержки на проведение КР, порядку подготовки и утверждения региональных программ (далее РП) капитального ремонта и другим вопросам.

Субъект РФ устанавливает необходимость проведения капитального ремонта, а к компетенции Российской Федерации отнесено методическое обеспечение по данному вопросу [97,98,99,100,103,104,105].

РП КР должна содержать список всех многоквартирных домов региона, за исключением аварийных и подлежащих сносу. РП КР формируется в качестве долгосрочного плана на срок 35 лет. При этом внесение в РП КР изменений, предусматривающих перенос установленного срока капитального ремонта в доме на более поздний период, сокращение перечня планируемых видов услуг и (или) работ по капитальному ремонту, не допускается. Ежегодно РП КР актуализируется. В целях реализации РП КР субъект РФ обязан утверждать краткосрочные планы сроком от одного года до трех лет. Период краткосрочного планирования определяется субъектом РФ самостоятельно.

Краткосрочные планы реализации региональной программы капитального ремонта (далее КП РРП КР) общего имущества разрабатываются с целью конкретизации сроков проведения КР, уточнения планируемых видов услуг и работ по КР, определения видов и объема государственной и муниципальной поддержки [3,6,10,80,109,126,179].

Законом предусмотрено два способа формирования фонда КР. Первый предполагает накопление взносов на КР на специальном счете одного МКД. Второй предусматривает перечисление собственниками помещений взносов на КР на счет РО – это централизованная система КР.

РО создается субъектом РФ в организационно-правовой форме некоммерческой организации – фонд. РО принимает на себя обязанность обеспечить проведение КР в соответствии с РП КР и его финансирование за счет средств фонда КР данного дома, а также может использовать для ремонта одних домов средства взносов собственников помещений в других домах.

В соответствии со ст.180 ЖК РФ РО осуществляет следующие функции:

1. Аккумуляция взносов на капитальный ремонт, уплачиваемых собственниками помещений в многоквартирных домах;
2. Открытие на свое имя специальных счетов и совершение операций по этим счетам;
3. Осуществление функций технического заказчика работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах;
4. Финансирование расходов на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах;
5. Взаимодействие с органами государственной власти субъекта Российской Федерации и органами местного самоуправления в целях обеспечения своевременного проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах;
6. Иные функции, предусмотренные ЖК РФ, законом субъекта Российской Федерации и учредительными документами регионального оператора.

В соответствии со ст.182 Жилищного кодекса РФ, организация работ по капитальному ремонту возложена на регионального оператора. РО выполняет работы в следующем порядке:

1. Подготавливает и направляет собственникам помещений в МКД предложения о сроке начала КР, необходимом перечне и об объеме услуг и (или) работ, их стоимости, о порядке и об источниках финансирования КР общего имущества в МКД и другие предложения, связанные с проведением такого КР;
2. Обеспечивает подготовку задания на оказание услуг и выполнение работ по КР и при необходимости подготовку проектной документации на проведение КР, утверждает проектную документацию;

3. Привлекает для оказания услуг и (или) выполнения работ по КР подрядные организации, заключает с ними от своего имени соответствующие договоры;

4. Контролирует качество и сроки оказания услуг и (или) выполнения работ подрядными организациями и соответствие таких услуг и (или) работ требованиям проектной документации;

5. Осуществляет приемку выполненных работ.

Деятельность РО контролируется уполномоченным органом исполнительной власти субъекта РФ, а также федеральными органами исполнительной власти в сфере контроля и надзора в финансово-бюджетной сфере (ст.186 Жилищного кодекса РФ). В соответствии с п.6 ст.178, ст.188 Жилищного кодекса РФ, субъект РФ несет субсидиарную ответственность за исполнение РО обязательств перед собственниками помещений в МКД.

Нововведения по проведению КР на территории РФ, внесли корректировку в существующую модель организации ремонтно-строительного производства КР.

К основным изменениям относятся:

1. КР проводится только на объектах общего имущества МКД (далее под «объекты общего имущества» понимаются все части МКД, имеющие вспомогательное, обеспечивающее значение и принадлежащими на праве общей долевой собственности собственникам помещений в МКД);

2. Для каждого из объектов общего имущества, на основе межремонтных сроков, определяется плановый период проведения КР каждого элемента в отдельности;

3. Виды работ применительно к каждому объекту общего имущества с учетом его технических и конструктивных элементов, определяются по приоритетности поддержания (восстановления) соответствующих параметров и других характеристик строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения МКД требованиям безопасности проектных значений;

4. Производство работ (услуг) по КР должно осуществляться по типовым и стандартным решениям применяемым при выполнении таких работ в части материалов и оборудования;

5. Стоимостные показатели устанавливаются с учетом требований к работам по КР, не менее чем для стандартного уровня внутреннего благоустройства, включающего современные внутренние инженерные системы и определенный уровень качества внутренней отделки помещений. При стандартном классе качества

материалы, конструкции а также уровень инженерного оборудования соответствуют требованиям, предъявляемым к объектам «социального» жилья;

6. Стоимость работ по КР включает величину прямых затрат на выполнение всего комплекса строительно-монтажных работ по КР, выполняемого в нормальных условиях, не осложненных внешними факторами, включая подготовительные работы и благоустройство, а так же предусмотренные действующим законодательством расходы по разработке проектной документации, оплаты услуг по строительному контролю, накладные расходы и непредвиденные затраты, сметную прибыль и НДС;

7. Производство работ осуществляется на основе моделирования очередности включения в процесс проведения КР общего имущества в МКД при различных значениях внешних параметров;

8. Для выбора оптимальных ОТП по основным условиям РП проводится сценарное моделирование вариативности параметров и критериев при построении очередности включения элементов общего имущества МКД в процесс проведения КР;

9. Проектирование организации строительства и производства работ должно включать разработку организационно-технологических решений с соблюдением требований энергетической эффективности [128].

По результатам анализа отечественных и зарубежных источников нормативно-правовых документов: директивы ЕС, строительные кодексы США, методики «устойчивого» капремонта Великобритании, исследования состояния зданий и их энергоэффективности в Канаде, Ирландии, Германии и др., аналитические доклады к крупным заседаниям и совещаниям по тематике ЖКХ и энергоэффективности, резолюции и рекомендации форумов и конференций, отечественные и зарубежные методики и стандарты, в т.ч. LEED, BREEAM, НОСТРОЙ и др., было выявлено, что:

1. Требования существующих строительных стандартов и сводов правил позволяют обеспечить энергетическую эффективность строящихся, капитально ремонтируемых и реконструируемых зданий;

2. Законодательство РФ не устанавливает обязательного перечня работ, выполняемых при КР, но содержит требования об обязательном обеспечении безопасного состояния зданий в процессе их эксплуатации, а к вопросам безопасности отнесена в том числе энергоэффективность зданий;

3. Существующие перечни работ по КР не являются обязательными для собственников зданий. Но при включении МКД в РП

ими принимаются решения о проведении КР и видах работ по КР в результате выполнения которых должно быть обеспечено соблюдение требований энергетической эффективности и требований оснащенности здания приборами учета используемых энергетических ресурсов [154,156,157,158-165,169,176].

Сегодня существует необходимость не столько в разработке новых нормативных требований, относящихся к КР МКД, сколько к большей гармонизации и обеспечению исполнения существующих нормативных требований. Для достижения требований по энергоэффективности МКД по результатам КР необходимо разработать комплекс энергосберегающих мероприятий, которые позволят повысить уровень энергоэффективности здания и комфорта проживания в нем.

К основным особенностям организации ремонтно-строительного производства при КР относятся требования по моделированию очередности выполнения видов работ по КР на каждом МКД в условиях ограничения, вывод о необходимости разработки модели, позволяющей определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии.

1.3. Использование энергосберегающих технологий при капитальном ремонте жилых домов

Применение в ходе КР МКД современных энергосберегающих технологий позволяет снизить расходы граждан на оплату ЖКУ, поскольку современные материалы и технологии позволяют значительно улучшить теплотехнические характеристики зданий.

Исследование проблемы, связанной с высоким энергопотреблением жилого фонда показало, что, являясь вторым по величине конечным потребителем энергии в России, жилищный сектор имеет наибольший потенциал энергосбережения, однако важен не только потенциал экономии, но и условия его получения по результатам капитального ремонта.

Потенциал энергосбережения в жилом фонде может быть реализован наиболее полным образом при сочетании КР МКД с одновременным проведением дополнительных энергоэффективных мероприятий. Поэтому так важно совместить систему реализации государственной политики энергоэффективности и ресурсосбережения с системой финансирования капитального ремонта многоквартирных домов (МКД).

Реализация государственной политики и программ в сфере энергоэффективности позволит собственникам жилья снизить энергопотребление и сократить расходы на содержание жилья за счет внедрения энергоэффективной продукции.

Потребление энергии в жилых зданиях России отражается по двум статьям единого топливно-энергетического баланса России: «население (жилищный фонд)» в части использования энергии в жилых помещениях и «сфера оказания услуг» в части использования энергии в нежилых помещениях и на общедомовые нужды. На долю нежилых помещений и общедомовых нужд приходится 10-12% от суммарного потребления энергии МКД. Почти 62% приходится на отопление, еще около 20% – на ГВС, а на прочие нужды приходится около 19%. В Европейском Союзе структура использования энергии населением очень схожа: отопление – 67%, ГВС – 18%, прочие нужды – 15%. Особенность России в том, что в отоплении (56%) и в ГВС (69%) доминирует централизованное теплоснабжение, тогда как в Европе в отоплении на него приходится только 12% [175,186].

Поскольку в энергобалансе жилых зданий доминирует потребление тепловой энергии, естественно, что самые низкие удельные расходы энергии имеют место в новых зданиях, в которых тепловая защита была спроектирована в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и СП 50.13330.2012 (актуализированная версия СНиП 23-02-2003), которые оснащены домовыми приборами учета. Показатели энергоэффективности зданий определяются годом их постройки [144]. Пониженные удельные расходы энергии характерны для новых зданий, в которых тепловая защита была спроектирована в соответствии с требованиями новых строительных норм.

Напротив, для зданий более ранних массовых серий удельные расходы энергии сравнительно высоки. Данные Росстата о распределении зданий и жилой площади по годам постройки (на 2009г) представлены на рисунке 1.2.

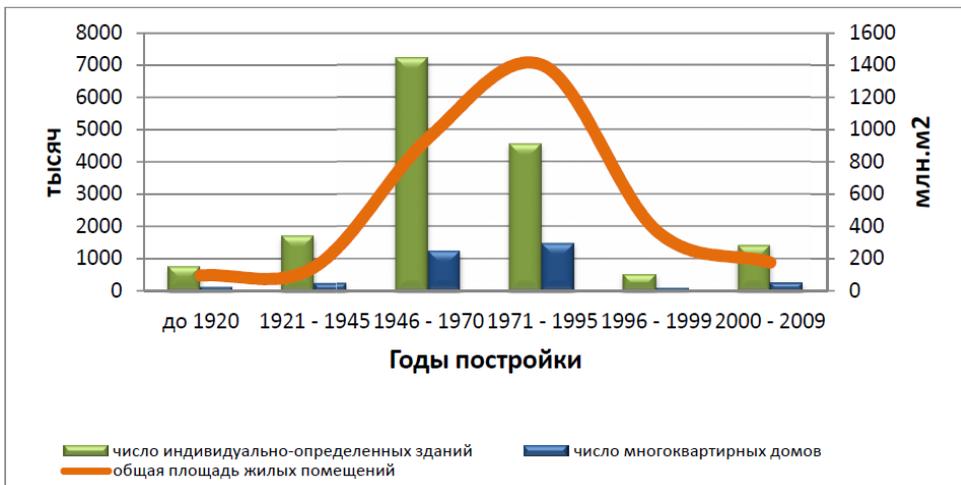


Рисунок 1.2 – Распределение зданий и жилой площади по годам постройки (2009 г., данные Росстата)

По мере нового строительства и сноса ветхого жилья доля старых зданий снижается, а новых, более эффективных – растет. Соответственно снижается средневзвешенный удельный расход энергии на отопление. Изменение теплопотерь существующего жилого фонда происходит как за счет деградации ограждающих конструкций жилых зданий (по мере их ветшания), так и за счет утепления и проведения ремонта ограждающих конструкций в рамках КР при оснащении зданий приборами учета и регулирования.

Поскольку на долю тепловой энергии приходится 80-86% всего потребления энергии в МКД, основная задача КР сводится к снижению именно ее потребления. Потенциал экономии энергии МКД в среднем равен или превышает по тепловой энергии 40%, электроэнергии – 37%, природному газу – 30%, воде – 25%. В новых зданиях он ниже, в старых – существенно выше. На относительную величину потенциала экономии энергии влияет этажность здания, материал стен, его состояние и качество регулирования теплоснабжения и энергоснабжения.

Средневзвешенный удельный расход всех видов энергии в жилых зданиях равен 48,7 кгут/м² в год. При полной реализации потенциала экономии энергии можно добиться снижения удельного расхода энергии во всех жилых зданиях до 29,2 кгут/м² в год, или на 40%.

Измерения потребления тепла по результатам КР в г. Ростове-на-Дону показали, что практически реализуется только треть часть потенциала. При ожидаемой экономии 40-60% фактически получается только 14-17%, то есть около 30% проектной экономии теряется при эксплуатации МКД. При разработке ОРТ по КР не учитываются показатели эффективности применения выбранной технологии. Проекты капитального ремонта имеют завышенные сметы за счет включения в них избыточного оборудования [139].

Нередко сразу после выполнения ремонта фасадов, подъезда, лестничной клетки начинались работы по замене кровли, утеплению чердачного перекрытия, замене оконных блоков и системы центрального отопления. Естественно, после их завершения возникала необходимость повторного выполнения работ. Вопросы энергосбережения непосредственно связаны с решением задачи определения эффективности внедрения энергосберегающих технологий и последовательности включения их в процесс РСП при проведении КР.

Для решения поставленных задач, необходимо определить количество входящих в производственную цепь организации РСП энергосберегающих технологий (далее ЭТС).

На сегодняшний день в сфере КР сложилась противоречивая ситуация, с одной стороны, требования существующих строительных стандартов и сводов правил позволяют обеспечить повышение энергетической эффективности при КР, с другой стороны, между законодательными актами, которыми регулируются отношения в области КР наблюдаются разночтения, в части отсутствия единого перечня работ при КР, который позволил бы скорректировать ситуацию с повышением энергоэффективности.

Приказ Министерства экономического развития РФ от 17. 02. 2010 г. №61 классифицирует мероприятия на организационные, а также технические и технологические. С точки зрения экономии энергии мероприятия разделены на энергетически обязательные и энергетически необязательные мероприятия. В ФЗ-271 от 25.12.2012 установлены основные виды работ по КР финансирование которых осуществляется за счет взносов на КР, приказ № 262 Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. устанавливает требования к оборудованию здания.

На основании проведенного анализа нормативно-правовых актов РФ (таблица 1.1) было установлено, что к работам по ре-

монта (замене): газоснабжения, водоотведения, крыши, подвальных помещений и фундамента не предъявляются дополнительные требования по энергоэффективности.

Необходимо отметить, что при формировании региональных программ капитального ремонта и определения очередности производства работ по КР, виды работ были сгруппированы следующим образом [54]:

1. Ремонт крыши;
2. Ремонт фасада, фундамента, подвала;
3. Ремонт электроснабжения;
4. Ремонт газоснабжения;
5. Ремонт теплоснабжения, холодного/горячего водоснабжения, водоотведения;
6. Ремонт или замена лифтового оборудования.

Учитывая, что именно такой перечень работ используется при проектировании и разработки ОТР КР, а так же именно по такому перечню работ определены сроки проведения КР, в данном исследовании предложены дополнительные комплексы мероприятий, которые могут быть выполнены при КР зданий, для уменьшения потребляемой энергии МКД при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования. В таблице 1.2 представлены также предполагаемый эффект от применения комплексов мероприятий и основные ОТР, оборудование и материалы.

Предлагаемые комплексы мероприятий обусловлены требованиями действующих нормативно-правовых документов по повышению энергетической эффективности зданий после капитального ремонта (увеличение приведенного сопротивления теплопередаче и теплоустойчивости ограждающих конструкций зданий; уменьшение удельного расхода тепловой энергии на отопление зданий).

Все мероприятия являются технически осуществимыми. Далее под ЭСТ при проведении КР понимается шесть видов работ с проведением комплекса энергосберегающих мероприятий с целью повышения уровня энергоэффективности здания и комфорта проживания в нем. Для исключения дальнейшего разночтения закреплены следующие условные обозначения ЭСТ:

- ЭСТ№1 – ремонт крыши;
- ЭСТ№2 – ремонт фасада, фундамента, подвала;
- ЭСТ№3 – ремонт электроснабжения;
- ЭСТ№4 – ремонт газоснабжения;
- ЭСТ№5 – ремонт теплоснабжения, холодного/горячего водоснабжения, водоотведения;
- ЭСТ№6 – ремонт или замена лифтового оборудования.

При капитальном ремонте жилых зданий так же должны реализовываться мероприятия без энергосберегающего эффекта, которые направлены на улучшение условий проживания жителей в многоквартирных домах. К таким мероприятиям относятся:

- Ремонт лифтовых шахт;
- Благоустройство мест общего пользования и ремонт мусоропроводов в зданиях;
- Ремонт водоотводящих устройств (водосточных труб) и пожарных лестниц в зданиях.

В соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.33.13-2011 [127], капитальный ремонт проводится без отселения жильцов, при производстве работ должна быть обеспечена в соответствии с техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений [136]:

- Жизни и здоровья людей, находящихся в зоне ремонтных работ, сохранность имущества жильцов, собственников и арендаторов нежилых помещений ремонтируемого дома, главных заинтересованных лиц, подвергающихся максимальным рискам в процессе капитального ремонта;

- Жизни и здоровья рабочих и специалистов, выполняющих работы по капитальному ремонту;
- Жизни животных и сохранения растений на прилегающей территории;
- Воздействия на окружающую среду.



Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

Повышение эффективности ремонтно-строительного производства
за счет применения энергосберегающих технологий



Таблица 1.1 – Виды работ и требования к оборудованию МКД при проведении капитального ремонта с учетом энергосберегающих технологий

Виды работ		Требования к оборудованию МКД
ФЗ – 271 от 25.12.2012		Приказ № 262 от 28 мая 2010 г.
Ремонт внутридомовых инженерных систем	электричество	<ul style="list-style-type: none">– Электродвигатели для вентиляторов вент систем, лифтов, перемещения воды во внутридомовых системах отопления, горячего и холодного водоснабжения, систем кондиционирования– Энергосберегающими осветительными приборами в местах общего пользования;– Оборудованием, обеспечивающим выключение освещения при отсутствии людей в местах общего пользования (датчики движения, выключатели);– Устройствами компенсации реактивной мощности при работе электродвигателей;
	теплоснабжение	<ul style="list-style-type: none">– Отопительные приборы, используемые в местах общего пользования, с классом энергетической эффективности не ниже первых двух (в случае, если классы установлены);– Устройства автоматического регулирования подачи теплоты на отопление, установленными на вводе в здание, строение, сооружение;
	Водоснабжение (ГВ и ХВ)	<ul style="list-style-type: none">– Теплообменниками для нагрева воды на горячее водоснабжение с устройством автоматического регулирования ее температуры, установленными на вводе в здание или части здания;– Регуляторами давления воды в системах холодного и горячего водоснабжения на вводе в здание, строение, сооружение (для многоквартирных домов – на вводе в здание, в квартирах, помещениях общего пользования);
	газоснабжение	Дополнительные требования не предъявляются
	водоотведение	
Ремонт (замена) лифтового оборудования , признанного непригодным для эксплуатации, Ремонт лифтовых шахт	<ul style="list-style-type: none">– Лифтами с классом энергетической эффективности не ниже первых двух (в случае, если классы установлены);	

Утепление и ремонт фасада	<ul style="list-style-type: none"> – Дверными доводчиками (в многоквартирных домах – для всех дверей в местах общего пользования); – Второй дверью в тамбурах входных групп, обеспечивающей минимальные потери тепловой энергии, или вращающимися дверями; – Ограничителями открывания окон (для многоквартирных домов – в помещениях общего пользования; квартирах).
Установка коллективных (общедомовых) приборов учета и узлов управления и регулирования потребления этих ресурсов (тепловой энергии, горячей и холодной воды, электрической энергии, газа);	<ul style="list-style-type: none"> – Приборами учета энергетических и водных ресурсов, установленными на вводе в здание, в квартирах, помещениях общего пользования и сдаваемых в аренду; – Термостаты и измерители расхода потребляемой тепловой энергии, установленными на отопительных приборах вертикальных систем отопления, термостатами на отопительных приборах и измерителями расхода теплоносителя в горизонтальных, поквартирных системах отопления квартир общей площадью до 100 кв., либо теплосчетчиками в квартирах большей площади;
Ремонт фундамента многоквартирного дома	Дополнительные требования не предъявляются

Таблица 1.2 – Перечень работ и комплексы энергосберегающих мероприятий по КР МКД

ЭСТ №	Вид работ по ремонту (замене)	Наименование мероприятия	Эффект от применения мероприятия	Применяемые ОТР, оборудование и материалы
1.	Крыша	Тепловая изоляция (утепление) и гидроизоляция чердачного перекрытия	Сокращение трансмиссионных тепловых потерь через чердачное перекрытие; Уменьшение промерзания чердачного перекрытия (увеличение срока службы); Снижение поступления влаги (протечек воды) в помещения здания;	Энергоэффективные теплоизоляционные и гидроизоляционные материалы
		Замена кровельного покрытия	Уменьшение физического износа и увеличение срока службы	Энергоэффективные современные кровельные материалы
2	Фасад, фундамент, подвал	Тепловая изоляция (утепление) пола и стен подвала, примыкающих к грунту	Сокращение трансмиссионных тепловых потерь через пол и стены подвала; Уменьшение промерзания пола и стен подвала (увеличение срока службы);	Энергоэффективные теплоизоляционные материалы (полиуретан, плиты из пенопласта, плиты из полистирола, плиты минераловатные)

Продолжение Таблицы 1.2

		Тепловая изоляция (утепление) наружных стен	Сокращение трансмиссионных тепловых потерь через наружные стены; Уменьшение расхода теплоты на нагрев холодного наружного воздуха, инфильтрирующегося в здание через наружные стены; Снижение промерзания наружных стен (увеличение срока службы);	Плиты из минерального волокна или пенополистирола; Плитные утеплителями с нанесением штукатурного покрытия; Навесные вентилируемые фасады; Напыление пенополиуретана (ППУ) или асбоперлитовой смеси;
		Ремонт (замена) существующих окон	Сокращение расхода теплоты на нагрев холодного наружного воздуха, инфильтрирующегося в здание через неплотности оконных проемов; Уменьшение трансмиссионных тепловых потерь через окна;	Уплотняющие прокладки из пенополиуретана, клей повышенной водостойкости; Современные энергоэффективные двухкамерные стеклопакеты в ПВХ переплетах;
		Уплотнение (утепление) наружных дверных проемов с установкой доводчиков (обеспечение автоматического закрывания дверей)	Уменьшение расхода теплоты на нагрев холодного наружного воздуха, инфильтрирующегося в здание через неплотности дверных проемов, а также через открытые двери;	Уплотняющие прокладки из пенополиуретана, автоматические дверные доводчики;
3	Электроснабжение	Замена физически изношенных общедомовых электрических сетей (проводки) и вводно-распределительных устройств (ВРУ);	Уменьшение физического износа и увеличение срока службы систем электроснабжения;	Современные электропровода и арматура;

Продолжение Таблицы 1.2

		Замена ламп накаливания в местах общего пользования (лестничные клетки, лестничные марши, наружное освещение подъездов) на энергосберегающие осветительные приборы;	Сокращение потребления электроэнергии на освещение мест общего пользования;	Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), светодиодные осветительные приборы;
		Установка датчиков присутствия в местах общего пользования;	Уменьшение расхода электроэнергии на освещение мест общего пользования; Автоматическое регулирование освещенности мест общего пользования;	Современная эффективная пуско-регулирующая аппаратура (ПРА), датчики присутствия
		Установка общедомовых приборов учета электроэнергии;	Сокращение оплаты за потребленную электрическую энергию для и жителей;	Электронные электросчетчики с повышенным классом точности (не менее 2.0);
4	Газоснабжение	Замена внутрисанитарных трубопроводов систем газоснабжения (трубопроводов в подвале и/или на чердаке, вертикальных стояков);	Уменьшение физического износа и увеличение срока службы	Стальные трубы
		Установка общедомовых приборов учета потребления природного газа;	Уменьшение оплаты за потребленный природный газ для жителей;	Современные газовые счетчики;
5	Теплоснабжение, холодное/горячее водоснабжение, водоотведение	Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами	Сокращение трансмиссионных тепловых потерь через наружные стены (сокращение расхода тепловой энергии на нагрев стены за отопительным прибором)	Энергоэффективные пленочные экраны;



Продолжение Таблицы 1.2

		Полная реконструкция (замена) внутридомовых инженерных сетей в здании, в том числе: внутридомовых трубопроводов систем отопления. ГВС, ХВС, ВВ	Сокращение тепловых потерь трубопроводами отопления и ГВС; Уменьшение физического износа и увеличение срока службы систем отопления и ГВС	Трубопроводы из «сшитого» полиэтилена, полибутена, полипропилена для систем ГВС и отопления; Современные энергоэффективные теплоизоляционные материалы;
		Установка регулятора давления воды на вводе в здание на системах ГВС и ХВС;	Сокращение слива горячей воды из-за остывания (при отсутствии водоразбора горячей воды в ночные или дневные часы); Сокращение потребления холодной воды;	Запорно-регулирующая арматура (клапаны, задвижки, регуляторы давления холодной и горячей воды);
		Установка циркуляционного трубопровода горячей воды в системе ГВС	Уменьшение слива горячей воды из-за остывания (при отсутствии водоразбора горячей воды в ночные или дневные часы);	Пластиковые трубопроводы, циркуляционный насос, водосчетчик для учета рециркуляционной горячей воды;
		Установка автоматизированного узла управления системой отопления –АУУ СО (замена элеваторных узлов в здании)	Автоматическое регулирование параметров теплоносителя в системе отопления (поддержание температурного графика системы отопления на заданном уровне); Уменьшение расхода теплоты в системе отопления (устранение перетапливания здания в переходный период года);	Насосный узел смешения сетевой воды с автоматикой (контроллер, датчики температуры, регулятор расхода);



		Установка автоматизированного индивидуального теплового пункта – АИТП (замена элеваторных узлов в здании);	Автоматическое регулирование параметров теплоносителя в системах отопления и ГВС (поддержание температурного графика системы отопления и температуры горячей воды на заданном уровне); Уменьшение расхода теплоты в системе отопления (устранение перетапливания здания в переходный период года); Уменьшение расхода теплоты в системе ГВС	Блочные автоматизированные тепловые пункты в полной заводской готовности
		Установка балансировочных клапанов (вентилей) на вертикальных стояках системы отопления;	Устранение разрегулирования системы отопления здания по стоякам; Уменьшение потребления тепловой энергии зданием;	Ручные или автоматические балансировочные клапаны;
		Установка терморегулирующих клапанов (терморегуляторов) на отопительных приборах	Улучшение комфортных условий в помещениях; Уменьшение потребления тепловой энергии на отопление	Регулирующие клапаны и термостатические головки (термостаты)
		Установка общедомовых приборов учета потребления тепловой энергии, холодной и горячей воды;	Уменьшение оплаты за потребленную тепловую энергию для жителей; Сокращение оплаты за потребленную горячую воду для жителей; Уменьшение оплаты за потребленную холодную воду для жителей;	Современные счетчики учета тепловой энергии и расхода горячей и холодной воды;
6	Лифтовое оборудование	Замена лифта	Улучшение комфортных условий проживания; Увеличение безопасности проживания;	Современное лифтовое оборудование
		Установка система рекуперации	Уменьшение оплаты за электроэнергию	Системы рекуперации

Учитывая, что региональные программы (долгосрочные планы на срок 35 лет) и краткосрочные планы (от одного года до трех лет) капитального ремонта уже сформированы субъектами РФ и содержат списки всех МКД региона, за исключением аварийных и подлежащих сносу, а перенос установленного срока КР в МКД на более поздний период, сокращение перечня планируемых видов работ по капитальному ремонту, не допускается, в работе рассматривается включение ЭСТ в производственную цепь при организации РСР в те периоды которые определены РП и КП КР

Для того чтобы после КР МКД были достигнуты требования по энергоэффективности, должны быть реализованы комплексы энергосберегающих мероприятий входящие в обязательном порядке в перечень видов работ которые финансируются за счет взносов на КР и установлено энергоэффективное оборудование.

В работе определены основные шесть видов работ по КР и предложены комплексы энергосберегающих мероприятий, которые позволят повысить уровень энергоэффективности здания и комфорта проживания в нем.

Учитывая, что для эффективной реализации систем КР, в соответствии с изменением законодательства, для выбора оптимальных решений по условиям реализации РП используется сценарное моделирование очередности включения элементов общего имущества МКД в процесс проведения КР, возникает необходимость в разработке методики (алгоритма), которая позволит определить эффективность внедрения энергосберегающих технологий, рассчитать условия их одновременной реализации и найти путь, имеющий минимальные потери, а так же построить план последовательности включения ЭСТ в процесс РСР при проведении КР в рамках региональной программы КР.

Выводы по главе 1

1. Анализ информационных источников и теоретических исследований, связанных с проблемой реализации энергосберегающих технологий в ходе проведения капитального ремонта, показал, что необходимо разработать основы моделирования организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий.

2. Для разработки основ моделирования организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий необходимо решить задачи:

– Определить основные особенности организации ремонтно-строительного производства;

- Предложить модель, позволяющую определять наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии;

- Разработать модель, позволяющую рассчитать условия одновременной реализации энергосберегающих технологий и построить план последовательности их включения в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР;

- Рекомендовать эффективные научно обоснованные методы оценки и выбора рациональных вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте зданий, исходя из конкретных условий выполнения ремонтно-строительных работ.

3. Определены основные шесть видов работ по КР и предложены комплексы энергосберегающих мероприятий, которые позволят повысить уровень энергоэффективности здания и комфорта проживания в нем.

ГЛАВА 2 КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО- СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

2.1. Основные принципы оценки последовательности выполнения энергосберегающих технологий при капитальном ремонте

Традиционно считается, что основной задачей организационно-технологического проектирования является построение календарного плана [8,9,18,31,37,39,70,78,86,95]. Но в современных условиях появились задачи, которые либо раньше вообще не возникали, либо в настоящий момент требуют кардинального переосмысления и поиска новых подходов к их решению. К таким задачам следует отнести вопросы связанные с моделированием организации ремонтно-строительного производства с использованием энергосберегающих технологий, которые позволяют не только значительно экономить ресурсы при проведении КР зданий, но и осуществлять управление ими в режиме максимальной экономии.

Каждая ЭСТ обладает определенным уровнем эффективности, как правило, эффективность может быть выявлена в течение некоторого периода эксплуатации, когда происходит снижение расходования ресурсов.

В данном параграфе приводится теоретическое обоснование решения задачи: определение наиболее оптимального сочетания вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективности принимаемой к исполнению технологии [96,101,123,131,166,172,185].

Для выбора рациональных решений по основным условиям РП проводится сценарное моделирование:

1. По оценке будущих финансовых обязательств с учетом изменения ключевых параметров, возможных ограничений по факторам, оказывающим значимое влияние на принятие решений субъектом РФ;

2. По оценке финансирования исполнения программы – величине взноса населения (с учетом его дифференциации) и величине требуемой государственной поддержки;

3. С соблюдением заданных показателей финансовой устойчивости формируемых фондов КР МКД на всем протяжении региональной программы;

4. Вариативность параметров и критериев при построении очередности включения общего имущества МКД в процесс проведения КР.

Для решения поставленной задачи в части включения энергосберегающих технологий в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР предлагается модель, основанная на теории графов. Процесс принятия решения можно формализовать в виде графической структуры. В данном случае задача нахождения оптимального решения решена в теории графов.

Графическое моделирование структуры связей позволяет наглядно представить и систематизировать варианты последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР.

В работе поставлена задача организации ремонтно-строительного производства при проведении КР, которая может быть решена методами сетевой интерпретации с помощью теории графов [11,13].

Дуги графа показывают наличие связей как оптимально допустимый план организации ремонтно-строительного производства с учетом реализации новых ЭСТ.

Информация о структуре графа может быть задана матрицей бинарных отношений. Для графа $G=(M, R)$, в котором множество вершин имеет n элементов, т.е.: $M = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, матрицей смежности называется матрица порядка n , определенная следующим образом:

$$A_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } (a_i, a_j) \in R, \\ 0, & \text{если } (a_i, a_j) \notin R. \end{cases} \quad (2.1)$$

Если $A_{ij} = 1$, то вершина a_j называется последователем вершины a_i , а a_i – предшественником a_j . Вершины a_i и a_j называются смежными, если $A_{ij} = 1$ или $A_{ji} = 1$.

В мультиграфе $G = \langle M, U, P \rangle$ дуга $u \in U$ называется инцидентной вершине $a \in M$, если $(a, u, b) \in P$ или $(b, u, a) \in P$ для некоторого $b \in M$. Матрицей инцидентности мультиграфа G называется матрица размерности $m \times n$, определяемая по следующему правилу:

$$V_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если дуга } u_j \text{ исходит из вершины } a_i; \\ -1, & \text{если дуга } u_j \text{ заходит в вершину } a_i \text{ и } u_j \text{ не является петлей;} \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$$

Задача состоит в отыскании оптимального решения по организации ремонтно-строительного производства при проведении КР с использованием энергосберегающих технологий с учетом оценки их эффективности.

Если спроецировать математический алгоритм теории графов на производственную ситуацию, то сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и их эксплуатационной эффективности применения, можно представить в виде композиции ориентированных графов [83,93,145,155,173].

Сначала строится орграф, определяющий ситуацию с позиции установленных критериев, на основе которых в региональной программе капитального ремонта определена очередность проведения КР (дифференциация критериев по муниципальным образованиям, утверждена субъектом РФ) позволяющих распределить работы во времени.

Пусть имеется n вариантов использования энергосберегающих технологий на m МКД (рисунок 2.1).

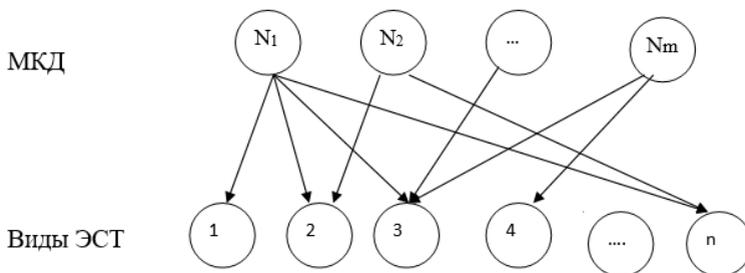


Рисунок 2.1 – Граф решений использования ЭСТ

Так, на МКД №1 считает целесообразным использовать при капитальном ремонте объекта технологии 1, 2, 3 и n в периоды времени t_1 , t_2 и t_n .

1 шаг. Задача требует определения наиболее рационального решения с точки зрения минимизации затрат на внедрение ЭСТ на одном МКД, эффективности дальнейшей эксплуатации с учетом ограничений на ресурсные возможности РП КР.

Пусть имеются n проектов энергосберегающих технологий, каждая из которых обладает уровнем эффективности H . Имеются ограничение по ресурсным возможностям РП КР.

Пусть по ресурсным возможностям РП КР можно построить матрицу бинарных отношений (таблица 2.1). Если в РП КР на данный МКД имеется достаточно ресурсов для внедрения энергоэффективных технологий, в таблице ставится значение 1, если недостаточно – 0.

Определяющим фактором в принятии решения могут являться финансовые ресурсы, так как вопросы технической базы, квалифицированных специалистов для установки, монтажа, пусконаладочных работ, РО привлекает подрядные организации.

Таблица 2.1 – Таблица бинарных отношений РП КР для
использования ЭСТ

Виды ЭСТ	Ресурсы		
	Финансовые	Технические	Трудовые
1	1	1	1
2	0	1	0
3	1	1	1
4	1	0	1
5	0	1	1

Матрица смежности графа имеет вид:

$$A_N = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

На основании матрицы смежности выявлено, что РП КР может реализовать ЭСТ № 3, так как в этом случае обеспечивается достаточность всех ресурсов РП КР на рассматриваемом МКД.

2 шаг. Оценка эффективности ЭСТ

Каждая технология обладает показателем эффективности. В общем виде коэффициент энергоэффективности для i -той технологии может быть представлен в общем виде:

$$h = \frac{Q_{i0} - Q_{i1}}{C_i} \rightarrow \max, \quad (2.2)$$

где Q_{i0} – потребление энергоресурса до использования ЭСТ i -того вида;

Q_{i1} – потребление энергоресурса после внедрения ЭСТ i -того вида;

C_i – затраты на внедрение ЭСТ i -того вида.

Эффект от использования современных технологий можно оценить только в течение периода эксплуатации. Снижение расходов на энергоснабжение, обогрев здания, водоресурсов носит кумулятивный характер.

Так как каждый вид используемого ресурса имеет различные единицы измерения (кВт, Гкал и т.д.), то для оценки эффекта следует привести показатели к единому эквиваленту, например, представить в стоимостном выражении, в относительных величинах, баллах и т.д.

Показатель эффективности H является величиной относительной полученной в результате сопоставления характеристик в стоимостном выражении в различные периоды времени. Показатель эффективности ЭСТ рассчитывается по формуле.

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{t_0} \frac{c_{i0} \cdot q_{i0}}{(1+r)^{t_0}} - \sum_{i=t_0+1}^{t_1} \frac{c_{i1} \cdot q_{i1}}{(1+r)^{t_1-t_0}}}{C_i} \rightarrow \max, \quad (2.3)$$

где q_{i0} – потребление энергоресурса до использования ЭСТ i -того вида;

q_{i1} – потребление энергоресурса после внедрения ЭСТ i -того вида;

c_{i0} – расходы на потребление единицы i -того вида энергоресурса до внедрения ЭСТ;

c_{i1} – расходы на потребление единицы i -того вида энергоресурса после внедрения ЭСТ;

r – коэффициент индексации расходов на потребление ресурса;

C_i – затраты на внедрение энергосберегающей технологии i -того вида;

n – рассматриваемый период эксплуатации до использования энергосберегающей технологии;

t – общий период наблюдения;

$t-n$ – период ввода в эксплуатацию энергосберегающей технологии.

Показатель кумулятивного эффекта от использования ЭСТ будет различным в зависимости от сроков введения его в эксплуатацию (рисунок 2.2).

Q

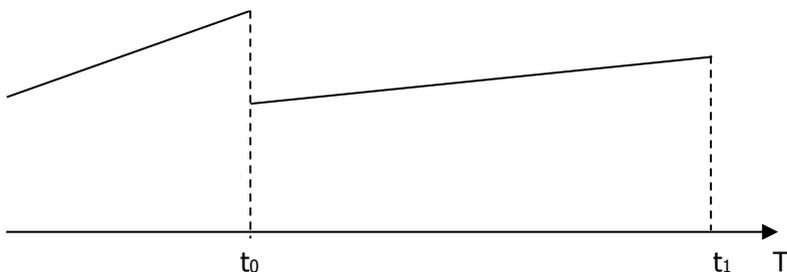


Рисунок 2.2 – График кумулятивного потребления ресурса за период эксплуатации

Чем раньше будет введен тот или иной вид ЭСТ, тем быстрее жители МКД получат результат от его внедрения, который будет выражаться в значительном сокращении эксплуатационных расходов на обеспечение энергоресурсами.

Оценка эффективности должна происходить не только с учетом временного фактора, в течение которого происходит эксплуатация ЭСТ и определяется кумулятивный эффект, но и с учетом времени начала эксплуатации. То есть при более ранних сроках введения в эксплуатацию ЭСТ накопление кумулятивного эффекта происходит быстрее при одинаковом уровне используемых производственных ресурсов (рисунок 2.3).

Примем допущение, что РП КР заложено одинаковое количество ресурсов C на введение в эксплуатацию ЭСТ. Отложенный срок внедрения снижает величину кумулятивного эффекта.

Потеря кумулятивного эффекта при отложенном исполнении составит:

$$\Delta\Phi = \varphi_1 - \varphi_0 \quad (2.4)$$

Индекс возможных потерь примет вид:

$$I_p = \frac{\Delta\Phi}{C} \rightarrow \min \quad (2.5)$$

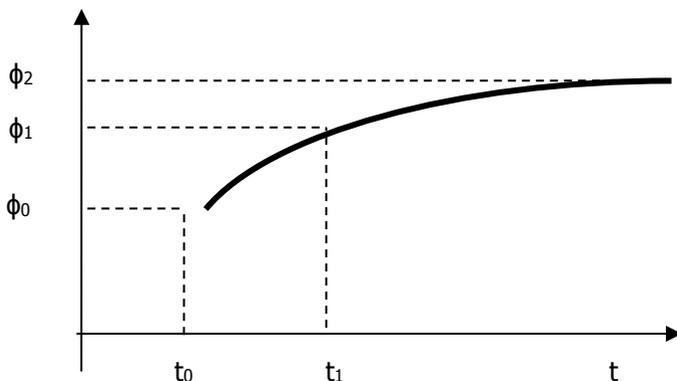


Рисунок 2.3 – Кумулятивный эффект ЭСТ при различных сроках внедрения.

Положим, рассчитаны показатели эффективности энергосберегающих технологий H и рассчитан индекс возможных потерь I_p при отложенном внедрении технологий на период t (таблица 2.2):

Таблица 2.2 – Таблица расчетных значений ЭСТ.

Виды ЭСТ	H	I_p
1	20	0.145
2	15	0.122
3	27	0.017
4	14	0.119
5	22	0.067

ЭСТ №3 имеет минимальные потери в случае отложенного исполнения. То есть, технология №3 имеет высокую эффективность, но может быть реализована в следующем периоде. Потери в этом случае будут минимальными.

Установим ограничения. Пусть эффект H должен быть не менее некоторого значения a , т.е Ha ; I_p не должен быть меньше некоторого установленного предела b , т.е Ipb .

Если расчетные значения ЭСТ удовлетворяют условиям ограничения, то эффект от их использования можно выразить в виде бинарных отношений.

Пусть $H18, Ip0,1$, с учетом ограничений бинарная матрица представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Таблица бинарных отношений эффективности использования ЭСТ

Виды ЭСТ	H	Ip
1	1	1
2	0	1
3	1	0
4	0	1
5	1	0

Максимальный эффект и недопустимость более поздних сроков производства работ имеет ЭСТ №1. ЭСТ №2 имеет более низкий уровень эффективности, при этом также как и №3, не допускает более позднего применения.

Построим матрицу смежности расчетной эффективности ЭТС.

$$A_p = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Технология №1 полностью удовлетворяет условиям эффективности. Но следует обозначить приоритеты. Показатель H оценивает эффективность с точки зрения энергосбережения. Показатель Ip оценивает срок производства работ ЭСТ. $Ip=0$ показывает, что при условии невозможности приобретения необходимого оборудования или отсутствии соответствующих ресурсов указанный вид ЭСТ без ощутимых потерь может быть отсрочен к исполнению на период $\Delta t = t_1 - t_0$. И наоборот, если $Ip = 1$, это значит, что откладывать реализацию внедрения ЭСТ нецелесообразно, это вызовет существенную величину упущенной выгоды.

Следовательно, на основании расчетов следует принять к исполнению в первую очередь технологию №1, так как она обладает должным уровнем эффективности и не допускает перенос сроков реализации.

Это позволяет построить оргграф в виде «дерева» с последовательным исполнением проектов. «Дерево» строится по приоритету эффективности H . Последующие пути также ориентированы на этот показатель, но из возможных вариантов в первую очередь выбирается ЭСТ с наибольшим значением I_p . Происходит ранжирование вершин в порядке убывания I_p .

Для исследуемого i -того МКД оргграф будет выглядеть в виде ориентированной цепи (рисунок 2.4). Вершины графа представляют виды ЭСТ, сохраняющие последовательность выполнения по принципу убывания показателя I_p , где корнем является технология №1, удовлетворяющая по признакам эффективности и условиям первоочередного исполнения.

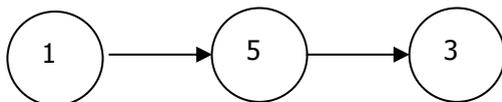


Рисунок 2.4 – Ориентированная цепь ЭСТ при различных сроках внедрения

Таким образом, на основании построения матриц смежности планируется организация ремонтно-строительного производства при КР с учетом использования энергосберегающих технологий и определяет наиболее оптимальное сочетание возможности РП КР на i -том МКД и эффективности принимаемой к исполнению технологии.

Разработанная оригинальная модель позволяет определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии.

2.2. Модель одновременной реализации энергосберегающих технологий в рамках региональной программы капитального ремонта

В предыдущем параграфе было рассмотрено построение и реализация модели определения наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс строительного производства при проведении КР на примере одного МКД. Учитывая, что в РП КР входят все МКД региона, за исключением аварийных и подлежащих сносу, необходимо рассмотреть ситуацию моделирования последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в целом по РП КР.

Ресурсы РО позволяют реализовать одновременно несколько технологий в РП КР. Необходимо рассчитать условия одновременной реализации ЭСТ, найти путь, имеющий минимальные потери и построить план последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы КР.

В рамках проводимого исследования предложено теоретическое обоснование решения задачи: разработать математическую модель позволяющую рассчитать условия одновременной реализации энергосберегающих технологий и построить план последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы КР.

Шаг 1. Определяются ресурсные возможности РП КР. На основании оценки финансовых, технических и трудовых ресурсов строится таблица бинарных отношений (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Оценка ресурсов РП КР

Виды ЭСТ	МКД				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	0	0
2	0	0	1	0	0
3	1	0	1	1	1
4	1	0	0	1	1
5	0	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	0	1	1	0	0

Пусть имеется n ЭСТ и m МКД. Строятся матрицы инцидентности $A(m \times n)$:

1) по условиям ограничения по ресурсам каждого МКД:

$$A_1 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

2) по затратам на реализацию ЭСТ (1 – затраты минимальные, 0 – затраты превышают некоторый установленный предел):

$$A_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

3) по условию кумулятивного эффекта от применения ЭСТ

$$A_3 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

Решение находится методом наложения матриц. Каждый элемент матрицы A_5 состоит из соответствующих элементов матриц A_1 , A_2 и A_3 :

$$A_s = \begin{pmatrix} 111 & 110 & 111 & 011 & 000 \\ 000 & 001 & 111 & 000 & 001 \\ 111 & 001 & 110 & 111 & 110 \\ 111 & 010 & 000 & 111 & 110 \\ 000 & 000 & 111 & 100 & 111 \\ 111 & 110 & 111 & 101 & 110 \\ 000 & 111 & 101 & 011 & 011 \end{pmatrix}$$

Элемент матрицы A_s , состоящий из набора единиц, определяет оптимальное сочетание возможностей РП КР к реализации ЭСТ, уровень минимальных затрат на внедрение и наиболее эффективные энергосберегающие технологии.

На основании определенных связей построен оргграф следующей топологии (рисунок 2.5).

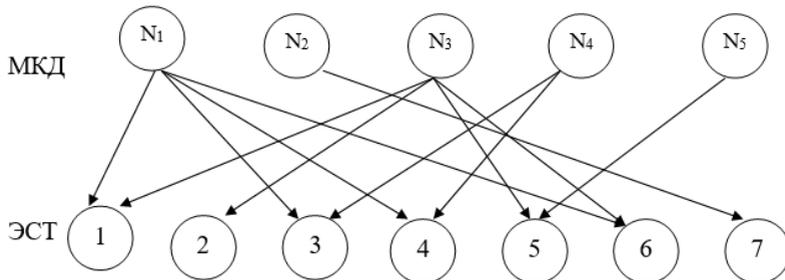


Рисунок 2.5 – Граф связей между МКД и планируемыми к реализации ЭСТ

Если ресурсы РП КР позволяют выполнить реализацию энергосберегающих технологий одновременно, то задача решена. В случае последовательной реализации ЭСТ требуется определить порядок включения энергосберегающих технологий в производственный процесс.

Задача 2. Определение последовательности включения энергосберегающих технологий в производственную цепь.

Для решения задачи используется алгоритм Флойда-Уоршелла — динамический алгоритм для нахождения кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа без циклов и отрицательного веса. Пусть имеется ориентированный граф $G = (V, D)$ каждой дуге v этого графа сопоставлен неотрицательный показатель $P[v, w]$. Необходимо определить кратчайший путь между вершинами v и w с минимальной длиной.

Чтобы определить последовательность вершин в структуре мультиграфа, зададим веса дугам.

Вес дуги мультиграфа представлен в виде величины недополученного эффекта при более длительных сроках ввода в эксплуатацию энергосберегающей технологии I_p (таблица 2.5).

Вершины графа представляют показатели эффективности применения ЭСТ. Следовательно, чем быстрее технологии будут введены в действие, тем больший эффект экономии энергоресурсов будет достигнут.

Таблица 2.5 – Показатели эффективности ЭСТ и возможные потери от неиспользования

Виды ЭСТ	H	I_p
1	20	0,145
2	15	0,122
3	27	0,017
4	14	0,119
5	22	0,067
6	28	0,107
7	11	0,911

Для дальнейшего расчета использован фрагмент орграфа, представленного на рисунке 2.5 для МКД N_1 с вершинами 1, 3, 4 и 6 (таблица 2.6)

Таблица 2.6 – Показатели эффективности ЭСТ и возможные потери от неиспользования

Виды ЭСТ	H	I_p
1	20	0,145
3	27	0,017
4	14	0,119
6	28	0,107

Фрагмент орграфа, для которого необходимо определить оптимальный «путь» с минимальным упущенным эффектом от несвоевременного внедрения технологии представлен на рисунке 2.6.

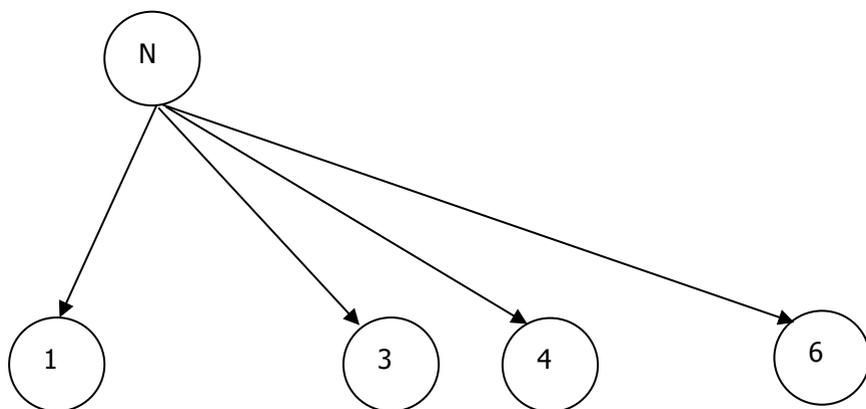


Рисунок 2.6 – Фрагмент орграфа связей между МКД N_1 и планируемыми к реализации ЭСТ

Примем **допущение**, что каждая энергосберегающая технология включается в производственный процесс последовательно. Каждой технологии соответствует один временной интервал t .

Требуется построить цепь событий с максимальным эффектом от использования технологий и минимальными потерями от длительности исполнения ЭСТ.

Определим веса дуг графа. Вес дуги графа представлен в виде временного интервала, позволяющего установить очередность включения энергоэффективных технологий в строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы КР. Расчет построен на определении I_p каждого вида ЭСТ.

Для решения задачи используется алгоритм **Флойда – Уоршелла** предполагает построение матрицы l_{kl} . Элементы диагонали матрицы равны 0.

Элементы матрицы составляются следующим образом. Элемент (1; 3) основан на аддитивном значении I_p (индекса потерь эффективности ЭСТ при более длительном периоде внедрения).

Технология №3 реализуется после технологии №1. Следовательно, можно утверждать, что внедрение технологии №3 после технологии №1 увеличивает потерю эффекта технологии №3 с учетом временного интервала $2t$, то есть I_p увеличивается в два раза. Соответственно, более поздние сроки реализации увеличивают потерю эффекта в 3 и 4 раза.

Чтобы построить матрицу необходимо скорректировать величину эффекта H на потерю от длительного внедрения. Введем скорректированный показатель эффекта z : $z=H \cdot I_p$ (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Показатели эффективности ЭСТ и возможные потери от неиспользования

Виды ЭСТ	H	I_p	z
1	20	0,145	2,9
3	27	0,017	0,5
4	14	0,119	1,7
6	28	0,107	3,0

Максимальный эффект от внедрения имеет технология № 3. Технология №6 при более позднем включении ее в производственный процесс имеет наибольшую потерю эффекта. Матрица, согласно алгоритму **Флойда – Уоршелла** строится на основании попарного сравнения элементов и выбора пути, имеющего минимальные потери.

Получен вариант последовательной реализации энергосберегающих технологий при условии ограничений по ресурсам РП КР:
 $6 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 3$.

Аналогично определяются пути для фрагментов орграфа, ограниченного связями МКД Li с видами планируемых к реализации технологий.

Топология графа изменится. Пример орграфа для множества МКД и множества возможных к применению ЭСТ может быть представлено следующим образом (рисунок 2.7).

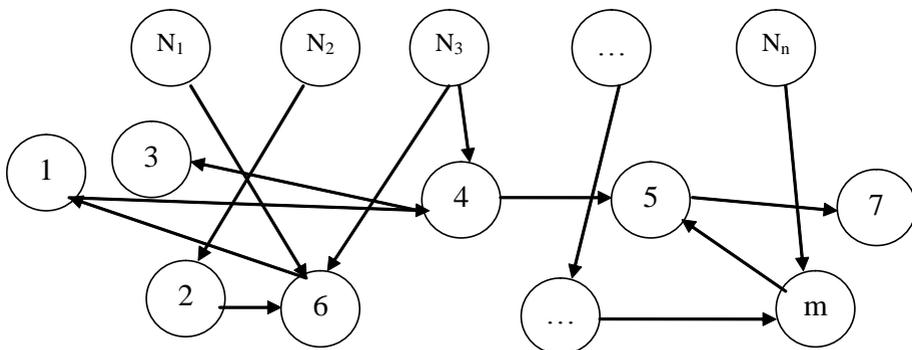


Рисунок 2.7 – Граф возможных связей между МКД и планируемыми к реализации энергосберегающими технологиями

Предложенный алгоритм позволяет определить эффективность внедрения ЭСТ, рассчитать условия реализации и найти путь, имеющий минимальные потери, а так же построить план последовательности организации ремонтно-строительного производства при проведении КР.

В результате проведенного исследования построена модель, отличающаяся использованием динамического алгоритма Флойда-Уоршелла для нахождения пути, имеющего минимальные потери, которая позволяет рассчитать условия одновременной реализации ЭСТ и построить план последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках всей РП КР.

2.3. Теоретические аспекты выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте

Анализ опыта проведения капитального ремонта МКД, а так же теоретических исследований в области организации ремонтно-строительного производства показал, что теоретические аспекты выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте разработаны недостаточно. Решение задачи выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте связано с необходимостью разработки научно обоснованной системы определения вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР, определении показателей и факторов влияния на нее, а также методов оценки полученных вариантов.

Задача выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте решается в три этапа:

Создание методики определения вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР;

Определение научно обоснованного формализованного множества показателей описывающих сравниваемые варианты организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР и факторов влияния на них;

Разработка алгоритма оценки сравниваемых вариантов организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР.

На первом этапе предложена система определения вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР.

Варианты методов производства ремонтно-строительных работ при КР разрабатываются с целью выбора наиболее рационального (оптимального) для конкретных условий производства. Организационно-технологическая структура (далее ОТС) методов производства (далее МП) ремонтно-строительных работ (далее РСР) при КР раскрывается множеством составляющих

$$MP = \{O, M, T, U_n\}, \quad (2.6)$$

где O – возможные решения по организации ремонтно-строительных процессов (далее РСПр) при КР;

M – возможные решения по механизации ремонтно-строительного процесса при КР;

T – возможные решения по технологии производства ремонтно-строительных операций при КР;

U_n – возможные решения по управлению ремонтно-строительными операциями при КР .

Решения по организации ремонтно-строительных процессов при КР (таблица 2.8) выражаются как

$$O = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}, \quad (2.7)$$

где $X_1 = \{X_{11} \cup X_{12}\}^*$ (* символ \cup в формуле обозначает «или»).

$$\begin{aligned} \text{При} \quad X_{11(12)} &= \{X_{13} \cup X_{14} \cup X_{15}\}; \\ X_2 &= \{X_{21} \cup X_{22}, \cup \dots, \cup X_{2\dots}\}; \\ X_n &= \{X_{n1} \cup X_{n2}, \cup \dots, \cup X_{n\dots}\}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Таблица 2.8. – Возможные решения по организации ремонтно-строительных процессов при КР

Составляющие организации РСРП		Структурные элементы РСРП	
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Направление развития процесса (потока)	X ₁	Поперечное	X ₁₁
		Продольное	X ₁₂
		Вертикальное	X ₁₃
		Горизонтальное	X ₁₄
		Комбинированное	X ₁₅
Последовательность выполнения работ	X ₂	Параллельная	X ₂₁
		Последовательная	X ₂₂
		Комбинированная (поточная)	X ₂₃
Укрупнение конструкций, материалов	X ₃	Без укрупнения (россыпью)	X ₃₁
		Конструктивными элементами	X ₃₂
		Блоками	X ₃₃
Доставка материалов под монтаж	X ₄	С транспортных средств	X ₄₁
		С приобъектного склада	X ₄₂

Решения по механизации ремонтно-строительного процесса при КР (таблица 2.9) выражается как

$$M = \{Y_i\}; M = \{Y_1 \cup Y_2, \dots \cup Y_5\}, \quad (2.9)$$

где

$$\begin{aligned} Y_1 &= \{y_{1i1}, \cup y_{1i2}, \dots, \cup y_{1i...}\}; \\ Y_2 &= \{y_{2i1}, \cup y_{2i2}, \dots, \cup y_{2i...}\}; \\ &\dots \\ Y_5 &= \{y_{5i1}, \cup y_{5i2}, \dots, \cup y_{5i...}\}; \end{aligned} \quad (2.10)$$

при $i = 1, 2, \dots, m$.

Таблица 2.9 – Решения по механизации ремонтно-строительного процесса при КР

Составляющие механизации РСРП	Структурные элементы РСРП
-------------------------------	---------------------------

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Мобильные монтажные машины и механизмы	Y ₁	Гусеничные краны	Y ₁₁
		Пневмоколесные краны	Y ₁₂
		Автомобильные краны	Y ₁₃
		Автомобильные подъемники	Y ₁₄
		Автомобильные вышки	Y ₁₅
Ограниченно мобильные монтажные машины и механизмы	Y ₂	Краны башенные	Y ₂₁
		Мачтовые подъемники	Y ₂₂
		Подъемные платформы	Y ₂₃
Немобильные монтажные машины и механизмы	Y ₃	Простые монтажные механизмы (домкраты, строительные лебедки, люльки, тали и др.)	Y ₃₁
		Стационарное оборудование (ленточные, тросовые подъемники, спецоборудование для особых методов подъема)	Y ₃₂

Решения по технологии производства ремонтно-строительных операций при КР (таблица 2.10) выражаются как при $i = 1, 2, \dots, C$

$$T = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}, \quad (2.11)$$

где

$$\begin{aligned} Z_1 &= \{Z_{1i1}, Z_{1i2}, \dots, Z_{1i...}\}; \\ Z_2 &= \{Z_{2i1}, Z_{2i2}, \dots, Z_{2i...}\}; \\ &\dots \\ Z_m &= \{Z_{mi1}, Z_{mi2}, \dots, Z_{mi...}\}; \end{aligned} \quad (2.12)$$

при $i = 1, 2, \dots, C$.

Таблица 2.10 – Решения по технологии производства ремонтно-строительных операций при КР

Составляющие технологии РСРП		Структурные элементы РСРП	
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Средства подмащивания	Z ₁	Леса (приставные, свободностоящие, передвижные, навесные и т.д.)	Z ₁₁₁ , Z ₁₁₂ , Z ₁₁₃ ,... Z _{11n}
		Подмости (сборно-разборные, передвижные с перемещаемым рабочим местом, навесные и т.п.)	Z ₁₂₁ , Z ₁₂₂ , Z ₁₂₃ ,... Z _{12n}
		Люльки (электрические подвесные и т.п.)	Z ₁₃₁ , Z ₁₃₂ , Z ₁₃₃ ,... Z _{13n}
		Площадки (навешиваемые на лестницы, навешиваемые на строительные конструкции и т.п.)	Z ₁₄₁ , Z ₁₄₂ , Z ₁₄₃ ,... Z _{14n}
		Лестницы (свободно-стоящие, навесные, приставные наклонные, приставные вертикальные, маршевые и т.п.)	Z ₁₅₁ , Z ₁₅₂ , Z ₁₅₃ ,... Z _{15n}
Оснастка и захват конструкций, инструмента, материала	Z ₂	В обхват (обвязкой)	Z ₂₁₁ , Z ₂₁₂ , Z ₂₁₃ ,... Z _{21n}
		За отверстия в теле конструкций	Z ₂₂₁ , Z ₂₂₂ , Z ₂₂₃ ,... Z _{22n}
		За конструкцию	Z ₂₃₁ , Z ₂₃₂ , Z ₂₃₃ ,... Z _{23n}
Подъем (перемещение) конструкций, инструмента, материала	Z ₃	Вертикальным перемещением (подъемом)	Z ₃₁₁ , Z ₃₁₂ , Z ₃₁₃ ,... Z _{31n}
		Горизонтальным перемещением (передвижкой)	Z ₃₂₁ , Z ₃₂₂ , Z ₃₂₃ ,... Z _{32n}
		Радиальным перемещением (поворотом)	Z ₃₃₁ , Z ₃₃₂ , Z ₃₃₃ ,... Z _{33n}
		Комбинированным перемещением	Z ₃₄₁ , Z ₃₄₂ , Z ₃₄₃ ,... Z _{34n}
Временное закрепление	Z ₄	Без закрепления	Z ₄₁₁ , Z ₄₁₂ , Z ₄₁₃ ,... Z _{41n}
		С закреплением индивидуальными средствами:	Z ₄₂₁ , Z ₄₂₂ , Z ₄₂₃ ,... Z _{42n}
		С закреплением групповыми средствами:	Z ₄₃₁ , Z ₄₃₂ , Z ₄₃₃ ,... Z _{43n}

Решения по управлению ремонтно-строительными операциями при КР (таблица 2.11) выражаются как

$$Y_n = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}, \quad (2.13)$$

где

$$\begin{aligned} R_1 &= \{r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1n}\}; \\ R_2 &= \{r_{21}, r_{22}, \dots, r_{2n}\}; \\ &\dots \\ R_n &= \{r_{n1}, r_{n2}, \dots, r_{nn}\}; \end{aligned} \quad (2.14)$$

Таблица 2.11 – Решения по управлению ремонтно-строительными операциями при КР

Составляющие управления РСР		Структурные элементы РСР	
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Команды	R ₁	Речевые	Г ₁₁₁ , Г ₁₁₂ , Г ₁₁₃ ,... Г _{11n}
		Звуковые	Г ₁₂₁ , Г ₁₂₂ , Г ₁₂₃ ,... Г _{12n}
		Световые	Г ₁₃₁ , Г ₁₃₂ , Г ₁₃₃ ,... Г _{13n}
		Знаковые	Г ₁₄₁ , Г ₁₄₂ , Г ₁₄₃ ,... Г _{14n}
		Цифровые	Г ₁₅₁ , Г ₁₅₂ , Г ₁₅₃ ,... Г _{15n}
Средства	R ₂	Радио	Г ₂₁₁ , Г ₂₁₂ , Г ₂₁₃ ,... Г _{21n}
		Телефон	Г ₂₂₁ , Г ₂₂₂ , Г ₂₂₃ ,... Г _{22n}
		Рация	Г ₂₃₁ , Г ₂₃₂ , Г ₂₃₃ ,... Г _{23n}
		Дистанционные пульты управления	Г ₂₄₁ , Г ₂₄₂ , Г ₂₄₃ ,... Г _{24n}

С учетом ограничений на составляющие {O, M, T, Y_n} ОТС методов производства ремонтно-строительных работ при КР в развернутом виде может быть представлена так:

$$MP = \left(\begin{array}{l} X_1 \text{ (при } x_{11} - x_{15}\text{)}, X_2 \text{ (при } x_{21} \div x_{23}\text{)}, X_3 \text{ (при } x_{31} - x_{33}\text{)}, X_4 \text{ (при } x_{41} - x_{42}\text{)} \\ Y_1 \text{ (при } Y_1 = (y_{11}\dots y_{15}\dots) \div Y_3 \text{ (} y_{31}\dots y_{32}\dots\text{))} \\ Z_1 \text{ (при } z_{111} - z_{15}\text{.)}; Z_2 \text{ (при } z_{211} - z_{23}\text{.)}; Z_3 \text{ (при } z_{311} - z_{34}\text{.)}; Z_4 \text{ (при } z_{411} - z_{43}\text{.)} \\ R_1 \text{ (при } r_{111} - r_{15}\text{.)}; R_2 \text{ (при } r_{211} - r_{24}\text{.)} \end{array} \right) \quad (2.15)$$

ОТС в общем виде описывает любые методы производства ремонтно-строительных работ применяемые в практике КР, и те, которые будут появляться по мере развития ремонтно-строитель-

ного производства. В таком представлении каждый метод производства ремонтно-строительных работ при КР характеризуется однозначно и может быть обозначен буквами или цифрами.

На сегодняшний день в актуальных нормативных документах относящихся к организации работ по КР, практически отсутствуют требования к составу организационно-технологической документации (ПОС, ППР). Только в в п.4.3. СТО НОСТРОЙ 2.33.13-2011 в общем виде предъявляются требования к содержанию ППР. "...4.3. Проект производства работ при капитальном ремонте многоквартирного дома, подготовленный подрядной организацией, должен содержать: порядок установки лесов, ограждений; порядок обустройства мест для прохода и проезда; организацию административно-складской зоны; график поставки строительных материалов; порядок сбора и вывоза мусора и др. Проект должен быть принят в установленном порядке и учитывать требования СП 54.13330..." [127].

Для удобства организации ремонтно-строительного производства при КР, предлагается внедрить соответствующие таблицы – формы, раскрывающие возможные решения организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ (таблица 2.12).

Эти таблицы – формы необходимо включить в состав ППР в виде предписаний или проектных разработок. В первом случае в ячейках формы отмечаются в виде условно принятых обозначений возможные варианты, которые после принятия окончательного решения подробно разрабатываются в соответствующих проектных документах. Во втором случае в ячейках формы сразу вычерчиваются необходимые схемы или указывается на их наличие в нормативно-справочных и проектных материалах.

Такой подход нормализует не только структуру и содержание метода производства ремонтно-строительных работ при КР, но и его технологию, делает ее всесторонне полной и раскрывает максимально возможные условия использования всего производственного арсенала для решения поставленной задачи; кроме того, создаются условия для раскрытия многовариантных ответов с указанием рациональности каждого решения [23,24,25,29,30]. Для этого каждое решение должно иметь информацию на сколько и в каких единицах измерения одно из них будет более эффективным по сравнению с другим. Ответы в ячейках формы могут проставляться по соответствующему ранжиру, зависящему, например, от трудоемкости, себестоимости или других показателей.

На втором этапе определено множество показателей описывающих сравниваемые варианты организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР.

Окончательное решение при выборе варианта организационно – технологической структуры метода производства ремонтно-строительных работ при КР принимается после сравнения. Обоснование вариантов связано со всесторонним анализом их основных составляющих, которые прямым или косвенным образом влияют на оценочные показатели.

В качестве показателей оценки вариантов организационно – технологической структуры метода производства ремонтно-строительных работ при КР часто используют: общий объем работ; количество машино-смен работы монтажного механизма; общая трудоемкость; выработка на одного рабочего в смену; среднее количество рабочих; общая стоимость эксплуатации машин и механизмов; то же, на единицу объема работ; расход основного материала; продолжительность работ; сокращение продолжительности работ; рост производительности труда; сметная стоимость; экономический эффект и д.р.

При сравнении вариантов организационно – технологической структуры метода производства ремонтно-строительных работ при КР приходится иметь дело с противоречивыми показателями оценки, характеризующими рассматриваемые варианты, причем противоречия между ними могут быть как строгими, так и не строгими. [52].

Строгим можно считать противоречие между показателями, характеризующими долговечность применяемых материалов, изделий, конструкций и показателями, характеризующими стоимость КР, поскольку повышение долговечности достигается в большинстве случаев за счёт использования более качественных и, следовательно, более дорогих материалов.

Таблица 2.12 – Макет таблицы-формы вариантных решений метода производства ремонтно-строительных работ при КР

Организация					
X₁	X₁₁	X₁₂	X₁₃	X₁₄	X₁₅
X₂	X₂₁		X₂₂		X₂₃
X₃	X₃₁		X₃₂		X₃₃
X₄	X₄₁			X₄₂	
Механизация					
Y₁	y₁₁	y₁₂	y₁₃	y₁₄	y₁₅
Y₂	y₂₁		y₂₂		y₂₃
Y₃	y₃₁			y₃₂	
Технология					
Z₁	z₁₁	z₁₂	z₁₃	z₁₄	z₁₅
Z₂	z₂₁		z₂₂		z₂₃
Z₃	z₃₁		z₃₂		z₃₃
Z₄	z₄₁		z₄₂		z₄₃
Управление					
R₁	r₁₁	r₁₂	r₁₃	r₁₄	r₁₅
R₂	r₂₁		r₂₂		r₂₃

Нестрогим можно считать противоречие между показателями, характеризующими трудоёмкость и продолжительность КР, поскольку при большой трудоёмкости можно достичь минимальной продолжительности за счёт привлечения большего количества трудовых ресурсов [38,40,57,61,62]. В месте с тем. в этом случае показатели, характеризующие трудоёмкость и стоимость КР, будут строго противоречивыми. Если бы противоречия между всеми показателями были нестрогими, то есть возможен был бы выбор варианта, характеризующегося оптимальными значениями абсолютно всех показателей, то задача выбора варианта метода производства ремонтно-строительных работ при КР решалась бы в границах области согласия.

Вместе с тем, одной из задач, решаемых автором в ходе исследований, была: определение научно обоснованного формализованного множества показателей описывающих сравниваемые варианты организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР.

Решение поставленной задачи проводилось методом экспертных оценок. Определение приоритетности оценочных показателей, характеризующих сравниваемые варианты организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР, осуществлялось методом обобщённой ранжировки, который заключается в том, что оценочные показатели располагаются по величинам сумм рангов, полученным каждым показателем от всех экспертов, участвующих в оценке [56]

Экспертам были предложены следующие показатели:

- Общий объем работ;
- Общая трудоемкость;
- Выработка на одного рабочего в смену;
- Общая стоимость эксплуатации машин и механизмов;
- Продолжительность работ;
- Рост производительности труда;
- Сметная стоимость;
- Экономический эффект.

Группа экспертов, состояла из шести человек, в состав были включены высококвалифицированные специалисты в области проектирования ремонта и реконструкции, руководители ремонтно-строительных предприятий, учёные в области технологии ремонтно-строительного производства. Было проведено 4 тура опросов до стабилизации значений.

В результате проведения оценки были отобраны показатели характеризующие продолжительность, трудоемкость и сметную стоимость работ.

В свою очередь применение той или иной технологической схемы производства работ при капитальном ремонте основанной на выборе определенных вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ зависит от типа МКД, его архитектурно-конструктивных особенностей, объемов работ, условий производства работ и т.д.

При выборе варианта организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ на конкретный МКД, необходимо учитывать, что в каждом конкретном случае эффективной будет технологическая схема производства работ, при которой продолжительность, трудоемкость и стоимость комплекса работ будут минимальными. Для этого необходимо определить факторы оказывающие влияние на эти показатели.

Рассмотрев существующие многофакторные математические модели, дающие возможность оценивать значимость факторов, влияющих на трудоемкость, стоимость и продолжительность работ при КР было установлено, что использовались линейные модели описания [45], т.е. принималось, что факторы варьирования представляют собой зависимости первого порядка:

$$Y_1=f(x_1) \quad (2.16)$$

$$Y_2=f(x_2) \quad (2.17)$$

Основные факторы вычислялись по уравнениям вида:

$$Y = Q_0 + Q_1X_1 + Q_2X_2 + Q_3X_1X_2 \quad (2.18)$$

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что существующие математические модели могут быть использованы для расчета величин трудоемкости, стоимости и продолжительности работ при производстве ремонтных работ МКД. В работе проанализированы данные исследований ряда авторов для ЭСТ №1, 2 и 5 (таблица 2.13). В некоторых случаях сведения по степени влияния факторов на показатели трудоемкости, стоимости и продолжительности отсутствовали, поэтому автором произведен пересчет самостоятельно (см. п.п.3.3. данного исследования) [52,148,149,150,151].

На третьем этапе был разработан алгоритм оценки вариантов организационно-технологической структуры

методов производства ремонтно-строительных работ сравниваемых вариантов.

Конечным результатом оценки должен являться выбор того или иного варианта решения, который целесообразно проводить с использованием одного из известных методов оптимизации [149,150,151].

Показатели трудоемкости, стоимости и продолжительности работ зависят от нескольких независимых переменных (факторов), в связи с этим для решения данной проблемы необходимо перейти от дискретной постановки задачи к динамической модели, учитывающей изменение показателей для каждой технологической схемы производства работ при капитальном ремонте в виде функции.

Если процесс изменения показателей для каждой технологической схемы производства работ при капитальном ремонте описывает некоторая функция многих переменных и надо найти такое значение при котором она принимает экстремальное значение (минимальное или максимальное), то необходимо решить задачу поиска экстремального значения (оптимизация).

Для решения использованы методы безусловной оптимизации:

1. Покоординатного спуска;
2. Нелдера-Мида (метод деформируемого симплекса);
3. Градиентные методы. Метод градиентного спуска
4. Метод покоординатного спуска.

Таблица 2.13 – Факторы, оказывающие влияние на показатели трудоемкости, стоимости и продолжительности для ЭСТ

№ ЭСТ	Вид работ по ремонту (замене)	Технологические процессы	Факторы	Источник
1.	Крыша	Тепловая изоляция (утепление) и гидроизоляция чердачного перекрытия	Длина здания в плане, толщина теплоизоляционного слоя	Бакушин Н.В.
		Замена кровельного покрытия	Площадь кровли, длина здания в плане	Бакушин Н.В.
2	Фасад, фундамент, подвал	Тепловая изоляция (утепление) пола и стен подвала примыкающих к грунту	Площадь пола этажа, толщина теплоизоляционного слоя, площадь стен подвала	М 24.22/05 Наружные стены, стены подвала, покрытия, чердачные перекрытия, перегородки, ограждающие конструкции мансард и полы с теплоизоляцией из минераловатных плит "Rockwool". Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов
		Тепловая изоляция (утепление) наружных стен	Длина здания в плане, толщина теплоизоляционного слоя	Шрейбер К.А., Доста В.В., Г.С.Иванов
		Ремонт (замена) существующих окон	Площадь светопрозрачных и нестепрозрачных наружных ограждений	Самарин О.Д., Стандарт РНТО, В.А.Могутов, В.К.Савин и А.Д.Кривошеин
5	Теплоснабжение, холодное/горячее водоснабжение, водоотведение	Замена систем теплоснабжения, холодное/горячее водоснабжение, водоотведение	Высота этажа, количество вводов/выводов, толщина перекрытий, покрытия.	Стандарт РНТО

В случае многомерного поиска направления спуска является использование в качестве базиса набор координатных векторов $\pm \bar{e}_1, \pm \bar{e}_2, \pm \dots \pm \bar{e}_k$. Независимые переменные x_1, x_2, \dots, x_k поочередно изменяются, посредством чего достигается решение задачи определения минимума целевой функции. Это также дает возможность варьирования независимых переменных.

Многомерный поиск заменяется последовательным одномерным поиском, что значительно упрощает решение задачи.

На основе одномерной оптимизации определяется шаг $|X_n - X_{n-k}| \leq \varepsilon$, где ε – точность решения для заданного локального экстремума, k – размерность пространства проектирования.

В случае единственного экстремума функции представленный метод вполне эффективен. Величина шага h для уменьшения количества вычислений последовательно меняется при переходе от минимума по одной переменной к минимуму по другой. Движение по траектории продолжается до тех пор, пока не будет достигнута точка A_3 с размером окрестности ε .

Вопрос сходимости представляет практический интерес. Тип сходимости может зависеть от целевой функции. Сходимость может быть различной при использовании разных методов безусловной оптимизации.

Решение зависит от выбора начального приближения, шага приближения и исследуемой функции.

2. Метод Нелдера-Мида (метод деформируемого симплекса)

Этот неградиентный метод многомерной оптимизации считается наиболее надежным и быстрым способом решения задач оптимизации.

Пусть имеется функция нескольких переменных $f(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(n)})$, определенная на всех точках n -мерного пространства. Требуется найти безусловный минимум.

Алгоритм следующий:

Шаг 1. Генерируется случайная точка $x_i = (x_i^{(1)}, x_i^{(2)}, \dots, x_i^{(n)})$ в пространстве оптимизации. В точках x_i , образующих n -симплекс, вычисляются значения функций $f_1=f(x_1), f_2=f(x_2), \dots, f_{n+1}=f(x_{n+1})$,

Шаг 2. Строится n -симплекс с центром в точке начального приближения, и длиной стороны l . Рассчитывается оценка каждой вершины симплекса.

Шаг 3. Выбираем их вершин многогранника точки: x_h с максимальным значением функции f_h , x_l с наименьшим значением функции f_l , x_g с промежуточным значением f_g . Далее производится уменьшение по f_h .

Шаг 4. Определяется центр тяжести всех точек n -мерного симплекса кроме x_h :

Шаг 5. Строится отражение точки x_h относительно x_c . Используется коэффициент отражения $\alpha = 1$. Получена точка x_r , в которой находится значение функции $f_r = f(x_r)$. Координаты новой точки вычисляются по формуле: $x_r = (1 + \alpha)x_c - \alpha x_h$.

Шаг 6. Определяется величина уменьшения функции f_r (если этого удалось достичь) и ее место среди значений функции в точках f_h, f_g, f_l .

Шаг 7. Производится сжатие методом определения точки x_s на основе коэффициента сжатия $\beta=0,5$: $x_s = \beta x_h + (1 - \beta)x_c$. В этой точке определяется значение функции $f_s = f(x_s)$. Если $f_s < f_h$, то присваиваем точке x_h значение x_s .

Шаг 8. Проверка сходимости. Если выполнено условие $f_s > f_h$, то первоначальные точки оказались оптимальными. Процедура продолжается до тех пор, пока размер симплекса, который необходимо построить, не окажется меньше требуемой точности.

Представленные методы являются классическими методами оптимизации. В случае сложности функционала минимизации представленные методы могут оказаться недостаточно эффективными в части сходимости.

В ряде случаев, особенно при использовании сложных многопараметрических функций, более рационально применять методы, имеющие большую скорость сходимости. К таким методам относится метод градиентного спуска, рассмотренный далее.

3. Градиентные методы. Метод градиентного спуска

Процесс поиска оптимального решения состоит из k итераций и заканчивается при соблюдении условия, как и в случае координатного спуска $\max |z_{i+1} - z_i| \leq \varepsilon$.

При выбранной точке начального приближения итерационная последовательность будет иметь вид:

$$\bar{z}_{k+1} = \bar{z}_k - \lambda_k \text{grad}(G(\bar{z}_k)), \quad k = 0, 1, 2, \dots, m. \quad (2.19)$$

Шаг λ_k выбирается на основе использования методов одномерной оптимизации. Величина λ_k достаточно мала, и при этом выполняется условие: $F(\bar{z}_{k+1}) \leq F(\bar{z}_k)$.

Итерационный процесс можно считать законченным, если значения функции при последующих шагах остаются неизменными.

Как правило, с помощью градиентных методов оптимизации минимум гладкой функции находится значительно быстрее, быстрее наблюдается сходимость.

Поставленная задача поиска минимальных показателей трудоемкости, стоимости и продолжительности работ для каждой технологической схемы, вполне корректно может быть решена представленными методами.

В результате проведенного исследования были сформулированы и рассмотрены теоретические аспекты решения задачи оценки и выбора вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте МКД – принципы формирования системы определения вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ; научно обоснованы основные оценочные показатели характеризующие варианты и факторы оказывающие влияние на них; предложен алгоритма оценки сравниваемых вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте МКД.

Выводы по главе 2

1. Разработана оригинальная модель позволяющая определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии.

2. Построена модель, отличающаяся использованием динамического алгоритма Флойда-Уоршелла для нахождения пути, имеющего минимальные потери, которая позволяет рассчитать условия одновременной реализации ЭСТ и построить план последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках РП.

3. Сформулированы и рассмотрены теоретические аспекты решения задачи оценки и выбора вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте МКД.

4. Научно обоснованы основные оценочные показатели характеризующие варианты организационно – технологической

структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР и факторы оказывающие влияние на них.

5. Предложен алгоритм оценки сравниваемых вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте МКД.

6. Для удобства организации ремонтно-строительного производства при КР, предлагается внедрить соответствующие таблицы – формы, раскрывающие возможные решения организационно – технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ.

ГЛАВА 3 РЕСУРСНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОСНОВНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МКД

3.1. Основы формирования ресурсно-технологической модели

Строительное производство является сложнейшей системой, динамичность процессов которой обусловила необходимость использования системного подхода для решения задач анализа бюджетной и экономической эффективности инвестиций.

Работы по проведению КР в МКД состоят из сложных технологических процессов и множества вариантов их выполнения. Выбор технологического процесса (ТП) осуществляется на основании имеющихся технологий на каждый вид работ. Каждой технологии присваивается порядковый номер $i=\{1, 2, \dots, n\}$.

Рациональный выбор ТП выполнения того или иного вида работ на предпроектных стадиях строительного производства с точки зрения экономической, материальной, ресурсной целесообразности осуществимо на основании ресурсно-технологической модели.

Унифицированная ресурсно-технологическая модель (РТМ) строительно-монтажных и ремонтных работ представляет собой неизменяемый в течение длительного периода времени специально обработанный (агрегированный) набор материальных и трудовых ресурсов, сформированный на основе данных по объектам-представителям [21].

РТМ формируется по данным объектов-представителей – однотипные здания, технико-экономические показатели которых соответствуют достигнутому в регионе уровню развития строительной отрасли, а также выполнены в соответствии с действующей нормативно-правовой базой. Объекты-представители должны отвечать градостроительным и теплотехническим требованиям, предъявляемым на территории определенного региона, отражать специфические особенности развития строительного производства по технологическим решениям, в максимальной степени предусматривать оптимизацию технологий с использованием новых эффективных материалов и изделий.

Данные об объекте-представителе позволяют моделировать наиболее рациональные организационно-технологические реше-

ния строительной системы, полученной вариантным проектированием и выявлением альтернативных решений, наиболее соответствующих конкретным условиям производства.

Ресурсно-технологическая модель состоит из двух блоков:

1. ресурсного блока, содержащего специально обработанные проектные объемы в натуральном выражении материалов, изделий и нормативную величину затрат труда работников, занятых на строительном-монтажных работах.

2. стоимостного блока, включающего как величину стоимостной оценки на единицу объема ресурса (цена ресурса), так и на полный его объем. Блок стоимостной оценки модели содержит показатели стоимости ресурсов за базовый период.

3.1.1. Формирование ресурсного блока РТМ

Основой формирования ресурсного блока является определение объема применения материальных ресурсов при выполнении работ по проведению КР на объектах-представителях в зависимости от ТП.

Суммарный объем применения ресурсов определяется путем формирования перечня выполняемых работ ($\sum a_i$) на объекте и определением объема применяемых материалов, машин и механизмов по видам работ или объекту в целом.

Для выделения ресурсных показателей могут на равноправной основе использоваться:

- проектные материалы о потребных ресурсах: сметная документация, ведомости потребности материалов и сводные ведомости потребности материалов, составляемые отдельно: на изделия и детали и на остальные строительные материалы, необходимые для производства монтажных работ;
- данные о затратах труда рабочих и времени использования строительных машин, приводимые в проектной документации.

В соответствии с действующими ГЭСН, каждая работа a_i разбивается на перечень ресурсов: материалы, машины, механизмы, трудозатраты и определяется продолжительность работ a_i и TPI в целом.

По каждому виду работ выделяется материал – представитель, преобладающий для данной работы. Стоимость материалов-представителей в общей стоимости материалов по виду работ в ценах базисного района должна составлять не менее 95 %. В тех слу-

чаях, когда в составе работ стоимость одного материала-представителя составляет менее 95 % стоимости материалов по данному виду работ, в показателях выделяется несколько материалов-представителей и один вспомогательный материал-представитель, имеющий минимальный удельный вес стоимости материалов по данному виду работ. Стоимость каждого материала-представителя в общей стоимости материалов в базисных ценах должна составлять не менее 5 %, а по вспомогательному материалу – более 5 % с учетом «прочих материалов» и материалов, имеющих по данному виду работ удельный вес в стоимости материалов менее 5 %. В тех случаях, когда удельный вес «прочих материалов» составляет в общей стоимости материалов более 5 %, «прочие материалы» принимаются за материал-представитель. При разработке ресурсного блока модели не менее 85 % (по стоимости) материалов, изделий и конструкций должно быть учтено по конкретным позициям их основной номенклатуры, сгруппированным по однородным группам. Материалы, не вошедшие в основную номенклатуру, отражаются как «прочие материалы» с фиксацией их доли в процентах от суммарной стоимости материалов, охваченных основной номенклатурой [28]. Аналогично формируются данные по машинам и механизмам.

Трудоемкость процесса определяется исходя из установленных нормальных условий труда и среднего разряда рабочих. Трудозатраты определяются в табличной форме, представленной на рисунке 3.1.

Код ресурса	Наименование	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1	Затраты труда рабочих-строителей (монтажников)	чел. -ч	
	Средний разряд работ	-	
	Материалы:		
...	
...	
	Машины и механизмы:		
...	маш. -ч	
...	маш. -ч	
	Затраты труда машинистов	чел. -ч	

Рисунок 3.1 – Определение затрат труда рабочих, машин и механизмов в т.ч. машинистов

4) Продолжительность. Продолжительность механизированных работ и работ, выполняемых вручную определяется по-разному. Продолжительность механизированных работ должна определяться только по производительности машины. Поэтому вначале устанавливается продолжительность механизированных работ, а затем рассчитывается продолжительность работ, выполняемых вручную.

Продолжительность выполнения механизированных работ $T_{мех}$, дн, определяется по формуле 3.1.

$$T_{мех} = \frac{N_{маш.-см.}}{n_{маш} S} \quad (3.1)$$

где $N_{маш.-см}$ – необходимое количество машино-смен;

$n_{маш}$ – количество машин;

S – количество смен работы в сутки.

Необходимое количество машин зависит от объема и характера строительно-монтажных работ и сроков их выполнения.

Продолжительность работ, выполняемых вручную $T_{руч.}$, дн. Определяется по формуле 3.2.

$$T_{руч.} = \frac{Q}{\alpha NS} = \frac{H_{вр} \times V}{\alpha NS} \quad (3.2)$$

где Q – трудоемкость процесса;

$H_{вр.}$ – норма времени выполнения процесса;

V – объем работы;

N – количество исполнителей;

S – сменность.

Ресурсные показатели, по одноименным объектам, обрабатываются, и на основе применения статистического инструментария [5,89,177], используются для формирования РТМ с целью определения стоимости выполняемых работ. Оценке ресурсных показателей подлежат суммарные данные, полученные либо по объекту в целом либо по соответствующим разделам сметы.

3.1.2. Формирование стоимостного блока РТМ

Стоимостной блок формируется путем определения средне взвешенной по группе материалов в базовом уровне цен для рассматриваемого района. В блок стоимостной оценки, принимаемый в качестве базисного, включаются показатели стоимости ресурсов в сметных ценах, введенных в действие с 01.01.2001г.

Стоимостная оценка применения ресурсов на общий объем определяется как произведение суммарного объема ресурсов с учетом удельного веса на стоимость ресурсов.

При выборе объекта-представителя необходимо максимально использовать информацию о фактической стоимости выполняемых работ. Объекты-представители разбиваются на функциональные группы в зависимости от ТП.

Количество объектов-представителей для формирования ресурсно-технологической модели определяется в соответствии с характеристиками выборки по основным признакам, которые зависят от ТП.

Стоимость эксплуатации машин и механизмов определяется в ценах базового периода и определяется путем произведения стоимости эксплуатации одного машино – часа на количество машино – смен. Отдельной строкой указывается величина заработной платы лиц, занятых эксплуатацией машин.

В блок стоимостной оценки РТМ, принимаемый в качестве базисного, включаются показатели стоимости ресурсов в сметных ценах, введенных в действие с 01.01.2001г. Для формирования блока стоимостной оценки РТМ в текущих ценах применяется соответствующий коэффициент перевода цен на текущий квартал и год.

В РТМ объемы применения материальных и трудовых ресурсов являются фиксированными величинами. Умножая объемы применения материалов, изделий и конструкций, на зарегистрированные в текущем и базовом периодах цены, а объем трудовых затрат – на удельные стоимостные показатели, получаем стоимостную оценку каждого ресурса, а по всей совокупности ресурсов – стоимость строительно-монтажных работ для соответствующего периода.

3.2. Оценка эффективности организации технологических процессов при проведении КР в МКД по экономическим и энергетическим критериям

3.2.1. Критерии оценки эффективности организации технологических процессов при проведении КР МКД.

Для решения задач оценки эффективности организации технологических процессов (ОТП) при КР существует достаточно значительное количество методов и моделей [15]. По результатам проведенного анализа теоритических источников, в современных исследованиях отсутствуют рекомендации по выбору наиболее приоритетного ТП для определенного вида работ. Поэтому было проведено исследование в области оценки эффективности ОТП и в качестве метода научного исследования был выбран критериальный анализ и определение коэффициента весомости (μ).

Естественно возникает вопрос о том, какие критерии являются определяющими для выбора наиболее эффективного ТП. Для выяснения данного вопроса был проведен анализ особенностей организации ТП МКД при КР и анализ требований по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Для планирования работ КР в МКД с учетом ЭСТ необходимо провести анализ состояния энергосбережения МКД, который включает определенные этапы.

1) Анализ проектной документации и технических паспортов

Анализ проектной документации и технических паспортов проводится для получения достоверной информации основных характеристик зданий МКД (дата постройки, этажность здания, материал стен и крыш, площадь остекления и вид остекления, объем здания, общая площадь, расположение и площадь отапливаемых и неотапливаемых помещений).

2) Анализ договоров с энергоснабжающими организациями:

– С электроснабжающими организациями для определения границы балансовой принадлежности электросетей (граница раздела) между МКД и сетевой организацией, границы эксплуатационной ответственности сторон и анализ правильности расчета оплаты за электроэнергию.

– С теплоснабжающей и газоснабжающей организациями для определения перечня предоставляемых услуг МКД, анализа учета и расчета потребления тепловой энергии, корректировки расходов тепловой энергии и химоочищенной воды, определенных по средним показаниям приборов учета.

Повышение эффективности ремонтно-строительного производства
за счет применения энергосберегающих технологий

– С водоснабжающей организацией для определения предоставляемых водоканалом услуг МКД и учета потребляемой воды.

3) Сбор данных за последние пять лет

– об оплате за ТЭР и воды;
– о проведении ремонтных работ и энергосберегающих мероприятий.

4) Визуальное и инструментальное обследование, в .ч. тепловизионное

Визуальное обследование проводится:

– для оценки состояния основных конструктивных элементов зданий;

– для получения сведений о состоянии систем инженерных коммуникаций: о наличии и техническом состоянии рамок управления, котельных, газораспределительных шкафов, приборов учета, получение данных о состоянии трубопроводов, запорной арматуры, техническом состоянии оборудования тепловых пунктов, вводов (воды, газа, электроэнергии);

– получения сведений о системе отопления: типы и количество установленных отопительных приборов;

– получения достоверных данных о количестве и состоянии осветительного оборудования;

– получение данных о количестве и техническом состоянии сантехнического оборудования.

Инструментальное обследование применяется для восполнения недостающей информации, которая необходима для оценки эффективности использования потребляемых энергоносителей.

При инструментальном обследовании проводятся замеры светопрозрачных конструкций, дверных проемов.

В инструментальное обследование также включает обследование теплотехнического состояния ограждающих конструкций отапливаемых зданий (тепловизионное обследование), которое проводится с целью выявления участков повышенных потерь тепла, поиска скрытых дефектов наружных ограждений зданий посредством инфракрасной термографии.

Тепловой контроль зданий применяется для выявления различных дефектов строительства, таких как зоны нарушения теплоизоляции, места протечек воздуха и воды, нарушения толщины слоев, нарушения расстановки утеплителя, места адсорбции влаги и т.п.[58,59,174]

Натурные испытания качества теплозащиты зданий, элементов конструкций и инженерных систем проводят 2-я методами:

- бесконтактные измерения температуры поверхности (при помощи тепловизора);

- контактные измерения (с использованием измерителей тепловых потоков, контактных термометров, влагомеров и т.п.).

5) Определение класса энергетической эффективности здания МКД.

Технико-экономическая оценка энергосберегающих технологий, согласно методике, проводится по следующим показателям [68,73,87,107,113,114,115,118,133]:

1. экономия энергоресурса в натуральных и денежных показателях;

2. срок службы элемента;

3. стоимость внедрения мероприятия;

4. срок окупаемости.

Расчет экономии энергоресурса в натуральных показателях проводится от внедрения каждого выбранного мероприятия.

Технико-экономическая оценка ЭСТ предполагает использование упрощенной схемы расчета без учета фактора времени, т.к. оценка каждого мероприятия с учетом дисконтирования не будет достаточно достоверной и этот процесс достаточно трудоемкий и долгий.

Экономия энергоресурса в натуральном выражении определяется как разница в фактическом потреблении по приборам учета до внедрения мероприятия и расчетного потребления после проведения мероприятия.

Экономия энергоресурса в денежном выражении определяется как произведение расчетной экономии в натуральном выражении на тариф текущего года.

Срок службы основного заменяемого элемента предлагается принимать по ВСН 58-88р, а также на основании данных организаций-изготовителей основного материала-представителя. К примеру, при утеплении ограждающих конструкций зданий основным материалом-представителем будет теплоизоляционный материал, т.к. удельный вес данного материала во всей ЭСТ будет максимальным.

Стоимость внедрения мероприятий определяется как сумма затрат на материалы, оборудование и работы, необходимые для проведения данного мероприятия.

Срок окупаемости представляет собой период времени, в течение которого сумма денежной экономии от внедрения мероприятия покрывает затраты на внедрение этого мероприятия. Определе-

ние срока окупаемости производится последовательным суммированием денежной экономии по годам расчетного периода пока полученная сумма не сравняется с суммой.

Стоит отметить, что расчет экономии от проведения мероприятий, расчет капиталовложений могут изменяться в зависимости от вида потребляемого ресурса, от выбранного способа капиталовложений и др. факторов.

На основании рассмотренных особенностей МКД [53,67,71,72,84,91,94,102,106,137] при организации технологических процессов реконструкции и анализа состояния энергосбережения МКД можно выделить основные критерии оценки технологических процессов при проведении КР в МКД с учетом ЭСТ:

1. продолжительность работ;
2. трудоемкость работ;
3. стоимость работ;
4. энергоэффективность МКД (класс энергосбережения);
5. эффективность мероприятия по энергосбережению.

В результате проведенных анализов был установлен набор критериев, учитываемых при определении приоритетности ТП, который включает 2 группы:

- 1) экономические критерии оценки эффективности ТП;
- 2) энергетические критерии оценки эффективности ТП.

Таким образом, в состав экономических критериев вошли:

- 1) затраты на проведение технологического процесса в базовых ценах по состоянию на 1.01.2001г.;
- 2) затраты на проведение технологического процесса в текущем уровне цен;
- 3) продолжительность работ;
- 4) трудоемкость работ.

Энергетическими критериями являются:

- 5) энергетическая эффективность ТП в натуральных показателях;
- 6) энергетическая эффективность ТП в денежном выражении;
- 7) срок окупаемости.

Энергетическая эффективность ТП предполагает использование упрощенной схемы расчета без учета фактора времени (дисконтирования), т.к. оценка каждого мероприятия с учетом дисконтирования не будет достаточно достоверной и этот процесс очень трудоемкий и продолжительный.

Энергетическая эффективность ТП в натуральных показателях определяется как разница в фактическом потреблении по приборам учета до проведения работ и расчетного потребления после их проведения (формула 3.3).

$$\mathcal{E}_н = П_f - П_p \quad (3.3)$$

где $\mathcal{E}_н$ – экономия энергоресурса в натуральном выражении, т.у.т.;

$П_f$ – фактическое потребление энергоресурса;

$П_p$ – расчетное потребление энергоресурса после проведения ТП.

Энергетическая эффективность ТП в денежном выражении определяется как произведение расчетной экономии в натуральном выражении на тариф текущего года (формула 3.4).

$$\mathcal{E}_д = \mathcal{E}_н * T \quad (3.4)$$

где $\mathcal{E}_д$ – экономия от проведения ТП, руб.;

T – тариф на потребление энергоресурса за базовый год, руб.

Срок окупаемости представляет собой период времени (n), в течение которого сумма денежной экономии от внедрения мероприятия покрывает затраты на внедрение этого мероприятия. Определение срока окупаемости производится последовательным суммированием денежной экономии по годам расчетного периода пока полученная сумма не сравняется с суммой капиталовложений (3.5).

$$K = \sum_{t=1}^n (\mathcal{E}_д)_t \quad (3.5)$$

Искомой величиной является срок равный n , обеспечивающий равенство левой и правой частей.

В связи с особенностями МКД, нужно отметить, что производство работ выполняется в условиях ограниченного времени, установленного Региональной программой по проведению капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, и финансирования, ограниченного субсидированием Фонда капитального ремонта. Поэтому на критерии № 1,2,3 накладываются условия ограничения.

На критерий 1,2 накладываются условия ограничения финансирования, следовательно следует исключить варианты $ТП_i$ из списка ТП, если не выполняется условие 3.6.

$$K_{ТПi} \leq K_{\max}, \quad (3.6)$$

где $K_{ТПi}$ – сумма капитальных затрат на выполнение i -го технологического процесса;

K_{\max} – сумма капитальных затрат в рамках квот фонда КР.

На критерий 3 накладываются условия ограничения времени. Кроме того, работы по проведению КР в МКД выполняются без отселения жильцов, следовательно необходимо их проводить во время минимальной загруженности здания. Особое внимание следует уделить технике безопасности при производстве работ.

3.2.2. Особенности МКД при организации технологических процессов КР

Рассмотрим условия организации строительно-монтажных работ при проведении КР в МКД. Основная задача при проведении работ: проведение капитального ремонта МКД без отселения жильцов.

Требования по технике безопасности предъявляется к ограждению строительной площадки, средствам подмащивания, строительному мусору и др.

Средства подмащивания – леса, не обладающие собственной расчетной устойчивостью, должны быть прикреплены к зданию способами, указанными в организационно-технологической документации на производство работ.

В местах подъема людей на леса размещены плакаты с указанием схемы размещения и величин допускаемых нагрузок, а также схемы эвакуации работников в случае возникновения аварийной ситуации.

Для подъема и спуска людей средства подмащивания оборудованы лестницами.

Средства подмащивания должны иметь ровные рабочие настилы с зазором между досками не более 5 мм, а при расположении настила на высоте 1,3 м и более – ограждения и бортовые элементы.

Места массового прохода людей в непосредственной близости от средств подмащивания оборудованы сплошным защитным навесом, а фасад лесов закрыт защитной сеткой с размером ячейек 5х5 мм.

Строительный мусор не сбрасывается через дверные и оконные проемы, а спускается по закрытым желобам непосредственно

в машину или контейнеры и регулярно вывозится со строительной площадки или используется для строительных нужд.

Жидкие отходы производства сливаются в специальные емкости.

После окончания работ строительная площадка очищается от мусора и отходов.

В соответствии с «Основами земельного законодательства» организации при проведении строительных работ обязаны:

- 1) привести занимаемые под работы земельные участки в состояние, пригодное для дальнейшего использования их по назначению,
- 2) после завершения работ провести мероприятия по благоустройству территории, с целью предотвращения эрозии почвы.

Еще одной специфической особенностью является стесненность фронта работ. Данная особенность характерна не только для жилых домов, но и для строительного процесса в целом, т.к. капитальный ремонт как жилых, так и общественных зданий осуществляется в условиях плотной городской застройки.

Плотность застройки жилых, общественно-деловых и смешанных зон следует принимать в соответствии с региональными градостроительными нормативами с учетом установленного зонирования территории, типа и этажности застройки, дифференциации территории по градостроительной ценности, состояния окружающей среды, природно-климатических и других местных условий [88,134,135,138].

Основными показателями плотности застройки являются:

- коэффициент застройки – отношение площади, занятой под зданиями и сооружениями, к площади участка (квартала);
- коэффициент плотности застройки – отношение площади всех этажей зданий и сооружений к площади участка (квартала). [34]

Нормативные показатели плотности застройки территориальных зон представлены в таблице 3.1. Для городских поселений плотность застройки участков территориальных зон следует принимать не более приведенной в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Показатели плотности застройки участков территориальных зон

Территориальные зоны	Коэффициент застройки	Коэффициент плотности застройки
Жилая		
Застройка многоквартирными многоэтажными жилыми домами	0,4	1,2
То же – реконструируемая	0,6	1,6
Застройка многоквартирными жилыми домами малой и средней этажности	0,4	0,8
Застройка блокированными жилыми домами с приквартирными земельными участками	0,3	0,6
Застройка одно- двухквартирными жилыми домами с приусадебными земельными участками	0,2	0,4
Общественно-деловая		
Многофункциональная застройка	1,0	3,0
Специализированная общественная застройка	0,8	2,4
Производственная		
Промышленная	0,8	2,4
Научно-производственная*	0,6	1,0
Коммунально-складская	0,6	1,8
* Без учета опытных полей и полигонов, резервных территорий и санитарно-защитных зон.		

Средний коэффициент застройки основных крупных городов России в районах расположения МКД составляет 0,9. Данное значение близко к предельно допустимому, следовательно производство работ при КР будет осуществляться в стесненных условиях.

Повышенные требования к технике безопасности и стесненность фронта работ, обусловленная плотностью городской застройки, прямопропорционально влияют на трудоемкость работ.

Таким образом, можно при организации технологических процессов проведения КР МКД можно выделить следующие особенности:

- 1) ограниченное время на проведение работ;
- 2) повышенные требования к ТБ при производстве работ;
- 3) стесненность фронта работ;

- 4) ограниченное финансирование.

3.3. Критериальный анализ технологических процессов

Процедура повышения эффективности ОТП при капитальном ремонте является по сути многокритериальной задачей, когда приходится учитывать сразу несколько факторов, характеризующих ТП с учетом условий ограничения.

Для решения такой задачи возможно применение методов критериального анализа для определения коэффициента весомости μ и экспертной оценки.

На первом шаге критериального анализа составляется матрица критерий вида $Q(i; j)$, где $i=\{1,2,\dots,n\}$, $j=\{1, 2, \dots m\}$ или

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} \dots & q_{1m} \\ q_{21} & q_{22} \dots & q_{2m} \\ \dots & \dots & \dots \\ q_{n1} & q_{n2} \dots & q_{nm} \end{pmatrix}$$

где каждая строка i соответствует технологическому процессу ТП $_i$, а столбец j – определенному критерию, а q_{ij} – значение критерия j ТП $_i$. Таким образом должна получиться таблица 3.2.

Таблица . 3.2. Общий вид таблицы критериальной оценки ТП

	Критерий 1	Критерий 2	...	Критерий m
ТП1				
ТП2				
...				
ТПn				

Следующий шаг это проверка соответствия значений критерий (q_{ij}) условиям ограничения и исключения ТП $_i$ в случае не выполнения условия (3.7)

$$q_{ij} \leq Q_{j\max}, \quad (3.7)$$

где $Q_{j\max}$ – предельно допустимое значение критерия q_j .

Таким образом, количество исключенных ТП (N) может быть $N=[0; n]$. В этом случае матрица будет размерностью $n-N \times m$.

Далее производится экспертная оценка технологических процессов ТП $_i$.

В качестве эксперта выступает один человек, либо ЭВМ для расстановки баллов. Баллы присваиваются значением критерий q_j от 1 до $(n-N)$ в порядке возрастания приоритета значения критерия.

Последний шаг – расчет коэффициента весомости μ для ТП $_i$ и проверка правильности расчета.

Коэффициент весомости μ рассчитывается формуле (3.8):

$$\mu_i = \frac{\sum g_{ij}}{\sum \sum g_{ij} g_{ij}}, \quad (3.8)$$

где μ_i – коэффициент весомости,

g_{ij} – значение единичного показателя, представленного в баллах по каждому j – ому свойству.

Проверка $\sum \mu_i = 1$, если условие не выполняется, необходимо произвести проверку правильности расчетов.

На основании проведенного критериального анализа и расчета коэффициента весомости, экспертом делается вывод о наиболее эффективном технологическом процессе (ТП $_i$), который предлагается к внедрению.

3.4. Экономическая оценка эффективности проекта

Для экономической оценки эффективности организации технологических процессов при проведении КР в МКД был выбран следующий ряд показателей эффективности:

- 1) чистый дисконтированный доход (ЧДД),
- 2) индекс доходности (ИД),
- 3) срок окупаемости ($T_{ок}$).

Один из принципов анализа состоит в том, что необходимо сопоставлять затраты и доходы, возникающие в разное время.

В экономических расчетах сопоставление разновременных величин капитала выполняется при помощи дисконтирования – процедуры приведения разновременных денежных выплат и поступлений к единому моменту времени.

Чистый дисконтированный доход – это сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу, или превышение интегральных результатов над интегральными затратами. Величина ЧДД вычисляется по формуле (3.9):

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) * \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (3.9)$$

где R_t – результаты, достигаемые на t-ом шаге;
 Z_t – затраты, осуществляемые на том же шаге;
 T – продолжительность расчетного периода, он равен номеру шага расчета, на котором производится закрытие проекта;
 $(R_t - Z_t)$ – эффект, достигаемый на t-ом шаге;
 E – постоянная норма дисконта, приемлемой норме дохода на капитал.

Чистый дисконтированный доход используется для сопоставления инвестиционных затрат и будущих поступлений (выгод), приведенных в эквивалентные условия, и определения положительного или отрицательного результата от реализации мероприятий. Этот показатель выступает в качестве критерия целесообразности вложения средств в рассматриваемые ТП.

Если ЧДД ТП_i положителен, ТП является эффективным (при данной норме дисконта) и может рассматриваться вопрос о внедрении. Чем больше ЧДД, тем эффективнее ТП.

Индекс доходности (ИД) – представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капиталовложений.

Индекс доходности тесно связан с ЧДД: если ЧДД положителен, то ИД больше 1 и наоборот. Если ИД больше 1, ТП эффективны, если ИД меньше 1 – неэффективны.

ИД определяется по формуле (3.10):

$$ИД = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) * \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (3.10)$$

где K – сумма дисконтированных капиталовложений.

Индекс доходности отражает эффективность инвестиций в виде отношения среднегодовых денежных поступлений от хозяйственной деятельности к сумме чистых инвестиций.

При помощи данного показателя оценивается, какая часть инвестиционных затрат возвращается ежегодно в виде денежных поступлений.

Срок окупаемости – минимальный временной интервал, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

Другими словами, это период (измеряемый в месяцах, кварталах или годах), начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления.

Срок окупаемости отражает связь между чистыми инвестициями и ежемесячными (ежегодными) денежными поступлениями от осуществления мероприятий.

Срок окупаемости определяется как отношение объема чистых инвестиций к среднегодовой сумме денежных поступлений от хозяйственной деятельности, полученных в результате реализации ТП.

В результате расчета получается количество месяцев (лет), в течение которых капиталовложения возмещаются полученной прибылью от ЭСТ при проведении КР. Чем меньше данный показатель, тем более эффективными являются капиталовложения, т.к. быстрее окупаются затраты.

Срок окупаемости является широко используемым показателем для оценки того, возместятся ли первоначальные инвестиции при проведении КР с использованием ЭСТ.

Выводы по главе 3

На основании проведенного анализа теоретических исследований и нормативно-правовой базы Российской Федерации в

области организации технологических процессов при проведении КР в МКД с учетом энергосберегающих технологий было выявлено, что отсутствуют методики, позволяющие осуществлять моделирование процесса проведения КР в МКД с учетом ЭСТ, обоснована необходимость комплексного подхода реализации данных работ с учетом выделенных критерий оценки технологических процессов.

В качестве решения было предложено повышение эффективности организации технологических процессов при проведении КР в МКД использовать ресурсно-технологическое моделирование и производить оценку эффективности технологических процессов по экономическим и энергетическим параметрам методом критериального анализа.

На основании вышеизложенных расчетов разработан алгоритм моделирования организации технологических процессов при проведении КР в МКД с учетом ЭСТ и представлен на рисунке 3.2.

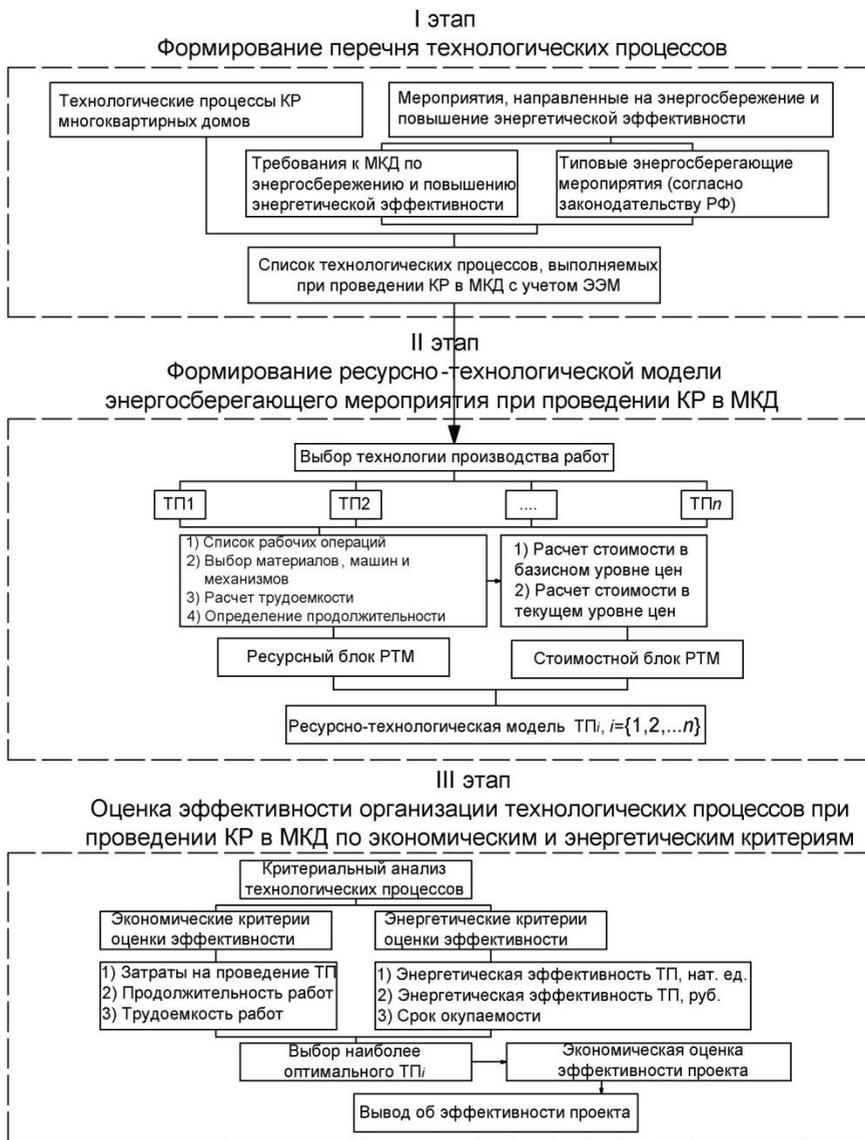


Рисунок 3.2 – Алгоритм формирования РТМ

Ресурсно-технологическая модель позволяет оптимизировать строительное производство, максимально адаптировать объ-

ект к конкретным условиям региона и провести анализ эффективности инвестиций на предварительных стадиях проектирования. Однако методика формирования РТМ имеет свои преимущества и недостатки. Обладая высокой степенью достоверности оценки, она в тоже время требует обработки огромной базы данных ресурсов по объектам-представителям, построенных на территории определенного региона.

Важным этапом при оптимизации технологических процессов является экономическая оценка эффективности технологического процесса, на основании которой делается вывод о рациональности проведения ЭСТ при проведении КР МКД.

ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО- СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА НА ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА 2014- 2049 ГОДЫ

4.1. Последовательность выполнения энергосберегающих технологий при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах при различных значениях внешних параметров

В данном параграфе приводятся итоги экспериментальных исследований, позволяющих подтвердить адекватность разработанных моделей, корректность принятых допущений и точность результатов теоретических расчетов.

В п.п. 2.1, 2.2 данного исследования решены две теоретические задачи которые позволяют:

1. Определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективности принимаемой к исполнению технологии;

2. Рассчитать условия одновременной реализации ЭСТ, найти путь, имеющий минимальные потери и построить план последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы.

Результаты практического применения моделей, разработанных в рамках решения первой задачи, могут быть получены по данным одного МКД, а апробация модели предложенной при решении второй задачи подразумевает использование данных по n объектам. Далее рассмотрен практический пример применения двух моделей для организации процесса реализации энергосберегающих технологий на объектах, входящих в РП КР Ростовской области, как для каждого МКД так и для программы в целом.

В связи с большой трудоемкостью проведения расчетов по всем МКД входящим в РП КР, в работе было принято условие, что проверка адекватности предлагаемых моделей будет

осуществляться по данным объектов, во-первых, характеризующих застройку РО, и, во-вторых, позволяющих использовать типовые рациональные решения по организации и технологии строительного производства при производстве ремонтных работ.

По данным на 01.09.2013 г. (Министерства ЖКХ РО) в РП КР по Ростовской области (далее РО) были включены МКД – 19 279 шт., общей площадью 43 344 310,81 кв.м.

В результате анализа данных (по состоянию на 01.01.2014г.) по году постройки жилищного фонда Ростовской области (таблица 4.1, рисунок 4.1). получены общие сведения о характере застройки РО.

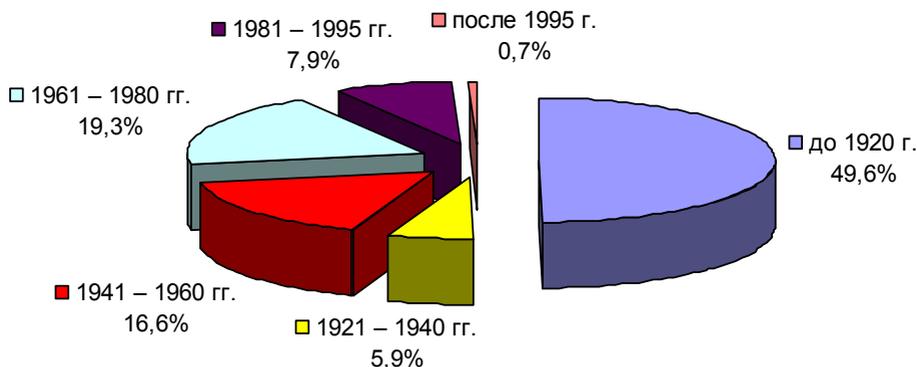


Рисунок 4.1 – Структура МКД по году постройки

Таблица 4.1 – Структура многоквартирных жилых домов по году постройки

	Год постройки	Доля объектов в общем объеме, %
1	до 1920 г.	49,6
2	1921 – 1940 гг.	5,9
3	1941 – 1958 гг.	16,6
4	1958 – 1980 гг.	19,3
5	1981 – 1995 гг.	7,9
6	после 1995 г.	0,7

Анализ данных основных технических и архитектурно-строительных характеристик МКД включенных в РП КР показал, что для

застройки РО характерны 4 типа многоквартирных домов, характеристики которых приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Характеристики многоквартирных домов по РО

Характеристики здания	Тип здания			
	1	2	3	4
Год постройки	до 1920 -1958	1958-1980	1981-1995	после 1995
Количество этажей (этажность здания)	до 4 включительно	5-9	9 – 12	13 и выше
Общая площадь здания, м ²	452–750	2413–4817	6078–9024	3945–10255
Количество подъездов (наружных входных дверей)	1–2	4–6	1–3	1–2
Площадь чердачного перекрытия, м ²	183–587	556–1223	552–1136	623–1387
Площадь подвала, м ²	123–495	560–972	419–1136	545–799
Площадь окон и балконных дверей, м ²	133,8	474–726	1851–2143	2617
Площадь наружных стен, м ²	306 – 489.6	1020 –2296	4538-6761,6	3865 – 10048.1
Количество проживающих, чел.	4-20	100-750	130-500	250-700
Физический износ, %	40-60	40-55	45-50	10-15
Преобладающий материал наружных стен	Кирпич, дерево кирпич	кирпич, железобетон	кирпич, железобетон	железобетон

Разработано автором по данным Росстата

ПРИМЕЧАНИЕ: деление производилось исходя из организационно-технологических решений проведения ремонтных работ на объектах.

Проведя анализ структуры объектов КР по этажности, было установлено, что основной объем КР приходится на первый тип зданий – 55,5%. В связи с тем, что к объектам 1-го типа относятся малоэтажные здания и здания до 4-этажей включительно, основными ЭСТ при КР являются работы связанные с ремонтом крыши, фасада, фундамента, подвала. Работы, связанные с ремонтом инженерных систем, в полном объеме реализовать не представляется возможным в связи с частичным благоустройством объектов.

По данным Ростовстат на конец 2012 г. обеспеченность жилищного фонда по видам благоустройства распределилась следующим образом (всего ЖФ/в т.ч. малоэтажного ЖФ):

- Водопровод – 87/73 %;
- Канализация – 85/57 %
- Центральным отоплением – 87/34%;
- Газом – 85/76%;
- ГВС – 75/34%.

На объектах третьего и четвертого типа так же реализуются не все ЭСТ входящие в программы КР (отсутствуют системы газоснабжения, фасады выполнены из энергоэффективных материалов и т.д.). Это обусловлено тем, что данные объекты относятся к более поздним периодам строительства чем объекты первого и второго типа.

Рассмотрев количество видов работ КР по всем четырем типам зданий, установлено, что весь комплекс ЭСТ КР ни на одном типе зданий не осуществляется (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Распределение ЭСТ по типам зданий РО

Тип зданий Кол-во ЭСТ	1	2	3	4
ремонт крыши	+	+	+	+
ремонт фасада, фундамента, подвала	+	+/-	+/-	+
ремонт электроснабжения	+	+	+	+
ремонт газоснабжения	+/-	+	-	-
ремонт теплоснабжения, холодного/горячего водоснабжения, водоотведения	+/-	+	+	+
ремонт или замена лифтового оборудования	-	-	+	+
ИТОГО	3/5	5	5	5

В связи с тем, что объекты 1-го, 3-го и 4-го типа характеризуются индивидуальными проектными решениями, а объекты второго типа построены по типовым проектам и, следовательно, проведение ремонтных работ можно осуществлять с использованием типовых рациональных решений по организации и технологии строительного производства, способствующих повышению производительности труда, улучшению качества и снижению себестоимости ремонтно-строительных работ. Для проведения дальнейших исследований в качестве объектов представителей нами были выбраны объекты второго типа, к которым относятся 5 – 9 -этажные здания.

В работе для обработки статистической информации об объектах, включенных в РП КР, использован табличный процессор Microsoft Excel который включает в себя программную надстройку «Пакет анализа» и библиотеку из 78 статистических функций.

Для проверки адекватности предлагаемых математических моделей в работе применен выборочный способ обработки исходной информации по объектам второго типа, входящих в РП КР Ростовской области.

При выборочном способе обработки информации подвергалась лишь определенная часть объектов, входящих в РП КР РО (объекты 2 типа). При этом выбранная для исследования часть из общего объема МКД, входящих программу КР, носит представительский характер, т.е. является репрезентативной, т.к. отражает все характеристики, присущие генеральной совокупности (общему объему МКД второго типа в региональной программе КР).

Далее был определен минимальный объем выборки (P_n), обеспечивающий ее достаточную репрезентативность (соответствие характеристик выборочного наблюдения показателям, характеризующим всю генеральную совокупность) по доле в генеральной совокупности по формуле (4.1):

$$P_n = \frac{t^2 w(1-w)}{\Delta^2} * P_o \quad (4.1)$$

где:

P_n – минимальный объем репрезентативной выборки (объем МКД второго типа входящих в исследование проверки адекватности математических моделей);

Δ^2 – предельно допустимая ошибка репрезентативности выборки;

t – кратность ошибки репрезентативности выборки, зависящая от заданных границ вероятности $\Phi(t)$. Значения t в зависимости от $\Phi(t)$ определяются по таблице значения интеграла вероятностей;

$w(1-w)$ – степень вариации распределения, где w – выборочная доля распределения исследуемого признака в выборке. В связи с тем, что до начала обследования значение w неизвестно, его можно принять в размере 0,5, что позволяет получить максимально возможную величину степени вариации распределения признака и, следовательно, наибольшее значение объема выборки при прочих равных условиях;

P_o – общий объем МКД соответствующего признака.

Для практических расчетов в работе параметры указанных показателей были приняты в следующих размерах: Δ – 5%; t – 1,96 ($\Phi(t) = 0,95$ (95%)); $w(1-w) = 0,25$.

Исходя из указанных параметров, минимальный объем репрезентативной выборки для проведения дальнейших исследований, МКД второго типа входящих в РП КР (при данных значениях предельной ошибки репрезентативности выборки) составит (в % от обследуемой генеральной совокупности): – 3,8%.

Для определения P_o был проведен анализ объектов второго типа по годам проведения последнего и будущего КР (в соответствии с РП КР) по каждой ЭСТ.

Анализ данных информационной базы электронной системы сбора и учета информации для инвентаризации жилого фонда Ростовской области по последнему году проведения КР на объектах второго типа показал, что, во-первых, первые данные о проведении КР начинаются с 2005 г., т.е. с момента вступления в действие нового ЖК РФ. Во-вторых, после 2005, по видам работ (соответствующих ФЗ – 271) КР выполнен примерно только на 35% объектов (таблица 4.4.). Основной период выполнения работ по КР приходится на 2007-2012 г. в период активной деятельности фонда содействия реформированию ЖКХ.

Таблица 4.4 – Анализ данных информационной базы электронной системы сбора и учета информации для инвентаризации жилого фонда Ростовской области (объекты 2 типа)

Вид работ	Потребность в КР (%)
ремонт крыши	76
ремонт фасада,	70
фундамента,	93
подвала	89
ремонт электроснабжения	88
ремонт газоснабжения	96
ремонт теплоснабжения,	63
ХВС	64
ГВС	70
водоотведения	87
ремонт или замена лифтового оборудования	68

Исследование объектов проводилось по последнему году проведения КР – 2005 г., 2006г., 2007г., 2008г., 2009г., 2010г., 2011г., 2012г., по будущему году проведения КР 2022г., 2023г., 2025г., 2027г., 2028г., 2029г., 2030г., 2031г., 2032г., 2033г., 2034г., 2035г., 2036г., 2037г., 2038г., 2039г., 2040г., 2041г., 2942г., 2944г. Далее были выделены МКД наиболее схожие по основным объемно-планировочным показателям, из которых отобраны те объекты у которых срок проведения ремонтов в будущем был наихудший (максимально поздний из возможных). В результате было получено число объектов равное 395 шт ($P_o = 395$ шт).

На основании полученных исходных данных в работе рассчитан минимальный объем репрезентативной выборки P_n с предельной ошибкой в 5% при 95% доверительности и общем объеме объектов (формула 4.2), равный количеству МКД второго типа входящих в исследование проверки адекватности математических моделей.

$$P_n = \frac{t^2 w(1-w)}{\Delta^2} * P_o = \frac{1,96^2 0,25}{5^2} 395 = 15,01 \text{ шт.} \quad (4.2)$$

В РП КР РО включены все МКД по 43 районам области, плюс по 23 городам и отдельно выделены 8 районов г. Ростова-на-Дону. В связи с тем, что при разработке математических моделей не учитывалось территориальное расположение объекта, т.к. производственный процесс проведения КР не зависит от местоположения объекта, далее в работе были выбраны МКД (15 шт.) расположенные только в городе Ростове-на-Дону. Основные характеристики объектов-представителей представлены в таблице 4.5. Первичный сбор информации о ранее проведенных работах по КР на объектах и сроках очередности проведения КР по РП представлены в таблице 4.6.

На данных объектах было проведено обследование. Целью обследования являлось:

Первичный сбор информации для анализа фактического технического состояния МКД;

1. Разработать рекомендации по повышению эксплуатационной надежности здания в целом;
2. Определить класс энергетической эффективности зданий до проведения КР.

Результаты визуального освидетельствования технического состояния анализируемых объектов показали, что практически все объекты имеют схожие проблемы (таблица 4.7). Вследствие этого рекомендации по повышению эксплуатационной надежности идентичны.

Для выявления количественного соответствия или отклонения от нормируемых энергетических и теплотехнических параметров тепловой защиты, установления класса энергетической эффективности зданий в зданиях было проведено тепловизионное обследование, основанное на съемки ограждающих конструкций здания, тепловизором ThermaCAM™ P65 (24° x 18°/ 0.3 м (0.98 фт), 7.5–13 μм) и приборного обследования теплотехнических свойств ограждающих конструкций.

Таблица 4.5 – Характеристики объектов представителей

№	Адрес объекта	Форма управления	Критерии РП КР							
			Год постройки	Этажность	Кол-во лифтов	Кол-во подъездов	Кол-во квартир	Общая S здания	S жилых помещ.	S нежил. помещ.
1	ул. Спартаковская, 25	УК	1970	9	1	1	50	2356,9	1990	0
2	пл.Рабочая, 26	ТСЖ	1971	9	1	1	54	2469,2	1589,3	138,6
3	ул. Батурина, 7а	УК	1969	9	1	1	60	2563,2	1611,4	0
4	пр-т Ленина,70	ТСЖ	1969	9	1	1	54	2400,3	2150	250
5	пр-т М.Нагибина, 37б	УК	1973	9	1	1	52	2420	1815	0
6	пр-т Стачки,11	УК	1968	9	1	1	53	2329	1384,7	0
7	пр-т Стачки,11/14	УК	1968	9	1	1	54	2328	1384,7	0
8	ул. Батурина, 11	УК	1971	5	0	4	66	3416,7	2966,6	0
9	ул. Борко, 6/3	ЖК	1972	5	0	4	69	3655,2	3296,9	0
10	ул. Волкова 10/4	УК	1970	5	0	4	60	3152,7	2722,7	0
11	ул. Герасименко,13	УК	1969	5	0	4	70	3173,6	3161,1	0
12	ул. Криворожская, 57	УК	1968	5	0	4	70	3532	3420,3	0
13	ул. Криворожская, 63	УК	1969	5	0	4	69	3408,7	3362,6	0
14	ул. Ларина,26	УК	1969	5	0	4	70	3195,4	2556,5	0
15	ул. Матросова 37	УК	1969	5	0	4	69	3619,4	2116	0

Таблица 4.6 – Сроки очередности проведения КР по РП на объектах-представителях

№ ЭСТ	Вид работ	Сроки проведения КР	Адреса объектов-представителей															
			ул. Спартаковская, 25	пл. Рабочая, 26	Батуриная, 7а	пр-т Ленина, 70	пр-т М. Нагибина, 37б	пр-т Стачки, 11	пр-т Стачки, 11/14	ул. Батуриная, 11	ул. Борко, 6/3	ул. Волкова 10/4	ул. Герасименко, 13	ул. Криворожская, 57	ул. Криворожская, 63	ул. Ларина, 26	ул. Матросова 37	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	крыша	последний	2010	-	-	-	-	-	-	-	2010	-	2010	2012	-	2013	-	
		планируемый	2038	2035	2033	2030	2039	2034	2034	2030	2040	2026	2041	2038	2034	2044	2031	
2	фасад	последний	2010	-									2010			2013		
		планируемый	2044	2029	2042	2028	2032	2027	2042	2039	2042	2036	2032	2026	2028	2034	2024	
	фундамент	последний	-	-								2009						
		планируемый	2044	2029	2042	2028	2032	2027	2042	2039	2042	2036	2032	2026	2028	2034	2024	
	подвал	последний																
		планируемый	нет	2029	нет	2028	2032	нет	нет	нет	нет	нет	2036	2032	2026	2028	2034	2024
3	электроснабжение	последний	2012	-	-	2011	2010У	2009У	-	2010	2011У	2010	2013	2006У	-	2013	-	
		планируемый	2038	2034	2032	2041	2037	2033	2030	2038	2041	2041	2037	2033	2029	2043	2033	
4	газоснабжение	последний	-	-														
		планируемый	2033	2034	2031	2034	2038	2032	2028	2034	2025	2037	2033	2033	2036	2032	2032	
5	теплоснабжение	последний	2010	2008		2006У	2006У	2010У		2010		2008	2008	2008	2007	2010	2011У	
		планируемый	2042	2029	2025	2028	2027	2027	2022	2042	2028	2037	2036	2039	2038	2036	2027	
	ГВС/ХВС	последний	2010	-		2006У		2010У		2010		2008		2008	2008	-		
		планируемый	2042	2029	2025	2028	2027	2027	2022	2042	2028	2037	2036	2039	2038	2036	2027	
	водоотведение	последний	2010	-						2010		2008		2008	2008	2010		
		планируемый	2042	2029	2025	2028	2027	2027	2022	2042	2028	2037	2036	2039	2038	2036	2027	



Окончание таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	лифтовое оборудование	последний	-	1991		2011	2009			нет							
		планируемый	2022	2022	2023	2039	2036	2028	2028								

ПРИМЕЧАНИЕ:

- У – выполнены работы по установке приборов учета;
- При выполнении работ по КР не проводились мероприятия по энергоэффективности объектов;
- Данные взяты из утвержденной постановлением РО №803 от 26.12.2013 Региональной программы по проведению капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах на территории Ростовской области на 2015 – 2049 годы

Таблица 4.7 – Результаты визуального освидетельствования анализируемых объектов

ВЫВОДЫ

- Установлено, что в соответствии с требованиями СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» категория технического состояния всех зданий может быть оценена в основном как «ограниченно работоспособное состояние».
- ограждающие конструкции повреждены атмосферными воздействиями – видны следы выветривания, имеют место разрушения, видны участки локальных ремонтов поверхности ограждающих конструкций штукатурным раствором, существенно поврежден окрасочный слой;
- видны элементы армирования;
- на поверхности ограждающих конструкций имеется значительное количество дефектов – трещин, которые переходят, в том числе на цокольный этаж. Большинство трещин имеет ширину раскрытия 1 – 2 мм, местами до 3 – 4 мм, отдельные трещины до 6 – 8 мм.
- Неправильно организован водоотвод, как следствие, имеет место разрушение отмостки и замачивание грунтов здания, что привело к неравномерным просадочным деформациям здания, замачиванию отдельных участков наружных стен (цокольной части), подтоплениям атмосферными осадками помещений цокольного этажа.
- Имеются трещины, локальные отслоения и разрушения штукатурного слоя цоколя, поражение штукатурки цоколя мхом.
- Установлены участки локальных разрушений карниза, выходов вентиляционных шахт и отдельных участков покрытия кровли.
- Козырьки над входами в подъезды и отдельные плиты балконов имеют незначительные разрушения.
- Отдельные участки системы инженерного обеспечения здания находятся в неудовлетворительном состоянии.
- Установлено несоответствие фактических теплозащитных свойств ограждающих конструкций здания требованиям нормативных документов.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Необходимо разработать:

- ПСД на утепление ограждающих конструкций здания с учетом результатов тепловизионных исследований;
- ПСД на восстановление системы инженерного обеспечения здания;
- ПСД ремонтные работы по восстановлению кровельного покрытия и отмостки здания

Тепловизионное обследование проводилось в натуральных условиях 26 февраля 2014 г. Погодные условия (отсутствие воздействия солнечной радиации, скорость ветра до 2м/с, отсутствие атмосферных осадков) удовлетворяли требованиям проведения тепловизионного обследования.

Контактные измерения проводились в реперной зоне. Выбор реперной зоны обусловлен наличием технической возможности установки измерительной аппаратуры на поверхности ограждающей конструкции. Реперная зона для настройки тепловизора и программного обеспечения расположена на первом этаже здания. В реперной зоне проведены контактные измерения температур наружных ограждающих конструкций электронными самописцами. Результаты измерений использовались как входные данные для программного обеспечения (таблица 4.8)

Таблица 4.8 – Результаты измерений температур наружных стен в реперной зоне

Температура атм. воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Температура на наружной поверхности, °С	Коэффициент излучения
-2,9	87,0	+1,5	0,94

Контуры основных температурных зон по результатам термографирования нанесены на поверхность ограждающей конструкции. В ходе проведения натуральных испытаний определены температуры поверхностей, установлены термически однородные зоны и места расположения теплопроводных включений.

При измерении температур термощупом внутренняя и наружная поверхности ограждающей конструкции разбиты на квадраты со сторонами не более 500 мм. Зоны с теплопроводными включениями – на более мелкие квадраты в соответствии с конструктивными особенностями. Температура поверхности измерялась в вершинах этих квадратов и непосредственно против теплопроводных включений. Температурное поле поверхностей ограждений, полученное с помощью тепловизора ThermoCAM™ R65 по каждому из объектов представлены в приложении А.

Качественный анализ термограмм наружных ограждающих конструкций обследуемых зданий показал, что температурное поле на поверхностях фасадов здания равномерное. Дополнительных источников теплопотерь не выявлено.

Согласно СНиП 23-02-2003 изд. 2004г., табл. 4 нормируемое значение сопротивления теплопередаче для

обследуемых зданий должно соответствовать значению $R=2.63$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$. Полученные в результате инструментального тепловизионного обследования значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий не соответствует нормируемому значению сопротивления теплопередаче по стенам. Результаты расчетов по определению класса энергетической эффективности представлены в таблицах 4.9, 4.10.

Класс энергетической эффективности одиннадцати жилых домов установлен как Е «очень низкий», три дома имеют класс D «низкий» и один С «нормальный».

Установление класса энергетической эффективности С «нормальный» в МКД расположенного по адресу ул. Спартаковская, 25 к объясняется тем, что в период с 2010 по 2012 гг. на объекте были выполнены работы по ремонту: крыши (2010г.), фасада (2010г.), электроснабжения (2012г.), теплоснабжения (2010г.), холодного водоснабжения (2010г.), водоотведения (2010г.).

Для определения показателя эффективности ЭСТ H и индекса возможных потерь I_p при отложенном внедрении ЭСТ, далее в работе были определены:

- Экономия годовых потерь энергоносителей, которая рассчитывалась как разница показателей q_{i0} – потребление энергоресурса до использования ЭСТ i -того вида и q_{i1} – потребление энергоресурса после внедрения ЭСТ i -того вида (п. 2.1., формула 2.2.) с учетом изменения уровня потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) до и после внедрения мероприятий;
- C_i – затраты на внедрение энергосберегающей технологии i -того вида.

Таблица 4.9 – Результаты расчетов по определению класса энергетической эффективности
(пятиэтажные объекты)

	ул. Батурина, 11	ул. Борко, 6/3	ул. Волкова 10/4	ул. Герасименко, 13	ул. Криворожская, 57	ул. Криворожская, 63	ул. Ларина, 26	ул. Матросова 37
Нормируемое сопротивление теплопередач, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	2,63							
Приведенное сопротивление теплопередач, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}^{**}$	0,641	0,984	0,591	0,825	0,813	0,582	0,757	1,643
Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания, $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$, $[\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})]$	212,942 [94,477]	179,511 [48,278]	207,013 [61,225]	158,153 [47,394]	154,97 [35,543]	187,709 [55,91]	178,454 [52,953]	173,060 [50,576]
Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания, $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$, $[\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})]$	85 [31]							
Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от нормативного, %	150,52	111	143,54	86,06	82,32	120,83	109,95	59,8
Класс энергетической эффективности	E «очень низкий»							D «Низкий»

Примечание

Нормируемое значение сопротивление теплопередаче принималось согласно СНиП 23-02-2003 изд. 2004г., табл. 4;

 Приведенное сопротивление теплопередаче принималось с учетом погрешности допустимой в «Методике» $\pm 15\%$

Определение класса энергетической эффективности принималось согласно СНиП 23-02-2003 изд. 2004г., табл. 3;

Таблица 4.10 – Результаты расчетов по определению класса энергетической эффективности
(девятиэтажные объекты)

	ул. Спартаковская, 25	пл. Рабочая, 26	ул. Батуриная, 7а	пр-т Ленина,70	пр-т М.Наги- бина, 376	пр-т Стачки,11	пр-т Стачки,11/14
Нормируемое сопротивление тепло- передач, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	2,63						
Приведенное сопротивление тепло- передач, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}^{**}$	2,627	0,984	0,591	0,825	0,813	1,52	1,643
Расчетный удельный расход тепло- вой энергии на отопление здания, $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$, $[\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})]$	105,934 [39,2]	149,72 [55,4]	154,77 [57,27]	149,01 [55,14]	141,15 [52,23]	91,43 [33,83]	128,82 [47,67]
Нормируемый удельный расход теп- ловой энергии на отопление здания, $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})$, $[\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут})]$	76 [27,5]						
Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопле- ние здания от нормативного, %	4	97	103,64	96,06	85,72	20,3	69,5
Класс энергетической эффективности	С «нормальный»	Е «очень низкий»				Д «Низкий»	

Примечание

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче принималось согласно СНиП 23-02-2003 изд. 2004г., табл. 4;

 Приведенное сопротивление теплопередаче принималось с учетом погрешности допустимой в «Методике» $\pm 15\%$

Определение класса энергетической эффективности принималось согласно СНиП 23-02-2003 изд. 2004г., табл. 3;

Анализ полученных, по объектам-представителям, данных о затратах на коммунальные услуги показал, что большую часть составляют затраты на тепловую энергию (до 60%), электрическую энергию (15%) и воду (10%). Структура затрат на коммунальные услуги представлена на рисунке 4.2.

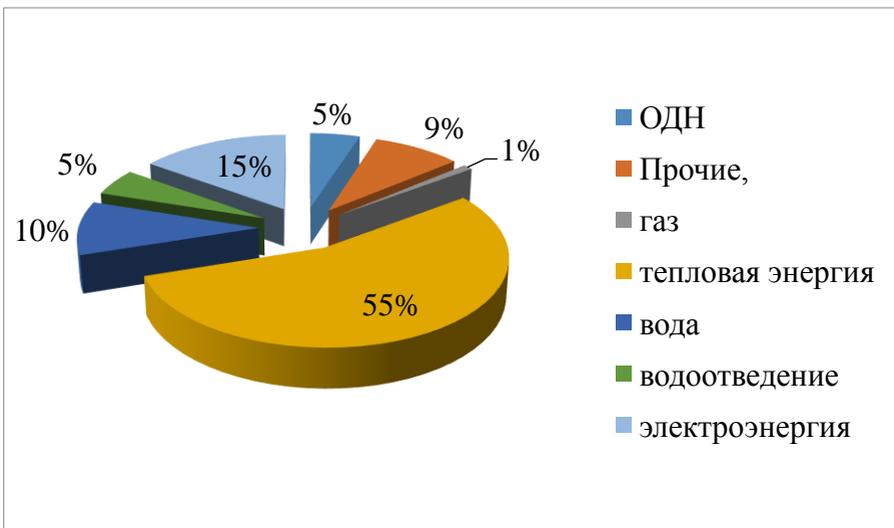


Рисунок 4.2 – Структура затрат на коммунальные услуги

Годовая экономия определялась изменением уровня потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) до и после внедрения мероприятий по формулам 2.1.-2.2.

Далее по определенным в гл. 1 шести видам работ по КР, был проведен детальный расчет экономии для всего комплекса энергосберегающих мероприятий (ЭСТ) в зависимости от вида энергоносителя который приведен ниже в таблице 4.11. Величины уровня потерь энергоносителей определены исходя из средней реальной практики экономии ресурсов в МКД. Как показал опыт капитального ремонта в г.Ростове-на-Дону, при наличии существенной мотивации собственников жилья практически достижимы более значительные объемы экономии после КР. По тепловой энергии они могут превышать 40%. Однако, ниже приведены более умеренные оценки.

Оценка экономии по пакету мероприятий проводилась по объектам 2 типа многоквартирных домов. Для каждого мероприятия рассчитывалась удельная экономия от мероприятий, приведенная к 1 м² общей площади здания (относительная экономия отдельных видов коммунальных ресурсов приведена на 1 м² общей площади здания).

Из таблицы 4.11 видно, что на удельный размер экономии влияет тип здания, по мере роста этажности удельная экономия коммунальных ресурсов несколько увеличивается.

При расчетах для пакета мероприятий по энергосбережению рассчитывалась удельная стоимость (т.е. стоимость мероприятий на 1 м² общей площади здания). При этом для каждого мероприятия учитывались затраты на строительные-монтажные работы (СМР). Отдельной составляющей были выделены затраты на разработку проектно-сметной документации (ПСД) для КР МКД и резерв на непредвиденные расходы (таблица 4.12).

Для решения поставленной задачи используется модель предложенная в п.2.1., основанная на теории графов. В связи с тем, что данная модель позволяет определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективность принимаемой к исполнению технологии на одном объекте, далее рассмотрено практическое применение модели на МКД расположенном по адресу *ул. Спартаковская, 25*.

Выбор объекта-представителя объясняется тем, что на данном объекте показатели энергетической эффективности находятся в нормативном состоянии и для оценки эксплуатационной эффективности принимаемой к исполнению технологии возможно использовать только показатели достигнутых эффектов характеризующих снижение расходов на энергоснабжение, обогрев здания, водоресурсов в денежном выражении (величина коммунальных расходов), которые носят кумулятивный характер.

Таблица 4.11- Детальный расчет экономии ЭСТ в зависимости от вида энергоносителя

ЭСТ №	Вид работ по ремонту (замене)	Наименование мероприятия	Этажность зданий								
			Здания высотой 5 этажей				Здания высотой 9 этажей				
			Тепловая энергия	Эл. энергия	Газ	Вода	Тепловая энергия	Эл. энергия	Газ	Вода	
			%	%	%	%	%	%	%	%	
1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Крыша	Тепловая изоляция (утепление) и гидроизоляция чердачного перекрытия	0,2				0,2				
		Замена кровельного покрытия	0,5				0,3				
		Всего	0,2				0,5				
2	Фасад, фундамент, подвал	Тепловая изоляция (утепление) пола и стен подвала, примыкающих к грунту	2				1				
		Тепловая изоляция (утепление) наружных стен	13				11				
		Ремонт (замена) существующих окон	1,9				1,6				
		Уплотнение (утепление) наружных дверных проемов с установкой доводчиков (обеспечение автоматического закрывания дверей)	0,9				0,6				
		Всего	17,8				14,2				

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Электроснабжение	Замена физически изношенных общедомовых электрических сетей (проводки) и вводно-распределительных устройств (ВРУ);		3				2		
		Замена ламп накаливания в местах общего пользования (лестничные клетки, лестничные марши, наружное освещение подъездов) на энергосберегающие осветительные приборы;		1,5				1,30		
		Установка датчиков присутствия в местах общего пользования;		2,5				2,3		
		Установка общедомовых приборов учета электроэнергии;		4				4,5		
		Всего		11				10,1		
4	Газоснабжение	Замена внутридомовых трубопроводов систем газоснабжения (трубопроводов в подвале и/или на чердаке, вертикальных стояков);			6			4		
		Установка общедомовых приборов учета потребления природного газа;			9			8		
		Всего			15			12		

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Теплоснабжение, холодное/горячее водоснабжение, водоотведение	Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами	0,1			0	0,1			
		Тепловая изоляция внутридомовых трубопроводов системы отопления и горячего водоснабжения	0,3				0,3			
		Установка регулятора давления воды на вводе в здание на системах ГВС и ХВС;	0,01	0,3		0,2	0,01	0,23		
		Установка циркуляционного трубопровода горячей воды в системе ГВС	5,7			0	6,4			
		Установка автоматизированного узла управления системой отопления –АУУ СО (замена элеваторных узлов в здании)	2,8			0	4,7			
		Установка автоматизированного индивидуального теплового пункта – АИТП (замена элеваторных узлов в здании);	6			0	6,9			
		Установка балансировочных клапанов (вентилей) на вертикальных стояках системы отопления;	1,1			0	0,9			
		Установка терморегулирующих клапанов (терморегуляторов) на отопительных приборах	1,4			0	1,3			

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10
		Установка общедомовых приборов учета потребления тепловой энергии, холодной и горячей воды	4,2			6	3,6			
		Всего	21,61	0,3		6,2	24,21	0,23		5
6	Лифтовое оборудование	Замена лифта		0,3		0		0,2		
		Установка система рекуперации		2				8		
		Всего		2,3				8,2		
Суммарная эффективность мероприятий относительно экономия отдельных видов коммунальных ресурсов приведена на 1 м² общей площади здания			40,11	13,6	15	6,2	38,91	30,53	0	5

Таблица 4.12 – Удельная стоимость мероприятий по энергосбережению

ЭСТ №	Вид работ по ремонту (замене)	Наименование мероприятия	Ед. изм	Сумма	
				5 этажей	9 этажей
1	2	3	4	5	6
1	Крыша	Тепловая изоляция (утепление) и гидроизоляция чердачного перекрытия	руб./м	925,4	609,35
		Замена кровельного покрытия	руб./м	2785	2534
		Всего	руб./м	3710,4	3143,35
2	Фасад, фундамент, подвал	Тепловая изоляция (утепление) пола и стен подвала, примыкающих к грунту	руб./м	630,9	393,6
		Тепловая изоляция (утепление) наружных стен	руб./м	2135,4	2563,2
		Ремонт (замена) существующих окон	руб./м	765,7	1149,2
		Уплотнение (утепление) наружных дверных проемов с установкой доводчиков (обеспечение автоматического закрывания дверей)	руб./м	3,9	1,3
		Всего	руб./м	3535,9	4107,3
3	Электроснабжение	Замена физически изношенных общедомовых электрических сетей (проводки) и вводно-распределительных устройств (ВРУ);	руб./м	250	192
		Замена ламп накаливания в местах общего пользования (лестничные клетки, лестничные марши, наружное освещение подъездов) на энергосберегающие осветительные приборы;	руб./м	4,9	2,5
		Установка датчиков присутствия в местах общего пользования;	руб./м	43,6	21,9
		Установка общедомовых приборов учета электроэнергии;	руб./м	1,3	0,7
		Всего	руб./м	299,8	217,1

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4	5	6
4	Газоснабжение	Замена внутридомовых трубопроводов систем газоснабжения (трубопроводов в подвале и/или на чердаке, вертикальных стояков);	руб./м	28,8	15,7
		Установка общедомовых приборов учета потребления природного газа;	руб./м	3,2	1,7
		Всего	руб./м	333,1	235,2
5	Теплоснабжение, холодное/горячее водоснабжение, водоотведение	Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами	руб./м	20,2	25,2
		Полная реконструкция (замена) внутридомовых инженерных сетей в здании, в том числе: внутридомовых трубопроводов систем отопления.ГВС, ХВС, ВВ	руб./м	935,7	821,1
		Установка регулятора давления воды на вводе в здание на системах ГВС и ХВС;	руб./м	105	46,4
		Установка циркуляционного трубопровода горячей воды в системе ГВС	руб./м	73,5	45
		Установка автоматизированного узла управления системой отопления –АУУ СО (замена элеваторных узлов в здании)	руб./м	112,8	88,6
		Установка автоматизированного индивидуального теплового пункта – АИТП (замена элеваторных узлов в здании);	руб./м	303,8	217,9
		Установка балансировочных клапанов (вентилей) на вертикальных стояках системы отопления; холодной и горячей воды	руб./м	30,6	25,2

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4	5	6
		Установка терморегулирующих клапанов (терморегуляторов) на отопительных приборах	руб./м	91	121,4
		Установка общедомовых приборов учета потребления тепловой энергии,	руб./м	31,5	16,8
		Всего	руб./м	456,9	381,3
6	Лифтовое оборудование	Замена лифта	руб./м	1009	519
		Установка система рекуперации	руб./м	345	237
		Всего	руб./м	1842,4	1154,1
7		Разработка проектно-сметной документации (ПСД) и резерв непредвиденные расходы %	руб./м	156,75	158,55
Суммарные затраты на мероприятия приведена на 1 м2 общей площади здания			руб./м	9878,7	9021,25

Примечания:

Расчет экономии потребления тепловой энергии в денежном эквиваленте рассчитывался из тарифа 1516,77 руб./Гкал

В качестве мероприятия по повышению тепловой эффективности наружных стен принималось наружное утепление стен с оштукатуриванием фасада;

В качестве мероприятия по замене кровельного покрытия принимался ремонт простой кровли с полной заменой существующего покрытия на покрытие из листовой оцинкованной стали;

Расчет снижения теплопотерь через оконные заполнения производился при условии замены обычных оконных блоков на энергоэффективные двухкамерные стеклопакеты в ПВХ переплетах;

При расчете мероприятия по установки приборов учета электроэнергии принимался общедомовой многотарифный электронный электросчетчик с повышенным классом точности (не менее 2.0);

В соответствии с данными РП КР на МКД расположенный по адресу ул. Спартаковская, 25 (далее МКД) при капитальном ремонте объекта реализуются все шесть ЭСТ в различные периоды времени. На первом этапе был построен оргграф, демонстрирующий ситуацию с позиции установленных критериев, на основе которых в РП КР определена последовательность включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства МКД (рисунок 4.3).

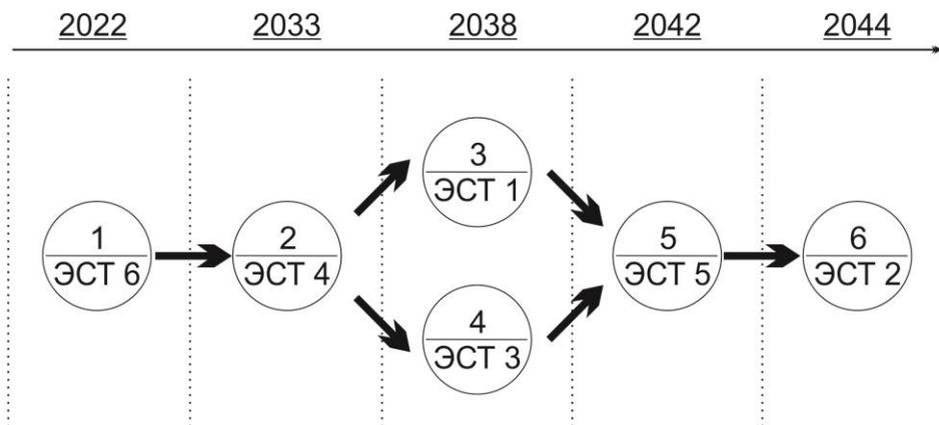


Рисунок 4.3 – Последовательность включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства МКД (данные РП КР)

Далее в работе были рассчитаны показатели эффективности ЭСТ (H) и индекс возможных потерь (I_p) при отложенном внедрении технологий (таблица 4.13) и установлены ограничения: эффект H должен быть не менее 1, т.е $H \geq 1$; I_p не должен быть меньше 0,13, т.е $I_p \geq 0,13$.

Таблица 4.13 – Таблица расчетных значений ЭСТ

ЭСТ	H	I_p
1	0,2	0,172
2	7,8	0,253
3	1,53	0,173
4	0,12	0,13
5	13,85	0,138
6	1,23	0,011

ЭСТ №6 имеет минимальные потери в случае отложенного исполнения. ЭСТ №3 имеет высокую эффективность, но может быть реализована в следующем периоде. Потери в этом случае будут минимальными.

Расчетные значения ЭСТ удовлетворяют условиям ограничений, эффект от их использования выражен в виде бинарных отношений, с учетом ограничений бинарная матрица представлена в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Таблица бинарных отношений эффективности использования ЭСТ

Виды ЭСТ	H	I_p
1	0	1
2	1	1
3	1	1
4	0	1
5	1	0
6	1	0

При определении наиболее оптимального сочетания вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективности принимаемой к исполнению технологии на рассматриваемом МКД и исходя из условий, предъявляемых при моделировании к значениям H и I_p определенных в п.2.1 данного исследования были получены следующие данные:

- $H=1$ и $I_p = 1$ у ЭСТ № 2 и 3, следовательно перенос сроков производства работ на более поздний невозможен;
- $I_p=0$ у ЭСТ № 5 и ЭСТ № 6, следовательно сроки выполнения данных работы без ощутимых потерь могут быть перенесены;
- $I_p = 1$ у ЭСТ № 1, ЭСТ № 2, ЭСТ № 3 и ЭСТ № 4 – откладывать реализацию внедрения ЭСТ нецелесообразно, это вызовет существенную величину упущенной выгоды.

Полученные данные позволяют построить несколько вариантов графов в виде «дерева» с последовательным исполнением проектов. «Дерево» строится по приоритету эффективности H . После-

дующие пути также ориентированы на этот показатель, но из возможных вариантов в первую очередь выбирается ЭСТ с наибольшим значением I_p . Происходит ранжирование вершин в порядке убывания I_p . В таблице 4.15. рассмотрены варианты изменения последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства. На рисунке 4.4. представлен процесс моделирования вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективности принимаемой к исполнению технологии.

Таблица 4.15 – Варианты изменения последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства.

Вариант	Обоснование	Решение
ЭСТ № 6 ↔ ЭСТ № 4	$I p_{ЭСТ\ №4} = 0,13 > I p_{ЭСТ\ №6} = 0,011$ $H_{ЭСТ\ №4} = 0,12 < H_{ЭСТ\ №6} = 1,23$	положительное
ЭСТ № 6 ↔ ЭСТ № 5	$I p_{ЭСТ\ №6} = 0,011 < I p_{ЭСТ\ №5} = 0,138$ $H_{ЭСТ\ №6} = 1,23 < H_{ЭСТ\ №5} = 13,85$	отрицательное
ЭСТ № 4 ↔ ЭСТ № 1	$I p_{ЭСТ\ №4} = 0,13 < I p_{ЭСТ\ №1} = 0,172$ $H_{ЭСТ\ №4} = 0,12 < H_{ЭСТ\ №1} = 0,2$	отрицательное
ЭСТ № 5 ↔ ЭСТ № 1	$I p_{ЭСТ\ №5} = 0,138 < I p_{ЭСТ\ №1} = 0,172$ $H_{ЭСТ\ №5} = 13,8 > H_{ЭСТ\ №1} = 0,2$	отрицательно
ЭСТ № 5 ↔ ЭСТ № 4	$I p_{ЭСТ\ №5} = 0,138 < I p_{ЭСТ\ №4} = 0,13$ $H_{ЭСТ\ №5} = 13,8 > H_{ЭСТ\ №4} = 0,12$	отрицательное

Как видно из таблицы 4.15 имеется один возможный вариант последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР, удовлетворяющие заданным условиям.

Выбранный вариант последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективности принимаемой к исполнению технологии представлен на рисунке 4.5.



Рисунок 4.4 – Процесс моделирования вариантов последовательности включения ЭСТ

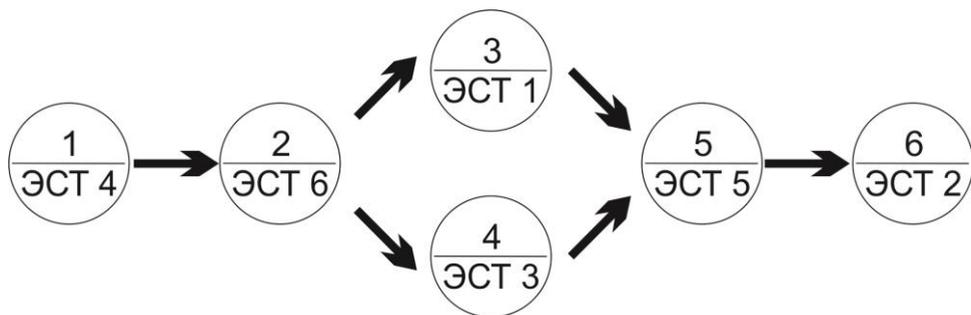


Рисунок 4.5 – Выбранный вариант последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР.

Выполненные экспериментальные исследования подтвердили адекватность разработанной модели выбора наиболее оптимального сочетания вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии.

4.2. Сценарное моделирование реализации Региональной программы по проведению капитального ремонта на территории Ростовской области на 2022 – 2044 годы

Как уже отмечалось в главе 1 данного исследования в РП КР входят все МКД региона, за исключением аварийных и подлежащих сносу, в связи с этим решение теоретической задачи, обозначенной в п.2.2. на примере отдельного региона является весьма важной задачей. В связи с этим в данном параграфе рассмотрены вопросы реализации энергосберегающих технологий в процессе капитального ремонта в рамках региональной программы Ростовской области на примере МКД второго типа представленных в п.3.1. (таблица 4.5).

Так как РП КР уже существует, а ресурсы регионального оператора (РО) позволяют реализовать одновременно несколько технологий, нами были рассчитаны условия одновременной реализации ЭСТ по нескольким вариантам последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР.

Расчеты значений H и I_p проводились в соответствии с методикой, представленной в п.2.2. данного исследования. Значения по экономии годовых потерь энергоносителей до и после внедрения мероприятий и затраты на внедрение энергосберегающей технологии представлены в таблицах 4.11. – 4.12.

Для построения плана последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы, имеющего минимальные потери использован сценарный подход.

Возможные варианты последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР условно можно разделить на три группы, характеризующиеся изменением класса энергетической эффективности и процентом сокращения уровня потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) к базовому (по РП КР):

1. Повышение класса энергетической эффективности на один пункт и сокращение уровня потерь минимум на 5%;

2. Доведение класса энергетической эффективности до С "нормальный" на 30% объектов, входящих в программу и сокращение уровня потерь на 15%;

3. Доведение класса энергетической эффективности до С "нормальный" на 50% объектов, входящих в программу и сокращение уровня потерь на 25%.

Далее рассмотрены три сценария последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках РП:

– «*Стратегия инерции*» – сценарий, экстраполирующий сложившиеся в последние годы тенденции в сфере КР и выполняющий функцию «базовой линии». В нем предполагается, что по итогам реализации программы, на МКД второго типа, произойдет повышение класса энергетической эффективности на один пункт и сокращение уровня потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) к базовому (по РП КР) поднимется минимум на 5%;

– «*Стратегия улучшения*» – сценарий, предполагающий, что с 2022г. (дата начала проведения работ по КР на объектах второго типа) на 30% объектах, входящих в программу будет установлен класс энергетической эффективности С "нормальный" и сокращение уровня потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) к базовому (по РП КР) поднимется на 15%;

– «*Эффективная стратегия*» – сценарий, в котором приняты допущения, что с 2022г. (дата начала проведения работ по КР на объектах второго типа) на 50% объектах, входящих в программу будет установлен класс энергетической эффективности С "нормальный" и сокращение уровня потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) к базовому (по РП КР) поднимется на 15%.

Для сравнения различных сценариев результаты сценарных расчетов сведены в таблицу 4.16.

Таблица 4.16 – Сравнение основных результатов расчетов по сценариям к 2044 г.

Показатели	Ед. изм.	Сценарии		
		«Стратегия инерции»	«Стратегия улучшения»	«Эффективная стратегия»
Стоимость работ по капитальному ремонту в текущих ценах	млрд.руб	2 987,64	3 449,24	4 237,21
Удельные расходы на капитальный ремонт в текущих ценах	руб./м ²	8191,3	9449,9	11610,1
Расходы бюджетов всех уровней на капитальный ремонт	%	18	12	7
Ежемесячный платеж населения за капитальный ремонт	руб./м ²	6,5	8	До 9
Доля расходов населения на оплату капитального ремонта в суммарных расходах	%	82	88	93
Экономия расходов на оплату коммунальных услуг	%	5	15	15
Повышение класса энергетической эффективности	%	100	30	50

Сравнение результатов сценарных расчетов показывает, что

- Применение трех различных сценариев по КР капитальному довольно умеренно сказывается на средних удельных расходах на капитальный ремонт в расчете на 1 м², максимальное значение повышения стоимости составляет не более 1%;
- Увеличение расходов на капитальный ремонт в сценариях происходит, в основном, за счет увеличения физических объемов капитального ремонта;
- Реализация столь масштабной программы КР требует изменения структуры их финансирования. При допущении, что объемы расходов бюджетов всех уровней будут снижаться, и при ограниченных возможностях финансирования капитального ремонта роль экономии энергоносителей является определяющей;

- Стоимостная экономия расходов на коммунальные услуги, получаемая за счет повышения класса энергетической эффективности, позволяет до 2044 г. покрыть 5-10% стоимости всех работ по капитальным ремонтам за 2022-2035 гг.;

- Проведение институциональных преобразований, обеспечивающих серьезное повышение мотивации по практической реализации технически достижимого энергосберегающего эффекта, существенно улучшает этот показатель.

Примеры мультиорграфов для множества МКД второго типа входящих в РП КР по всем вариантам сценариев представлены на рисунках 4.6 -4.8

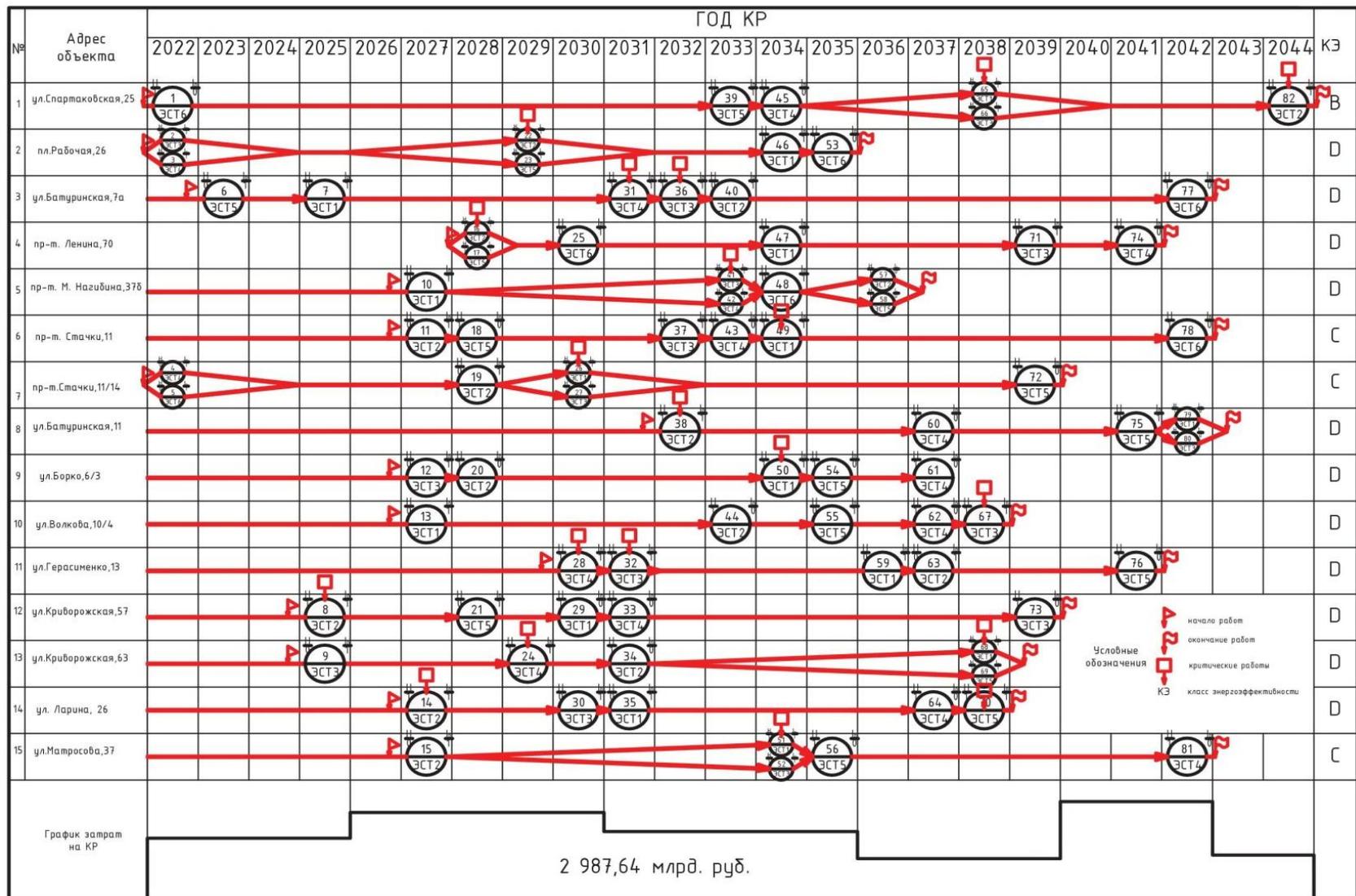


Рисунок 4.6 – Граф возможных связей, при реализации сценария «Стратегии инерции»

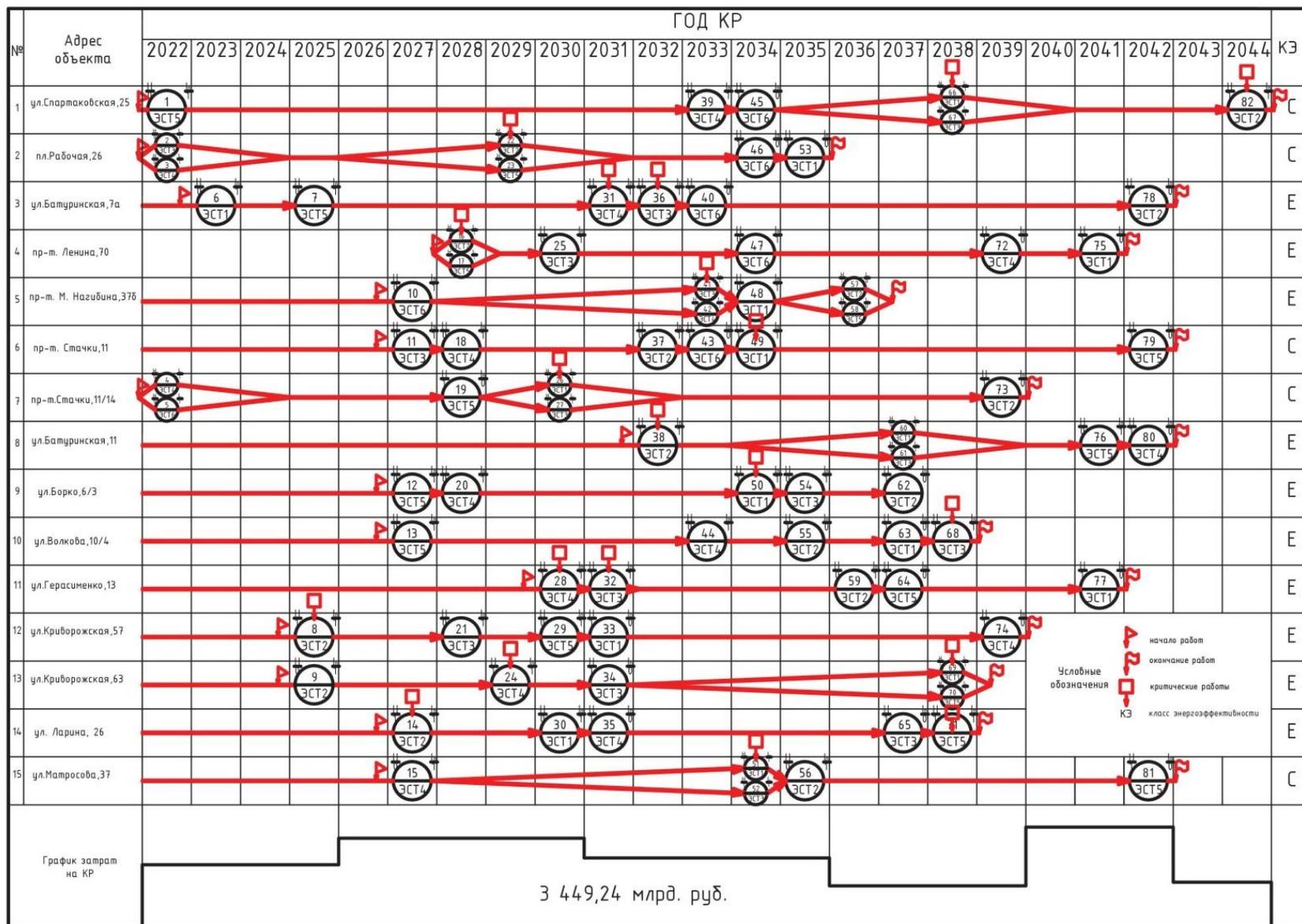


Рисунок 4.7 – Граф возможных связей, при реализации сценария «Стратегии улучшения»

Полученные показатели по вариантам последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы не могут дать однозначного ответа о приоритетности варианта, так как принимаемое решение базируется не только на технико-экономических показателях, но так же основывается на политических и социальных аспектах проблемы [65,76,77].

Предложенный алгоритм позволил определить эффективность внедрения ЭСТ, рассчитать условия реализации и найти путь, имеющий минимальные потери, а так же построить план последовательности организации ремонтно-строительного производства при проведении КР для каждой из возможных стратегий реализации.

4.3 Рекомендации по выбору варианта организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при утеплении наружных стен жилых зданий

Для наглядности возможности применения разработанной методики оценки и выбора вариантов технологических схем производства работ (см. п.п. 2.3 данного исследования) осуществлена постановка и разработка методов решения практических задач при капитальном ремонте, направленных на внедрение ЭСТ и повышение энергоэффективности МКД.

Производственная проверка надежности разработанного метода и подтверждение репрезентативности полученных результатов исследований осуществлялась на примере ЭСТ № 1, в части производства работ по утеплению наружных стен МКД.

Анализ существующих методов утеплению наружных стен МКД позволяет сделать вывод, что в настоящее время существует множество разнообразных эффективных теплоизоляционных материалов. Их использование дает возможность значительно повышать теплозащитные свойства наружных стеновых ограждающих конструкций в процессе реализации мероприятий по повышению энергетической эффективности МКД.

Для выбора варианта технологической схемы производства работ по утеплению наружных стен МКД, в работе рассмотренные следующие виды технологий:

- Вентилируемые фасады с навесной защитной облицовкой;
- Штукатурные системы утепления фасадов;

- Напыление эффективных утепляющих составов (различные виды пенополиуретана).

Исходными данными для расчета послужили заявленные стоимостные характеристики утепляющих технологий фирм - производителей.

В работе рассмотрены данные представленные производителями:

- вентилируемых фасадов с навесной защитной облицовкой [181]:

- Подсистемы из оцинкованной стали -Металл Профиль, Terreal;

- Аллюминиевые подсистемы -ДИАТ, Олма, Terreal;

- Конструкции из нержавеющей стали - КТС, U-KON;

- Штукатурных систем - Ceresit, Tex-Color, Stomix, Capatect, ЛАЭС, «Кнауф»;

- Напыляемых утепляющих составов - ISOCORK, SUBERTRES, ЭКОВАТА, Пеноизол;

- Теплоизоляции - ISOVER, URSA, GLASSWOOL, [ТехноНИКОЛЬ](#), [Rockwool](#)

В результате проведенного анализа структуры затрат на утепление стен МКД было установлено, не зависимо от вида применяемой технологии, в общей стоимости стоимость всех материалов и конструкций не превышает 52-53 %, стоимость работ - 38 - 37% и неучтенные работы составляют 8-10%.

Далее в работе были определены возможные решения по организации, механизации, технологии и управлению и сформированы варианты организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР по утеплению стен [10,14,19,20].

В результате полученные варианты организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР по утеплению стен были идентичны для всех видов технологий (таблица 4.17)

Вариативность наблюдалась при выборе решений по организации и технологии производства ремонтно-строительных операций по утеплению стен. Варианты решений наблюдались:

- по организации – О, в части изменения направления развития процесса (потока) – X_1 :

- вертикальное – X_{13} ;

- горизонтальное – X_{14} ;

- по технологии – Т, в части использования средств подмащивания – Z_1 :

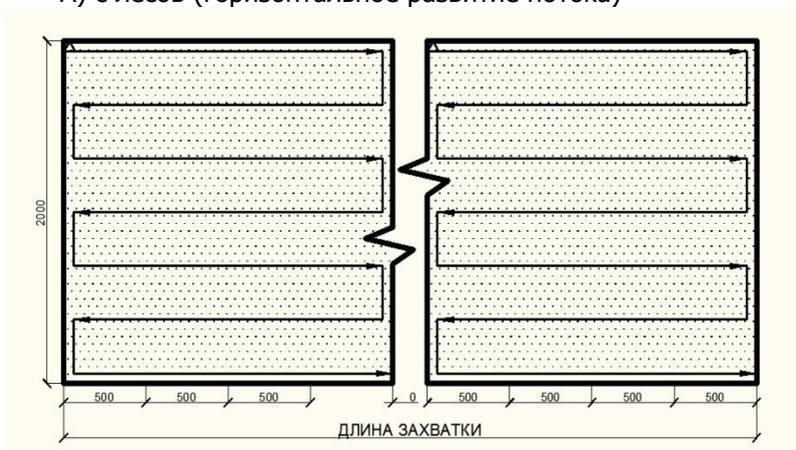
- инвентарные трубчатые леса – Z₁₁₁;
- вышки – Z₁₁₂;

Устройство теплоизоляции необходимо производить захватками. Работы утеплению стен могут осуществляться в двух направлениях: вертикально и горизонтально. Направление развития процесса (потока) – X₁ зависит от выбранных средств подмащивания и подъемного оборудования. Работы ведут вертикальными захватками (при работе с люлек) шириной, равной 4...6 м, или горизонтальными (при работе с лесов) высотой 2 м и длиной, равной длине захватки (рисунок 4.9) При вертикальных захватках утепление производят сверху вниз. [35]

Таблица 4.17 – Варианты организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при КР по утеплению стен для всех видов технологий

Виды технологий Возможные решения РСП	Вентилируемые фасады с навесной защитной облицовкой	Штукатурные системы утепления фасадов		Напыление эффективных утепляющих составов (различные виды пенополиуретана)
Организация (О)	Направление развития процесса (потока)	X ₁	X ₁₃	Вертикальное
			X ₁₄	Горизонтальное
	Последовательность выполнения работ	X ₂	X ₂₃	Комбинированная (поточная)
	Укрупнение конструкций, материалов	X ₃	X ₃₁	Без укрупнения (россыпью)
Доставка материалов под монтаж	X ₄	X ₄₂	С приобъектного склада	
Механизация (М)	Мобильные монтажные машины и механизмы	Y ₁	y ₁₃	Автомобильные краны
	Ограниченно мобильные монтажные машины и механизмы	Y ₂	y ₂₃	Подъемные платформы
	Немобильные монтажные машины и механизмы	Y ₃	y ₃₁	Простые монтажные механизмы (домкраты, строительные лебедки, люльки, тали и др.)
Технология (Т)	Средства подмащивания	Z ₁	Z ₁₁	Леса (приставные, свободностоящие, передвижные, навесные и т.д.)
			Z ₁₃	Люльки (электрические подвесные и т.п.)
	Оснастка и захват инструмента, материала	Z ₂	Z ₂₁	В обхват (обвязкой)
Подъем (перемещение) конструкций, инструмента, материала	Z ₃	Z ₃₁	Вертикальным перемещением (подъемом)	
Управление (Уп)	Команды	R ₁	r ₁₁	Речевые
	Средства	R ₂	r ₂₂	Телефон

А) с лесов (горизонтальное развитие потока)



Б) с люлек (вертикальное развитие потока)

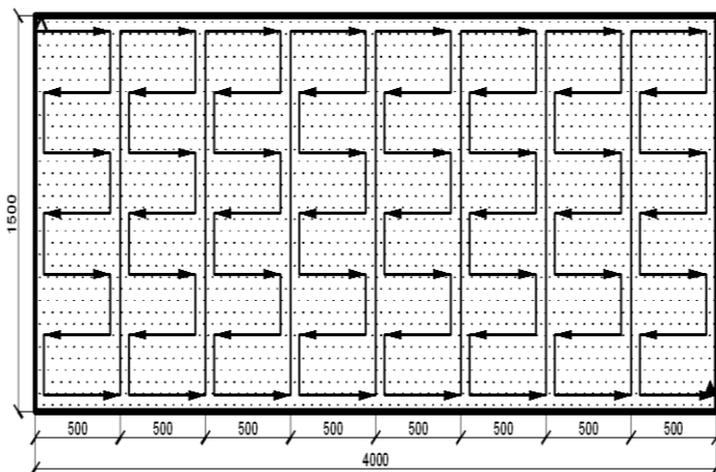


Рисунок 4.9 – Направление развития процесса (потока) на участке (захватка).

На рисунке 4.10 приведен график изменения себестоимости ремонта кв.м. фасада здания в зависимости от трудоемкости работ и вида подъемного оборудования [32,35,36].

Из графика видно, что с ростом трудозатрат менее эффективным становится применение вышек за счет более резкого увеличения себестоимости ремонтных работ. Кроме того, применение вышек целесообразно только при местном ремонте фасадных поверхностей. Поэтому в качестве средств подмащивания и подъемного оборудования при производстве работ по утеплению стен МКД следует использовать инвентарные трубчатые леса или подъемные люльки (рисунок 4.11, 4.12).

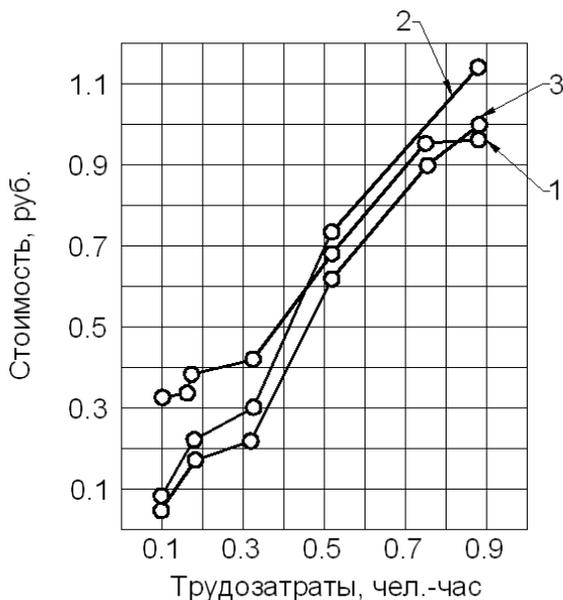


Рисунок 4.10 – График изменения себестоимости ремонта, м². фасада в зависимости от трудоемкости работ и вида подъемного оборудования

I – инвентарные трубчатые леса; 2 – шарнирные двухсекционные вышки; 3 – двухместные подъемные люльки.

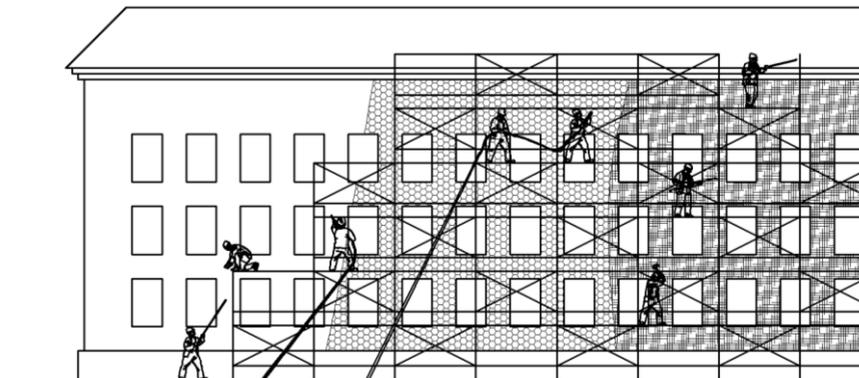


Рисунок 4.11 – Технологическая схема производства работ по утеплению стен МКД с инвентарных трубчатых лесов

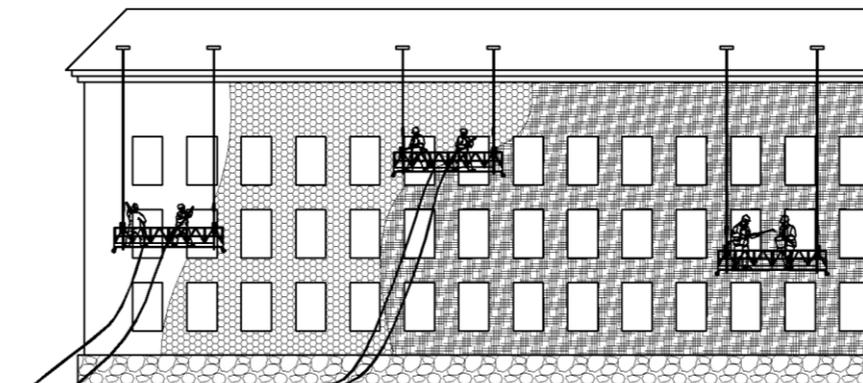


Рисунок 4.12 – Технологическая схема производства работ по утеплению стен с навесных люлек

Из многочисленных типов металлических лесов для фасадных работ широкое применение получили инвентарные трубчатые леса системы Ершова, из лесов новейших конструкций – трубчатые леса Вишнева, треста «Ленпромстрой», леса конструкции ВНИОМС, конструкции Козлова и инвентарные леса КТ-6.1-28.27-77, КТ-6.1-28.28-77; КТ-6.1-28.29-77 и др. Все перечисленные леса имеют не-

большой вес отдельных элементов (не более 25 кг), а также отсутствие резьбовых соединений дает возможность производить сборку лесов без применения специальных механизмов и приспособлений.

Широкое применение при ремонте и отделке фасадов зданий нашли подвесные люльки. Строительные люльки применяют для выполнения наружных отделочных работ. По назначению и конструкции их можно подразделить на подвесные, навесные и передвижные люльки. При производстве работ по утеплению фасадов наиболее часто применяются следующие типы люлек. Навесная люлька Главленинградстроя, Электрифицированная люлька проектного института «Мосжилпроект» и монтажная люлька системы Промстальконструкции, подъемно-подвесная люлька ЛС-80-250 СКВ Мосстроя и др. До недавнего времени наиболее широкое применение имела самоподъемная двухместная люлька конструкции Мосжилуправления.

Выбор тех или иных средств подмащивания осуществляется на основании оценки вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ по установленным, в п.п. 2.3 данного исследования, показателям: трудоемкость, стоимость и продолжительность работ

При разработке организационно-технологической документации на конкретный объект, необходимо учитывать, что в каждом конкретном случае эффективной будет технологическая схема производства работ по утеплению стен, при которой продолжительность, трудоемкость и стоимость комплекса работ будут минимальными.

Далее в работе была проверена гипотеза К.А. Шрейбера, В.В. Доста, Г.С. Иванова, что факторами, оказывающими влияние на основные организационно-технологические показатели при утеплении стен, являются толщина теплоизоляционного слоя и протяженность здания в плане.

Толщина теплоизоляционного слоя определяет расход материала на утепление здания и, таким образом, прямо влияет на стоимость комплекса работ и на производительность.

Протяженность здания в плане определяет количество перестановок инвентарных трубчатых лесов или количество перенавесок люлек и, следовательно, влияет на продолжительность, трудоемкость и сметную стоимость комплекса работ.

Для установления значений зависимостей факторов между трудоемкостью, сметной стоимостью и продолжительностью вы-

полнения комплекса работ, – с одной стороны, толщиной теплоизоляционного слоя и архитектурно-конструктивным решением здания, – с другой, был проведен активный факторный эксперимент.

Исследовались два фактора влияния: толщина теплоизоляционного слоя и протяженность здания в плане.

На основании результатов обследований жилых домов в г. Ростове-на-Дону, выполнены расчеты по определению необходимой толщины дополнительного теплоизоляционного слоя. Расчетами, проведенными для анализируемых зданий, было установлено, что толщина теплоизоляционного слоя может находиться в пределах 130...40 мм, в зависимости от типа используемой технологии утепления (вентилируемые фасады; штукатурные системы утепления; напыление эффективных утепляющих составов).

Расчеты толщины теплоизоляционного слоя проводились на семи уровнях (130 мм, 115 мм, 100 мм, 85 мм, 70 мм, 55 мм, 40мм) и протяженности здания в плане на одиннадцати уровнях (91,24 м; 124,52м; 157,79 м; 191,06 м; 224,33 м; 257,62 м; 290,87 м; 324,14 м; 357,41 м; 390,68 м; 424 м) было получено число опытов, равное 77. (Рассматривались типы жилых домов, наиболее характерные для застройки г. Ростова-на-Дону).

Для планирования эксперимента применен метод планирования полного факторного активного эксперимента. Интервалы варьирования исследуемых факторов приведены в таблице 4.18, а матрица планирования для полного факторного эксперимента – в таблице 4.19. В матрице планирования указаны все возможные сочетания нижних и верхних уровней по каждому из факторов влияния.

Таблица 4.18 – Таблица интервалов варьирования

Показатели	Толщина теплоизоляционного слоя, мм	Длина периметра здания, м
Верхний уровень	40	424
Нижний уровень	130	91,24
Средний уровень	27,5	257,62

В матрице планирования указаны все возможные сочетания верхних и нижних уровней по каждому из факторов модели. В последнем столбце записаны значения выходного параметра, соответствующие определенным сочетаниям факторов.

Таблица 4.19 – Матрица планирования для полного факторного
активного эксперимента

№ опыта	Факторы влияния		
	X_0	X_1	X_2
1	+1	-1	-1
2	+1	+1	-1
3	+1	-1	+1
4	+1	+1	+1

В результате реализации эксперимента были исследованы следующие характеристики:

Y1 – трудоемкость (чел.-час);

Y2 – продолжительность работ (час);

Y3 – сметная стоимость работ (руб.).

Трудоемкость и продолжительность работ определялись по сборникам ЕНиР, сметная стоимость – по ТЭР.

Результаты расчетов по *max* и *min* значениям факторов приведены в таблице 4.20 (при производстве работ с инвентарных трубчатых лесов) и в таблице 4.21 (при производстве работ с навесных люлек). Более подробный расчет по всем показателям варьирования исследуемых факторов в указанных интервалах (таблице 4.18), для полного факторного эксперимента – в приложении Б и В.

Расчет значений функций отклика (трудоемкость, продолжительность, сметная стоимость работ) осуществлялись с помощью инструментов программирования VBA (Visual Basic for Application) в приложении Excel и производился по уравнению вида по формулам 4.13-4.15 на всех 77 уровнях варьирования [149,150,169].

Таблица 4.20 -Трудовоемкость, продолжительность и сметная стоимость комплекса работ по утеплению стен с инвентарных трубчатых лесов

№	Показатели		Трудовоемкость чел.-ч.	Продолжительность, час	Сметная стоимость, тыс.руб.
	Длина здания в плане	Толщина теплоизоляционного слоя			
1	max 424	min 40	3605,8,5	132	1379,04
		max 130	6068	238,4	3427.19
2	min 91,24	min 40	1435,9	83,2	904,56
		max 130	1797	103	1445

Таблица 4.21 – Трудовоемкость, продолжительность и сметная стоимость комплекса работ по утеплению стен с навесных электрифицированных люлек

№	Показатели		Трудовоемкость чел.-ч.	Продолжительность, час	Сметная стоимость, тыс.руб.
	Длина здания в плане	Толщина теплоизоляционного слоя			
1	max 424	min 40	3666	136,6	1532,03
		max 130	6211,3	267	3521,6
2	min 91,24	min 40	1273,8	64,8	890,15
		max 130	1611	86,7	1283,63

Коэффициенты уравнений регрессии были определены из выражения 2.15, полученные коэффициенты в уравнениях регрессии значимы, гипотеза адекватности модели в проверке не нуждается (таблицы 4.22, 4.23).

Рассматривая математические модели, можно сделать следующий вывод: для параметров оптимизации Y_1 (трудоемкость), Y_2 (продолжительность работ), Y_3 (сметная стоимость работ) коэффициенты уравнений регрессии имеют знак "плюс". Уменьшение значений влияющих факторов X_1 и X_2 (длина здания в плане и толщина теплоизоляционного слоя) ведет к уменьшению параметров оптимизации Y_1, Y_2, Y_3 , а в данном случае задача как раз и состоит в их минимизации.

Таблица 4.22 – Математические модели описания в кодированных переменных

Вариант	Уравнение регрессии
Вариант I (для производства работ с лесов)	$Y_1 = 3605,58 + 504,17X_1 + 1922,33X_2 + 256,84X_1X_2$ $Y_2 = 156,1 + 17,05X_1 + 64,55X_2 + 8,7X_1X_2$ $Y_3 = 15261,5 + 5479,5X_1 + 6433,5X_2 + 4189,5X_1X_2$
Вариант II (для производства работ с люлек)	$Y_1 = 3146,25 + 504,17X_1 + 1625,07X_2 + 256,83X_1X_2$ $Y_2 = 131,35 + 17,056X_1 + 58,195X_2 + 8,695X_1X_2$ $Y_3 = 14922,25 + 5479,75X_1 + 6213,75X_2 + 4189,25X_1X_2$

Таблица 4.23 – Математические модели описания в абсолютных переменных

Вариант	Уравнение регрессии
Вариант I (для производства работ с лесов)	$Y_1 = 460,22 + 6,14X_1 + 9,13X_2 + 0,088X_1X_2$ $Y_2 = 50,54 + 0,204X_1 + 0,306X_2 + 0,00299X_1X_2$ $Y_3 = 6891,15 - 57,87X_1 - 0,93X_2 + 1,44X_1X_2$
Вариант II (для производства работ с люлек)	$Y_1 = 461,19 + 6,14X_1 + 7,34X_2 + 0,088X_1X_2$ $Y_2 = 36,25 + 0,204X_1 + 0,268X_2 + 0,00299X_1X_2$ $Y_3 = 6892,1 - 57,87X_1 - 2,25X_2 + 1,44X_1X_2$

Процент влияния факторов на трудоемкость, продолжительность и сметную стоимость работ приведен в таблице 4.24.

Далее для нахождения экстремального значения (минимальное или максимальное) показателей трудоемкости, продолжительности и сметной стоимости в зависимости от имеющихся исходных данных: толщины теплоизоляционного слоя и протяженности здания в плане, была решена задача тремя методами безусловной оптимизации (покоординатного спуска; Нелдера-Мида; Градиентные методы).

Таблица 4.24 – Степень влияния факторов на значения параметров оптимизации

Вариант	Показатели	Влияние факторов на параметры оптимизации, %	
		Толщина теплоизоляционного слоя, мм (X_1)	Протяженность здания в плане, м (X_2)
Вариант I (для производства работ лесов)	Трудоемкость	20,8	79,2
	Продолжительность	20,9	79,1
	Сметная стоимость	46,0	54,0
Вариант II (для производства работ люлек)	Трудоемкость	23,7	76,3
	Продолжительность	22,7	77,3
	Сметная стоимость	46,9	53,1

Для построения графиков были составлены уравнения линий тренда:

$$y_1 = 0,080x^2 + 42,809 + 1483$$

$$y_2 = 0,029x^2 + 1,405x + 85,805$$

$$y_3 = 294,87x^2 - 445,37x + 10^{-6}$$

$$y_4 = 0,0005x^2 + 0,405x + 11,541$$

$$y_5 = -8 \cdot 10^{-5}x^2 - 0,0018x + 0,524$$

$$y_6 = 0,1683x^2 + 73,904x + 3978,2$$

Для наглядности и сокращения расчетов в практике проектирования, строительства и ремонта, по результатам расчетов, была построена номограмма (рисунок 4.13), дающая возможность определять любые промежуточные значения переменных величин. Номограмма (греч. νόμος — закон) — графическое представление функции от нескольких переменных, позволяющее с помощью простых геометрических операций (например, прикладывания линейки) исследовать функциональные зависимости без вычислений [180].

Расчеты осуществлялись посредством программного комплекса "Montage" разработанной специалистами компании March Consulting Group. Программа "Montage":

- Осуществляет контроль правильности ввода информации;
- Простой "механизм" статистического анализа вводимой информации;
- Возможность использования устройств автоматического ввода данных;
- Простота создания любого из видов графиков.

Построенная номограмма для определения значений трудоемкости, сметной стоимости и продолжительности комплекса работ дают возможность в производственных условиях определять значения технологических и организационных параметров, выбирать эффективную технологическую схему производства работ по утеплению наружных стен МКД.

В результате проведенных проверочных расчетов было установлено, что технологическая схема производства работ с инвентарных трубчатых лесов является наиболее рациональной при производстве теплоизоляционных работ на протяженных (в плане) зданиях высотой до 20м, так как снижается общая сметная стоимость до 5%, за счет снижения стоимости работ на 10% и неучтенных работ на 8% в общей структуре затрат. Сокращение трудоемкости до 15% и продолжительности на 12%.

Технологическая схема производства работ с навесных люлек состоит из тех же операций, но вместо установки и разборки инвентарных трубчатых лесов производят навеску, перестановку и демонтаж электрифицированных люлек. Эта технологическая схема целесообразна при производстве работ на непротяженных (в плане), как правило, односекционных зданиях повышенной этажности, а так же на не типовых зданиях с большим количеством выступающих частей (лифтовых шахт, эркеров и др.). При выборе

данной технологической схемы снижается общая сметная стоимость до 7%, за счет снижения стоимости работ на 12% и неучтенных работ на 10% в общей структуре затрат. Сокращение трудоемкости до 20% и продолжительности на 15%.

В каждом случае эффективной будет технологическая схема производства работ по утеплению наружных стен МКД, при которой продолжительность, трудоемкость и стоимость комплекса работ будут минимальными.

Таким образом, применение полученных результатов расчетов дает возможность провести оценку и выбор технологической схемы производства работ при утеплении стен МКД уже на стадии проектирования по основным организационно-технологическим показателям (трудоемкость, продолжительность работ, сметная стоимость работ) в зависимости от поставленной цели (в данной работе ставилась цель – минимизация всех видов затрат).

Дальнейшее совершенствование методики выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте предполагает проведение дополнительных расчетов, определяющих основные производственные условия, направленные на применение разработанного метода при выполнении работ по всем обязательным (шести) видам работ по КР и предложенным комплексам энергосберегающих мероприятий.

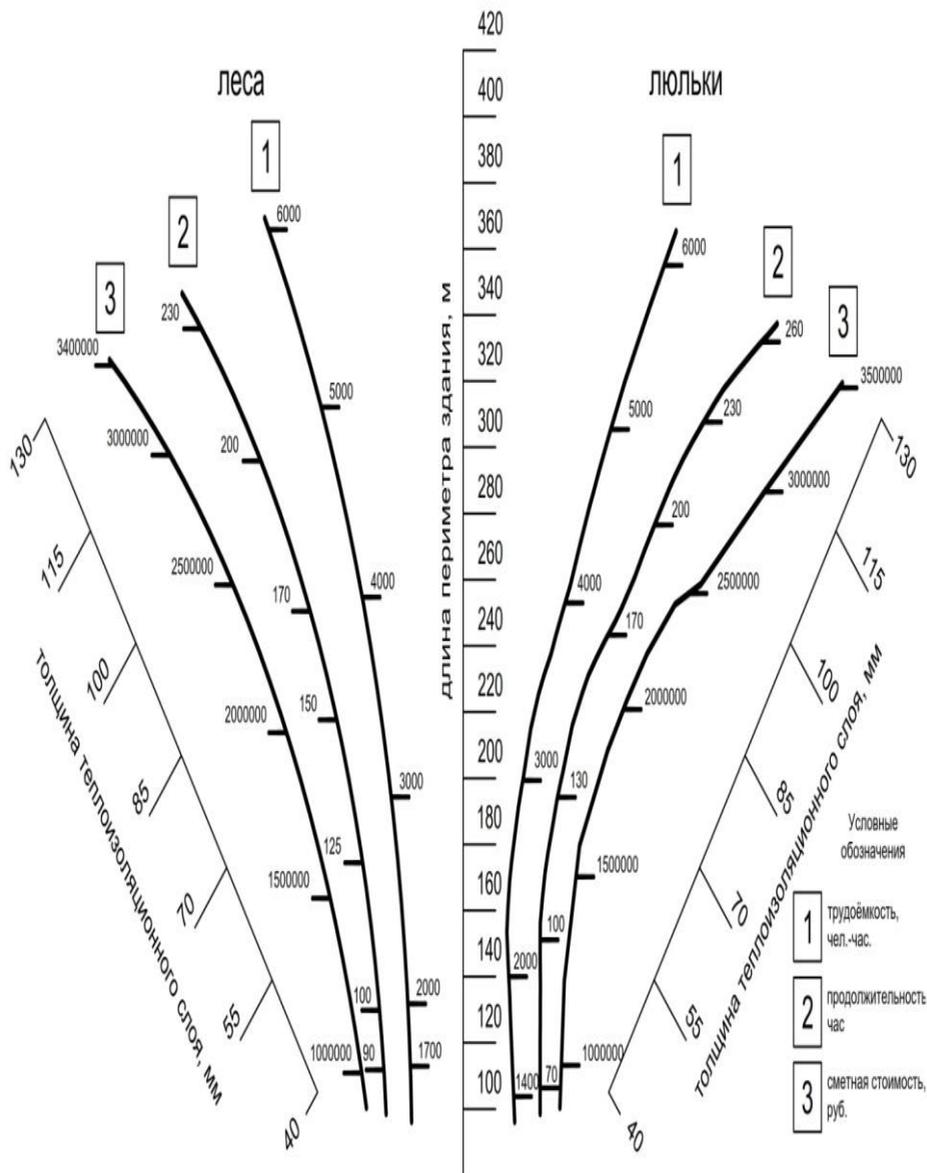


Рисунок 4.13 – Номограмма для определения значений трудоемкости, продолжительности и сметной стоимости при производстве работ по утеплению стен.

Выводы по главе 4

1. Реализация предлагаемого варианта последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР и эффективности принимаемой к исполнению технологии на одном МКД позволит сократить уровень потерь энергоносителей (тепло, электричество, вода, газ) к базовому (по РП КР) на 15%, что позволит увеличить к 2044 г. (окончание действия программы) экономию расходов на оплату коммунальных услуг до 40% , или до 13% от кумулятивных затрат на капитальный ремонт за этот же период. Тогда при сохранении экономии на протяжении 25 лет после 2044г., за счет этой экономии окупится 55% всех затрат на капитальный ремонт.
2. Выполненные экспериментальные исследования подтвердили адекватность разработанной модели выбора наиболее оптимального сочетания вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии.
3. Полученные показатели по вариантам последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР в рамках региональной программы не могут дать однозначного ответа о его приоритетности, так как принимаемое решение базируется не только на технико-экономических показателях, но также основывается на политических и социальных аспектах проблемы.
4. Предложенный алгоритм позволил определить эффективность внедрения ЭСТ, рассчитать условия реализации и найти путь, имеющий минимальные потери, а также построить план последовательности организации ремонтно-строительного производства при проведении КР для каждой из возможных стратегий реализации.
5. Построена номограмма для определения значений трудоемкости, сметной стоимости и продолжительности комплекса работ дают возможность в производственных условиях определять значения технологических и организационных параметров, выбирать эффективную технологическую схему производства работ по утеплению наружных стен МКД.

6. Применение полученных результатов расчетов дает возможность провести оценку и выбор технологической схемы производства работ при утеплении стен МКД уже на стадии проектирования по основным организационно-технологические показателям (трудоемкость, продолжительность работ, сметная стоимость работ) в зависимости от поставленной цели (в данной работе ставилась цель – минимизация всех видов затрат).
7. Дальнейшее совершенствование методики выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте предполагает проведение дополнительных расчетов, определяющих основные производственные условия, направленные на применение разработанного метода при выполнении работ по всем обязательным (шести) видам работ по КР и предложенным комплексам энергосберегающих мероприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной в диссертации целью определены общие закономерности организации ремонтно-строительного производства путем моделирования организационно-технологических решений с использованием энергосберегающих технологий при проведении капитального ремонта многоквартирных домов.

Основные выводы и результаты исследования состоят в следующем:

1. Определены основные особенности организации ремонтно-строительного производства;

2. Предложен комплекс энергосберегающих мероприятий, выполняемый при производстве основных видов работ по КР, которые позволят повысить уровень энергоэффективности здания и комфорта проживания в нем;

3. Создана модель, позволяющая определить наиболее оптимальное сочетание вариантов последовательности включения ЭСТ в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР МКД и эффективность принимаемой к исполнению технологии.

4. Разработана модель, позволяющая рассчитать условия одновременной реализации энергосберегающих технологий и построить план последовательности их включения в процесс ремонтно-строительного производства при проведении КР;

5. Рекомендованы эффективные научно обоснованные методы оценки и выбора рациональных вариантов технологических схем производства работ при капитальном ремонте зданий.

6. Разработан алгоритм выбора варианта организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при утеплении наружных стен жилых зданий.

7. Полученные результаты экспериментальных исследований позволили подтвердить адекватность разработанных моделей, корректность принятых допущений и точность результатов теоретических расчетов.

8. Даны практические рекомендации по моделированию организации ремонтно-строительного производства при реализации Региональной программы по проведению капитального ремонта на территории Ростовской области на 2014-2049 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абелев М.Ю. Аварии фундаментов сооружений: учебное пособие/ М.Ю.Абелев – М.: СИ, 1975. – 85 с.
2. Абрамов Л.И. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией: учебное пособие/Л.И.Абрамов, Э.Ф.Манаенкова. – М.: СИ, 1990. – 400 с.
3. Авдеев Ю.А. Оперативное планирование в целевых программах / Ю.А. Авдеев. – Одесса: Маяк, 1990. – 132 с.
4. Аганбегян А.Г. Система моделей/ А.Г.Аганбегян, К.А.Багриновский, А.Г.Гранберг. – Свердловск: Изд-во УПИ, 1999 – 170 с.
5. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
6. Алтаев В.Я. Теория сетевого планирования и управления / В.Я. Алтаев, В.Н. Бурков, А.И. Тейман. – Автоматика и телемеханика, 1966. – Т. XXVII, № 5. – С. 22-31.
7. Алферов В.И. Основы научных исследований по управлению строительным производством: лаб. практикум / В.И. Алферов [и др.]. – Воронеж: Научная книга, 2011. – 188 с.
8. Алферов В.И. Прикладные задачи управления строительными проектами / В.И. Алферов [и др.]. – Воронеж: Центрально–Черноземное книжное издательство, 2008. – 765 с.
9. Алферов В.И. Прикладные задачи управления строительными проектами / В.И. Алферов [и др.]. – Воронеж: Центрально–Черноземное книжное издательство, 2008. – 765 с.
10. Ансоф И. Стратегическое управление / И. Ансоф. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
11. Арнольд В.И. О функциях трех переменных / В.И. Арнольд // Докл. АН СССР, 1957. – Т. 114, № 4. – С. 679-681.
12. Атаев С.С. Технология строительного производства/С.С.Атаев, Н.Н.Данилов, Б.В.Прыкин [и др.] – М.: СИ, 1984. – 599 с.
13. Аткинсон Р. Введение в математическую теорию обучения / Р. Аткинсон, Г. Бауэр, Э. Кротерс – М.: Мир, 1969. – 486 с.
14. Бабунашвили М.К. Контроль и управление в организационных системах / М.К. Бабунашвили, М.А. Бермант, И.Б Руссман – Экономика и математические методы, 1969. – Т.V. – № 2. – С.272-284.

15. Бабунашвили М.К. Оперативное управление в организационных системах / М.К. Бабунашвили, М.А. Бермант, И.Б. Русман- Экономика и математические методы, 1971. – Т.7. – № 3. – С.480-492.

16. Багриновский К.А. Экономические методы стимулирования ресурсосберегающих технологий – Управление экономикой переходного периода / К.А.Багриновский. – М.: Наука, Физматгиз, 1998г. – Вып. 3.

17. Байнов В.Ф. Особенности определения экономической эффективности энергопотребления/ В.Ф.Байнов, Н.Ф.Дюдяев – Междун. науч.-практ. конф. Математические методы и компьютеры в экономике. – Пенза, 1997.

18. Бакушин Н.В. Выбор рациональных технологических решений при капитальном ремонте и реконструкции зданий: дис. канд. техн. наук: 05.23.08/Бакушин Николай Васильевич. – М., 1998. – 128 с.

19. Баркалов П.С. Задачи распределения ресурсов в управлении проектами / П.С. Баркалов, И.В. Буркова, А.В. Глаголев, В.Н. Колпачев. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 65 с.

20. Баркалов С.А. Методы агрегирования в управлении проектами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Н.М. Гилязов. – М.: ИПУ РАН, 1999. – 55 с.

21. Баркалов С.А. Минимизация упущенной выгоды в задачах управления проектами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Н.М. Гилязов, П.И. Семенов. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 67 с.

22. Баркалов С.А. Модели и методы управления строительными проектами / С.А. Баркалов[и др.]. – М.: Уланов-пресс, 2007. – 440 с.

23. Баркалов С.А. Модели и механизмы управления недвижимостью / С.А. Баркалов[и др.]. – М.: Уланов-пресс, 2007. – 309 с.

24. Баркалов С.А. Оптимальное размещение проекта во времени / С.А. Баркалов, А.В. Великов, В.И. Алферов, Д.А. Хвастунов – Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та, 2008. – Т. 4, №3. – С. 79-83.

25. Баркалов С.А. Системный анализ и принятие решений / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, И.С. Суровцев. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2010. – 652 с.

26. Баринов В.А. Энергетика России: взгляд в будущее: обосновывающие материалы к Энергетической стратегии России на период до 2030 года/ В.А. Баринов [и др.]: ред. А.Б. Яновский [и др.]. –М., 2010. – 609 с.

27. Бендиков М.А. Некоторые направления повышения эффективности российских высоких технологий – Менеджмент в России и за рубежом, 2000. -№8 – С. 48-52.

28. Берзин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем / Е.А. Берзин – М.: Сов. Радио, 1974. – 304 с.

29. Бессонов В.А. Проблемы построения производственных функций в российской переходной экономике / В.А. Бессонов, С.В. Цухло – Анализ динамики российской переходной экономики. – М.: Ин-т экономики переходного периода, 2002. – С. 5-89.

30. Бородин А.И. Методы решения задач минимизации стоимости работ, отдаваемых на субподряд / А.И. Бородин, М.П. Михин – Современные сложные системы управления: сб. ст. по материалам междунар. науч.-техн. конф. – Старый Оскол, 2012. – С. 17 – 19.

31. Бородин А.И. Эвристические алгоритмы распределения ресурсов / А.И. Бородин, А.Н. Симоненко – Экономика и менеджмент систем управления, 2012. – №1 (3). – С. 16 – 25.

32. Булгаков С. Н. Реконструкция жилых домов первых массовых серий малоэтажной жилой застройки / С. Н. Булгаков. – М.: РААСН, 2001.

33. Булгаков С.Н.Технологичность бетонных конструкций и проектных решений/С. Н. Булгаков – М.: СИ, 1983. – 303 с.

34. Бурков В.Н. Большие системы: моделирование организационных механизмов / В.Н. Бурков [и др.]. – М.: Наука, 1989. – 245 с.

35. Бурков В.Н. Задачи дихотомической оптимизации / В.Н. Бурков, И.В. Буркова. – М.: Радио и связь. – 2003. – 156 с.

36. Бурков В.Н. Механизмы стимулирования в вероятностных моделях социально-экономических систем / В.Н. Бурков, А.К. Еналеев, Д.А. Новиков – Автоматика и телемеханика, 1993. – № 11. – С. 3 – 30.

37. Бурков В.Н. Прикладные задачи теории графов / В.Н. Бурков, И.А. Горгидзе, С.Е. Ловецкий. – Тбилиси: Мецниереба, 1974. – 234 с.

38. Бурков В.Н. Распределение ресурсов как задача оптимального быстрогодействия / В.Н. Бурков – Автоматика и телемеханика, 1966. – Т. 27, № 7. – С. 119-129.

39. Бурков В.Н. Теория графов в управлении организационными системами / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 265 с.

40. Бурков В.Н., Буркова И.В., Попок М.В. Метод дихотомического программирования. – Управление большими системами / Сборник трудов. Выпуск 9: «Лаборатория активных систем. 30 лет». /Общая редакция – Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2004.С. 57-75.
41. Буркова И.В., Колпачев В.Н., Лихотин Ю.П. Модель распределения накапливаемых ресурсов при управлении проектом // Современные сложные системы управления (СССУ/HTCS 2003): Сборник трудов научно-практической конференции / Под ред. д.т.н., проф. Буркова В.Н., д.т.н., проф. Баркалова С.А. д.т.н., проф. Кузнецова Л.А. – Воронеж: ВГАСУ, 2003. С. 207 – 209.
42. Васильев Г.П. Энергоэффективные здания с теплонасосными системами теплоснабжения – ЖКХ, 2002. – №12.
43. Великанов Н.Л., Наумов В. А., Примак Л.В. Определение ограничительных параметров технологической схемы сноса зданий и сооружений [электронный ресурс] – Механизация строительства. — 2014. — № 12. — с. 36-42. Режим доступа: <http://ms.en-journal.net/article/10749/>
44. Воропаев В.И. Обобщенные сетевые модели / В.И. Воропаев, М.В. Шейнберг [и др.]. – М.: ЦНИПИАС, 1971. – 118 с.
45. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» / В.Г.Гагарин, В.В.Козлов – Жилищное строительство, 2011. – № 8. – С. 2-6
46. Гагарин В.Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях рыночной экономики //Светопрозрачные конструкции, 2002. – № 3. – С. 2.
47. Градостроительный кодекс Российской Федерации № 190-ФЗ: [федер. закон: принят Гос.Думой 22.12.2004 г.: по состоянию на 31.12.2014 г.]
48. Гурин Л.С. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов / Л.С. Гурин, Я.С. Дымарский, А.Д. Меркулов – М.: Сов. Радио,1968. – 324 с.
49. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надёжность строительного производства/ А.А.Гусаков – М.: СИ, 1974. – 254 с.
50. Гусаков А.А. Системотехника строительства/ А.А.Гусаков – Рос. АН, Науч. совет по комплекс. пробл. "Кибернетика", 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1993. – 366. – [2] с. ил. 21 см.

51. Доста В.В. Выбор рациональных организационно-технологических решений при реконструкции зданий: дис. канд. техн. наук: 05.23.08/Доста Василий Васильевич. – М., 1998. – 155 с.

52. Енюков И.С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа / И.С. Енюков. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 232 с.

53. Жилищный кодекс Российской Федерации № 188-ФЗ: [федер. закон: принят Гос. Думой 22.12.2004 г.: по состоянию на 29.12.2014 г.]

54. Завадскас Э.К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве/ Э.К. Завадскас – Вильнюс: Мокслас, 1987. – 210 с.

55. Завадскас Э.К. Основы оптимизации строительного производства. / Э.К. Завадскас – Вильнюс, 1979. – 76 с.

56. Зуховицкий С.И. Математические методы сетевого планирования / С.И. Зуховицкий, И.А. Радчик. – М.: Наука, 1965. – 296 с.

57. Иванченко А.И. Использование функциональных уравнений для восстановления вида функции полезности / А.И.Иванченко, И.Б. Руссман /- Системный анализ в проектировании и управлении: Труды IX международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 30 июня-8 июля 2005 г. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2005. – С. 47-48.

58. Иванов Г.С. Нормирование и рентабельность повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций: Жил. Стр-во, 1994. – №1. – С.23-26.

59. Иванов Г.С. Об ошибках нормирования уровня теплозащиты ограждающих конструкций: Жил. стр-во, 1996. – №9. – С. 11-13.

60. Интриллигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория/ М. Интриллигатор – М.: Прогресс, 1975. – 606 с.

61. Каплинский А.И. Моделирование и автоматизация слабоформализованных задач выбора наилучших вариантов систем / А.И. Каплинский, И.Б. Руссман, В.М. Умывакин. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. – 168 с.

62. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

63. Кириллова А.Н. Грабовый К.П. Анализ энергоэффективности в Российской Федерации и за рубежом./ А.Н.Кириллова

К.П. Грабовый – Сборник ЖКХ-2010. Современные проблемы и пути развития. – Москва, 2010.

64. Комков Н.И. Организация систем планирования и управления прикладными исследованиями и разработками / Н.И. Комков, Б.И. Левин, Б.Е. Журдан. – М.: Наука, 1986. – 233 с.

65. Кононенко А.Ф. Принятие решений в условиях неопределенности / А.Ф. Кононенко, А.Д. Халезов, В.В. Чумаков. – М.: ВЦ АН СССР, 1991. – 211 с.

66. Котенко А.М. Оценка организационно-технологических решений / А.М. Котенко, П.Н. Курочка // Известия ТГУ. Сер.: Строительство и архитектура, 2004. – Вып. 6. – С. 35-41.

67. Кравченя Э.М. Охрана труда и энергосбережения/ Э.М.Кравченя, Р.Н.Козел, И.П. Свирид – М.: ТетраСистемс, 2008. – 245 с.

68. Кривошеин А.Д. Методическое пособие по теплотехническому расчету ограждающих конструкций зданий / А.Д. Кривошеин, Г.А. Пахотин, С.Н. Апатин. Омск: СибАДИ, 1997. – 56 с.

69. Куликов Ю.А. Оценка качества решений в управлении строительством / Ю.А. Куликов. – М.: Стройиздат, 1990. – 144 с.

70. Курочка П.Н. Задачи оптимального размещения ресурсов организации / П.Н. Курочка, В.Н. Шипилов, Б.А. Шиянов – Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 5, № 5. – С. 64–70.

71. Курочка П.Н. Оценка вариантов технологии возведения каркаса жилого здания на базе матриц логической свертки / П.Н. Курочка, П.В. Михин – Современные сложные системы управления: сб. науч. тр. 5-й междунар. конф. – Краснодар, 2004. – С. 69-71.

72. Курочка П.Н. Оценка технологичности вариантов возведения каркаса на основе нечетких множеств / П.Н. Курочка, П.В. Михин -Современные сложные системы управления: сб. науч. тр. 5-й междунар. конф. – Краснодар, 2004. – С. 125-129.

73. Ливчак В. И. Энергосбережение и энергоэффективность – это борьба с расточительностью, а не снижение комфортных условий: АВОК, 2010. – № 2.

74. Ливчак В. И., Табунщиков Ю. А. Экспресс-энергоаудит теплопотребления жилых зданий: особенности проведения: Энергосбережение, 2009. – № 2.

75. Леденева Т.М. Моделирование прогресса агрегирования информации в целенаправленных системах /Т.М. Леденева-Воронеж.: Изд.-во ВГУ, 1999. – 154с.

76. Ли Э.Б. Основы теории оптимального управления / Э.Б. Ли, Л. Маркус. – М.: Наука, 1972. – 576 с.

77. Литвак, Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
78. Грабовый П.Г. Основы ресурсосбережения в жилищно-коммунальной сфере/ П.Г.Грабовый, И.Г.Лукманова, Л.Н.Чернышев – монография: Иркутск, 2008.
79. Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе – М.: Наука, 1983. – 392 с.
80. Мешичек В.В., Ройтман А.Г. Капитальный ремонт, модернизация и реконструкция жилых зданий / В.В.Мешичек, А.Г.Ройтман – М.: СИ, 1987. –241 с.
81. Миловидов Н.Н., Осин В.А., Шумилов М.С. Реконструкция жилой застройки / Н.Н.Миловидов, В.А.Осин, М.С.Шумилов – М.: ВШ, 1980. – 240 с.
82. Мильнер Б.З. Системный подход к организации управления / Б.З. Мильнер – М.: Экономика, 1983. – 224 с.
83. Михалевич В.С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем / В.С. Михалевич, В.Л. Волкович. – М.: Наука, 1982. – 286 с.
84. Михалко В.Р. Ремонт конструкций крупнопанельных зданий/ В.Р.Михалко – М.: СИ, 1986. – 311 с.
85. Михин М.П. Задача оптимального совмещения проектно-строительных работ / М.П. Михин – «Системы управления и информационные технологии» Научно-техн. журнал – Москва-Воронеж: Научная книга, 2012. – № 2.2 (48). – С. 268-272.
86. Михин М.П. Методология проблемно-ориентированных задач календарного планирования проектных работ / А.И. Бородин, М.П. Михин, В.В. Зубарев – «Системы управления и информационные технологии» Научно-техн. журнал. – Москва-Воронеж: Научная книга, 2012. – № 1 (47) – С.39-41.
87. Могутов В.А. Метод расчета теплового режима зданий. Труды НИИСФ. Вып. 6 (XX) «Теплофизика легких ограждающих конструкций». – М. – 1973.
88. Могутов В.А. Температурный режим малоинерционных ограждений зданий при периодических тепловых воздействиях внешней среды. Автореферат, -М.: НИИСФ, 1984.
89. Монфред Ю.Б. Рекомендации по анализу технологичности серий типовых проектов крупнопанельных зданий / Ю.Б.Монфред, В.П.Финельд – М.: 1975. – 89 с.
90. Муниципальная программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности города Ростова-на-Дону на период до 2014 года.

91. М 24.26/07 Наружные стены, стены подвала, покрытия, чердачные перекрытия, перегородки, ограждающие конструкции мансард и полы с теплоизоляцией из минераловатных плит «ROCKWOOL». Материалы для проектирования. – М.: ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 2008.

92. Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в моделях активных систем с нечеткой неопределенностью / Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 1997. – 101 с.

93. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем / Д.А. Новиков. – М.: Фонд «Проблемы управления», 1999. – 150 с.

94. Околелова Э.Ю. Инвестиции в недвижимость [Текст]: Монография / под ред. В.В. Гасилова – Воронеж, 2006. – 193 с.

95. Околелова Э.Ю. Управление инвестиционными проектами с применением теории графов/ Э.Ю.Околелова, В.М.Пигач – Информационная экономика и управление динамикой сложных систем №5 / Барнаул, 2004 (в т.ч. автором – 0,23 п.л.)

96. Околелова Э.Ю. Построение оптимальной композиционной структуры управления проектами с применением теории графов / Э.Ю.Околелова, В.М.Пигач – Информационно-аналитический бюллетень «Конкурсные торги».- М. – 2004. – Приложение № 13 (155). – С. 41-48, (в т.ч. автором – 0,2 п.л.)

97. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2011г. № 318 «Об утверждении правил осуществления государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» – М.: 2011.

98. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011г. № 19 «Об утверждении Положения о требованиях, предъявляемых к сбору, обработке, систематизации, анализу и использованию данных энергетических паспортов, составленных по результатам обязательных и добровольных энергетических обследований» – М., 2011.

99. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011г. № 20 «Об утверждении Правил представления федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления информации для включения в государственную информационную систему в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» – М., 2011.

100. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2009г. № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» – М, 2009.

101. Потапенко А.М. Модели и механизмы перераспределения ресурсов при управлении проектом / А.М. Потапенко – Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах: межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж: ВГТУ, 2003. – С. 209 – 215.

102. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 19 апреля 2010 г. № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования» – М: 2010.

103. Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 7 июня 2010 г. № 273 «Об утверждении Методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях» – М., 2010.

104. Приказ Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 17 января 2000г. №5 «Об утверждении Рекомендации по первоочередным малозатратным мероприятиям, обеспечивающим энергоресурсосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве города» – М., 2000.

105. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 17 февраля 2010 г. № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных и муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» – М., 2010.

106. Приказ министерства регионального развития Российской Федерации от 28 мая 2010 года № 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений и сооружений» – М., 2010.

107. Примак Л.В. Оценка возможностей по повышению энергосбережения и энергоэффективности зданий / Л. В. Примак [и др.] – Механизация строительства. – 2010. – N 10. – С. 26-29. – Библиогр.: с. 29 (2 назв.).

108. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р «Об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2030 года» – М.: 2009.

109. Ройтман А.Г., Смоленская Н.М. Ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий/ А.Г.Ройтман, Н.М.Смоленская – М.:СИ, 1978. – 317 с.

110. Ройтман А.Г. Надёжность конструкций эксплуатируемых зданий/ А.Г.Ройтман – М.:СИ, 1985. – 176 с.

111. Ройтман А.Г. Оптимизация технических решений ремонта конструкций эксплуатируемых жилых зданий: консп.лекций / А.Г. Ройтман – ЦМИПКС. – М.: 1987. – 29 с.

112. Савин В.К. Теплообмен в светопрозрачных ограждающих конструкциях./ В.К.Савин, В.А. Дроздов, Ю.П.Александров – М.: Стройиздат, 1979. – 307 с.

113. Самарин О.Д.Технико-экономическое сравнение оптимального комплекса энергосберегающих мероприятий с нормативными решениями/ О.Д.Самарин – Полимергаз. – 2008.–№1. – С. 44–47.

114. Самарин О.Д. О возможностях комплексного энергосбережения в общественных и многофункциональных зданиях за счет малозатратных инженерных решений/ О.Д.Самарин Энергоэффективность. Опыт. Проблемы. Решения.–2008.–№1-2.–С.41–45.

115. Соболев В.В. Энергосберегающие мероприятия при реконструкции комплекса зданий Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института)/ В.В. Соболев, И.А. Чернышкова – Известия учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки, 2011. – № 4 – С. 99-102.

116. Соболев В.В. Математическое моделирование в организации и технологии строительства/ В.В. Соболев – Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно-Российский гос. технический ун-т (Новочеркасский политехнический ин-т) – Новочеркасск, 2011.

117. Соболев В.В. Математическое моделирование и методы оптимизации в проектировании организации строительства / В.В. Соболев. – Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки, – 2011 – № 1 – С. 106-109.

118. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий, 2004.

119. СНиП I-2 Строительная терминология, часть 1, общие положения, глава 2. – М.: Стройиздат, 1980.

120. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве
Часть 1. Общие требования. – М.: Государственный комитет Рос-
сийской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному
комплексу, 2001.

121. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий, 2003.

122. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зда-
ний, 2004.

123. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строи-
тельных конструкций зданий и сооружений. – М.: Госстрой России,
2004.

124. СП 48.13330.2011 (СНиП 12-01-2004) Организация
строительства, 2011.

125. СТО 17532043-001-2005 Нормы теплотехнического
проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэф-
фективности зданий. – М.: Российское научно-техническое обще-
ство строителей (РНТО строителей), 2006 г.

126. СТО 017 НОСТРОЙ 2.33.13-2011 Капитальный ремонт
многоквартирных домов без отселения жильцов. – М.: Саморегули-
руемая организация некоммерческого партнерства «Межрегио-
нальное отделение дорожников «Союздорстрой», 2011.

127. СТО 017 НОСТРОЙ 2.33.14-2011 Организация строи-
тельного производства. Общие положения. – М.: Саморегулируе-
мая организация некоммерческого партнерства «Межрегиональное
отделение дорожников «Союздорстрой», 2011.

128. Степанов В.С. Эффективность использования энергии.
/ В.С.Степанов, Т.Б.Степанова – Новосибирск: Наука, Сиб.отд-ние,
1994. 257 с.

129. Судаков Г.В. Управление энергоснабжением и энер-
гоэффективностью на промышленных предприятиях и в ЖКХ /
Г.В.Судаков – Благовещенск Амурский гос. ун-т 2006 – 159 с. ил.,
табл. 21 см

130. ТСН 12-305-95-СО Территориальные строительные
нормы Самарской области. Теплоизоляция наружных стен жилых и
общественных зданий пенополиуретаном.-М.: Медиа Сервис,
2011г.

131. Трухина Н.И. Методология формирования эффектив-
ной системы мониторинга в управлении городской жилищной не-
движимостью: дис....канд. экон. наук: 08.00.05/Трухина Наталья
Игоревна. – М., 2007. – 370 с.

132. Уздемир, А.П. Динамические целочисленные задачи
оптимизации в экономике / А.П. Уздемир; РАН. – М.: Физматлит,
1995. – 288 с. – (Оптимизация и исследование операций).

133. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. – М: 2009.

134. Федеральный закон «О теплоснабжении» № 190-ФЗ от 27 июля 2010 г. – М: 2010.

135. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. – М: 2009.

136. Федеральный закон «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» № 271-ФЗ от 25 декабря 2012.

137. Федоров С.Н. Приоритетные направления для повышения энергоэффективности зданий / С.Н.Федоров – Энергосбережение, 2008. – №5. –с.23-25.

138. Филиппов А. М. Класс энергоэффективности жилых зданий: теория и практика / А. М. Филиппов // Энергосбережение. – 2011. – N 4. – С. 23-28

139. Фоков Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий / Р.И. Фоков. – Киев: «Будівельник», 1969. – 192 с.

140. Цай Т. Н. Организация и управление строительством в США/ Т. Н.Цай, В. Т.Цай – М.: обз. инф., ВНИИНИПИ, 1992. – 59. с.

141. Цай Т.Н. Организация строительного производства/ Т.Н.Цай, П.Г.Грабовый, В.А.Большаков, С.М.Яровенко, Л.С.Алешина, В.Л. Заверняев, Б.С.Марашда, К.Г.Романова, Б.Ф.Ширшиков – М.: Изд-во АСВ, 1999. -432с.

142. Цай Т.Н., Конкуренция и управление рисками на предприятиях в условиях рынка/ Т.Н.Цай, П.Г.Грабовый, МарашдаБасамСайел – М.: "АИАНС, 1997.- 288 с.

143. Цыганов, В.В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении / В.В. Цыганов. – М.: Наука, 1991. – 166 с.

144. Цыпкин, Я.З. Основы информационной теории идентификации / Я.З. Цыпкин. – М.: Наука, 1984. – 336 с.

145. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики/ А.И.Чуличков – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 296с.

146. Шарапов В.И. Проблема эффективности отечественного теплоснабжения Новости теплоснабжения, 2003. – № 9. -С. 25-30.

147. Шрейбер К.А. Организация и планирование строительного производства / К.А. Шрейбер и др. – М.: ВШ, 1987. – 368 с.

148. Шрейбер К.А. Многокритериальная оценка проектов реконструкции жилых зданий / К.А.Шрейбер Реф.сб. "Передовой опыт в строительстве Москвы", No 6. – М.: 1986.

149. Шрейбер К.А. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий/ К.А.Шрейбер – М.: СИ, 1990. – 232 с.

150. Шрейбер К.А. Технология и организация ремонтно-строительного производства. Научное издание/ К.А.Шрейбер – М.: Издательство АСВ, 2008. -296 с.

151. Эткинд, Ю.Л. Организация и управление строительством / Ю.Л. Эткинд – Свердловск: УГУ, 1991. – 312 с.

152. Яворский В.Г. Монтаж строительных конструкций при реконструкции зданий/ В.Г.Яворский – Киев.: Будівельник, 1976. – 233 с.

153. Abba, W.F. Beyond Communicating with Earned Value: Managing Integrated Cost, Schedule and Technical Performance / W.F. Abba // PMI Symposium. – New Orleans, 1995. P. 2 – 6.

154. Abba W. Interview // Program Analyst. Office of the Under Secretary of Defense. Washington.

155. Cooper, K.G. The Rework Cycle: Benchmarks for the Project Manager / K.G. Cooper // International Journal of Project Management. – 1993. – Vol. 24. – N 1. – P. 17 – 22.

156. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.

157. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast).

158. Directive 2005/32/EC of 6 July 2005 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energyusing products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council.

159. Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast).

160. Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products.

161. Directive 2012/27/EU on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.

162. Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

163. European Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating costoptimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements.

164. European Commission Regulation (EU) No 327/2011 of 30 March 2011 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for fans driven by motors with an electric input power between 125 W and 500 kW.

165. European Commission Regulation (EU) No 206/2012 of 6 March 2012 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for air conditioners and comfort fans.

166. Fleming, Q.W. Taking Step Four with Earned Value: Establish the Project Baseline / Q.W. Fleming, J.M. Hoppelman // PM Network. – 1995. – N 5. – P. 26 – 29.

167. Financing Energy Efficiency.

168. Groves, T. The Allocation of Resources in a Team / T. Groves, R. Radner // Journal of Economic Theory. – 1972. – Vol. 4, N 2. – P. 415 – 441.

169. Hart, O.D. Theory of Contracts / O.D. Hart, B. Holmstrom // Advances in Economic Theory: 5th World Congress. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1987. – P. 71 – 155.

170. Hurwicz, L. On Informationally Decentralized Systems / L. Hurwicz // Decision and Organization. – Amsterdam: North-Holland Press, 1972. – P. 297 – 336.

171. IntelligentEnergyEuropeProgramme.

172. Kelly, J.S. Social Choice Theory / J.S. Kelly. – Berlin: Springer Verlag, 1987. – 274 p.

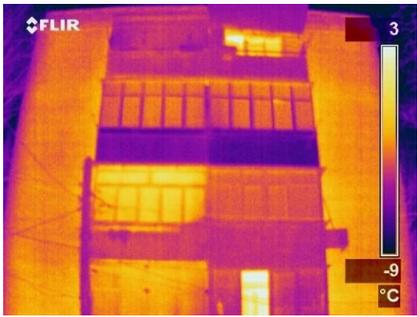
173. Myerson, R.B. Game Theory: Analysis of Conflict / R.B. Myerson. – London: Harvard Univ. Press, 1991. – 568 p.

174. Promoting energy efficiency investments. Case studies in the residential sector. OECD/IEA. Paris. 2008

175. Singletary, N. What's the Value of Earned Value / N. Singletary // PM Network. – 1996. – № 12. – P. 28 – 30.
176. The European portal for energy efficiency in buildings
177. Saaty, T.L. Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures / T.L. Saaty //Jorn. Math. Psychology. – 1977. – Vol. 15. – P. 234-281.
178. [Электронный ресурс]/ <http://energiya-yar.ru/solar-battery/31-dvizhenija-solntsa-po-uglu-azimut.html>
179. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%CD%EE%EC%EE%E3%F0%E0%EC%EC%E0>
180. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://all-facades.com/2014/09/obzor-aktualnogo-sostoyaniya-rynka-sistem-navesnyx-ventiliruemyx-fasadov-v-rossii/#ixzz3Lttjz4Ush><http://ru.wikipedia.org/wiki/Энергоэффективность>
181. Строительство и недвижимость [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nestor.minsh.by/>
182. Энергоэффективные здания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://energoeffektivnyezdaniya.ru/>
183. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ecodom.ru/articles/energo-dom/energo-dom_3.html
184. Энергосберегающие технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.nskdom.ru/project_documentation/232/
185. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://d-imon84.narod.ru/index/0-9>
186. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
187. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/corp_ext_content/ifc_external_corporate_site/home
188. Экономическая библиотека [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://economy-lib.com/organizatsionno-ekonomicheskij-mehanizm-razvitiya-predpriyatij-munitsipalnogo-zhilischno-kommunalnogo-kompleksa-na-osnove#ixzz3Sx8ckBLW>

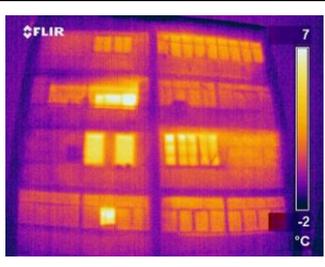
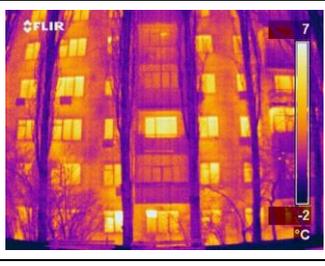
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Температурное поле поверхностей ограждений, полученное с помощью тепловизора ThermaCAM™ R65 по объектам-представителям

ул. Батурина, 11			
Восточный фасад		Западный фасад	
	1015 кадр		1010 кадр
	1009 кадр		1023 кадр
			

ул. Борко, 6/3			
Восточный фасад		Западный фасад	
	867 кадр		
			861 кадр
			
Северный фасад		Южный фасад	
	860 кадр		
			863 кадр
			

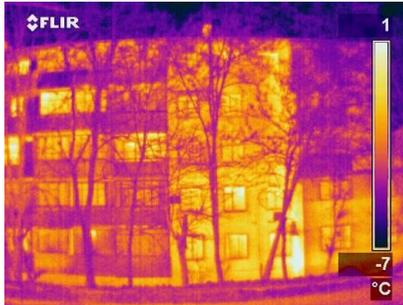
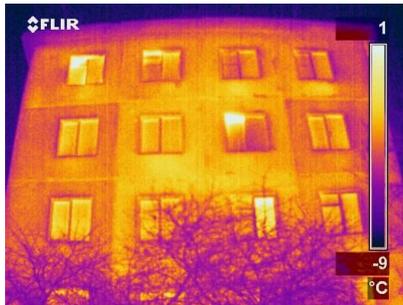
ул. Волкова 10/4			Восточный фасад			Западный фасад		
	991 кадр			996 кадр				
Северный фасад			Северный фасад					
	993 кадр			994 кадр				
Северный фасад			Южный фасад					
	995 кадр			988 кадр				

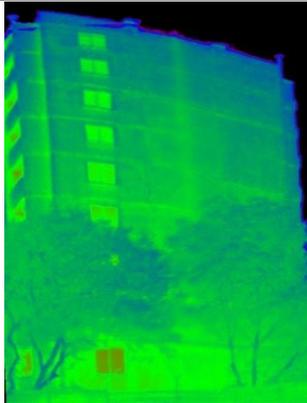
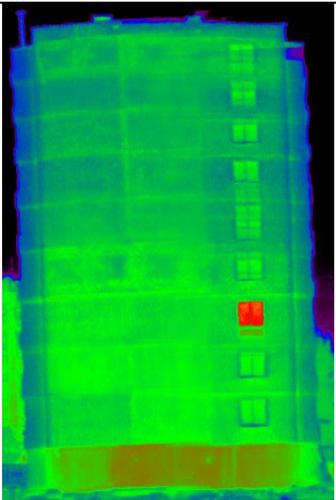
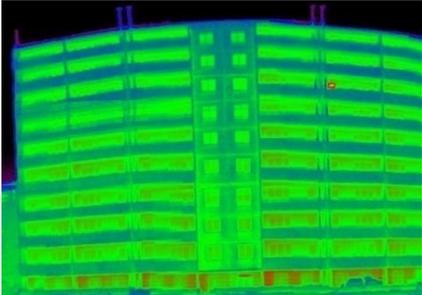
ул. Волкова 10/4			Южный фасад			Южный фасад		
	989 кадр			990 кадр				
ул. Герасименко,13			Восточный фасад			Западный фасад		
	963 кадр			970 кадр				
Северный фасад			Южный фасад					
	965 кадр			863 кадр				

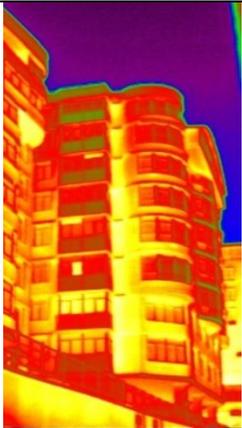
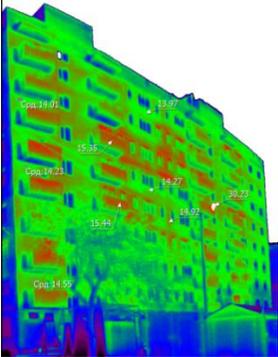
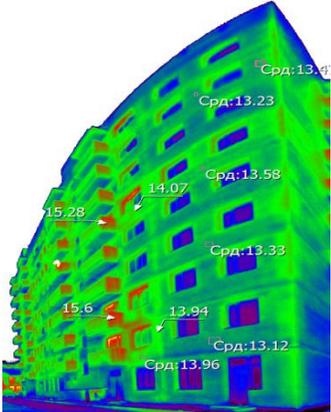
ул. Криворожская, 57					
Восточный фасад			Западный фасад		
	867 кадр			861 кадр	
Северный фасад			Южный фасад		
	857 кадр			863 кадр	

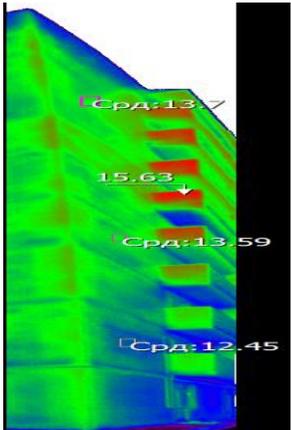
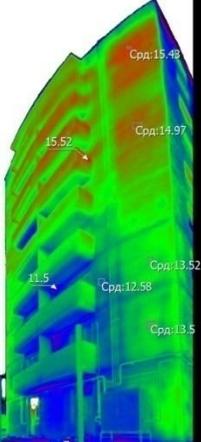
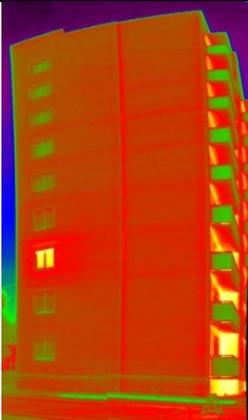
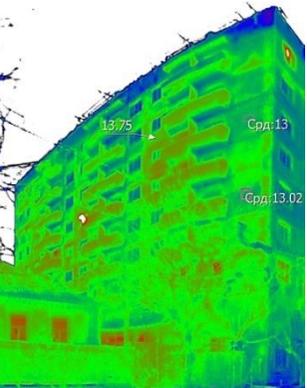
ул. Криворожская, 63					
Восточный фасад			Западный фасад		
	996 кадр			990 кадр	
Северный фасад			Южный фасад		
	988 кадр			991 кадр	

ул. Ларина, 26					
Восточный фасад			Западный фасад		
	971 кадр			972 кадр	
Северный фасад			Южный фасад		
	974 кадр			975 кадр	

ул. Матросова 37			Восточный фасад			Западный фасад		
	871 кадр			880 кадр				
Северный фасад			Южный фасад					
	875 кадр			882 кадр				

ул. Спартаковская, 25					
Восточный фасад			Западный фасад		
	81 кадр			88 кадр	
Северный фасад			Южный фасад		
	89 кадр			90 кадр	

пл.Рабочая, 26					
Восточный фасад			Западный фасад		
					
ул. Батурина, 7а					
Восточный фасад			Западный фасад		
	1271 кадр			1280 кадр	

пр-т Ленина, 70			
Восточный фасад		Западный фасад	
			
пр-т М.Нагибина, 376		Пр-т Стачки, 11	
Восточный фасад		Восточный фасад	
			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Расчет трудоемкости, продолжительности и сметной стоимости комплекса работ по утеплению стен (при производстве работ с инвентарных трубчатых лесов)

№ п/п	Матрица планирования				Функция отклика (на всю длину)			Функция отклика (на пог. м.)		
	в кодированных значениях		в натуральных значениях		Трудоемкость , чел.-час. Y ₁	Продолжительность час. Y ₂	Сметная стоимость, руб. Y ₃	Трудоемкость , чел.-час. Y ₁	Продолжительность час. Y ₂	Сметная стоимость, руб. Y ₃
	X ₁	X ₂	Толщина теплоиз слоя мм	Длина периметра здания м						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-1	-1	40	91,24	1435,9	83,2	904560	15,74	0,91	9914,07
2	-1	-0,8	40	124,52	1771,6	91,5	1000737,3	14,23	0,73	8036,76
3	-1	-0,6	40	157,79	2088,5	99,063	1079479,8	13,24	0,63	6841,24
4	-1	-0,4	40	191,056	2400,4	105,74	1160803,1	12,56	0,55	6075,72
5	-1	-0,2	40	224,33	2633,7	106,1	1196919,2	11,74	0,47	5335,53
6	-1	0	40	257,62	2857,8	113,95	1240947,4	11,09	0,44	4816,97
7	-1	0,2	40	290,87	3051,8	120,17	1277820,2	10,49	0,41	4393,10
8	-1	0,4	40	324,14	3220,2	124,51	1309077,3	9,93	0,38	4038,62
9	-1	0,6	40	357,41	3365,8	127,62	1335814,7	9,42	0,36	3737,49
10	-1	0,8	40	390,68	3495	130,36	1358047,3	8,95	0,33	3476,11
11	-1	1,0	40	424,00	3605,8	132,7	1379046	8,50	0,31	3252,47
12	-0,715	-1,0	55	91,24	1563,8	89,95	1060003,2	17,14	0,99	11617,75
13	-0,715	-0,8	55	124,52	1949,9	100,78	1205868,2	15,66	0,81	9684,13
14	-0,715	-0,6	55	157,79	2319,8	110,75	1326702,5	14,70	0,70	8408,03
15	-0,715	-0,4	55	191,056	2662,2	119,6	1425624,3	13,93	0,63	7461,81



Продолжение таблицы Б.1

16	-0,715	-0,2	55	224,33	2970,7	123,16	1506540,3	13,24	0,55	6715,73
17	-0,715	0	55	257,62	3243,6	132,43	1573096	12,59	0,51	6106,26
18	-0,715	0,2	55	290,87	3484,1	139,52	1628226,5	11,98	0,48	5597,78
19	-0,715	0,4	55	324,14	3691,3	144,36	1674453,6	11,39	0,45	5165,83
20	-0,715	0,6	55	357,41	3871,1	148,46	1713581,4	10,83	0,42	4794,44
21	-0,715	0,8	55	390,68	4027,8	151,99	1747029,5	10,31	0,39	4471,77
22	-0,715	1,0	55	424,00	4159,9	155,08	1775929,8	9,81	0,37	4188,51
23	-0,430	-1,0	70	91,24	1644,4	94,38	1173357,2	18,02	1,03	12860,12
24	-0,430	-0,8	70	124,52	2065,8	107,1	1363431,3	16,59	0,86	10949,50
25	-0,430	-0,6	70	157,79	2475,6	119,03	1524089,1	15,69	0,75	9658,97
26	-0,430	-0,4	70	191,056	2861,8	129,84	1656641,6	14,98	0,68	8670,97
27	-0,430	-0,2	70	224,33	3188,2	136,1	1738214,5	14,21	0,61	7748,47
28	-0,430	0	70	257,62	3535,2	147,37	1848933,1	13,72	0,57	7176,98
29	-0,430	0,2	70	290,87	3814,4	154,46	1926222,4	13,11	0,53	6622,28
30	-0,430	0,4	70	324,14	4059,7	160,39	1986564,9	12,52	0,49	6128,72
31	-0,430	0,6	70	357,41	4273,7	165,44	2037135,4	11,96	0,46	5699,72
32	-0,430	0,8	70	390,68	4460,5	169,76	2079949,3	11,42	0,43	5323,92
33	-0,430	1,0	70	424,00	4624,4	173,51	2116603,5	10,91	0,41	4991,99
34	-0,145	-1	85	91,24	1700,1	97,55	2261655,1	18,63	1,07	24787,98
35	-0,145	-0,8	85	124,52	2147,6	111,83	1493211,9	17,25	0,90	11991,74
36	+0,145	-0,6	85	157,79	2589,7	125,5	1693967,9	16,41	0,80	10735,58
37	+0,145	-0,4	85	191,056	3012,7	138,09	1861764,6	15,77	0,72	9744,60
38	+0,145	-0,2	85	224,33	3362,3	147,08	1940336,2	14,99	0,66	8649,47
39	+0,145	0	85	257,62	3767,9	159,1	2073583,5	14,63	0,62	8049,00
40	+0,145	0,2	85	290,87	4087,2	167,44	2183534,6	14,05	0,58	7506,91
41	+0,145	0,4	85	324,14	4370,1	174,55	2276281,3	13,48	0,54	7022,53
42	+0,145	0,6	85	357,41	4618,2	180,59	2337931,2	12,92	0,51	6541,31
43	+0,145	0,8	85	390,68	4835,5	185,74	2389571,2	12,38	0,48	6116,44



Продолжение таблицы Б.1

44	+0,145	1,0	85	424,00	5026,2	190,14	2433267,8	11,85	0,45	5738,84
45	+0,145	-1,0	100	91,24	1740,9	99,94	1333656,2	19,08	1,10	14617,01
46	+0,145	-0,8	100	124,52	2209,2	115,5	1605135,7	17,74	0,93	12890,59
47	+0,145	-0,6	100	157,79	2677,2	130,74	1848037,9	16,97	0,83	11712,01
48	+0,145	-0,4	100	191,056	3132,2	145,11	2054960,6	16,39	0,76	10755,80
49	+0,145	-0,2	100	224,33	3517,6	158,11	2144990,1	15,68	0,70	9561,76
50	+0,145	0	100	257,62	3962,8	169,57	2344268,7	15,38	0,66	9099,72
51	+0,145	0,2	100	290,87	4322,2	179,42	2473272,1	14,86	0,62	8503,02
52	+0,145	0,4	100	324,14	4642,5	187,81	2562538,6	14,32	0,58	7905,65
53	+0,145	0,6	100	357,41	4925,5	194,92	2635340,3	13,78	0,55	7373,44
54	+0,145	0,8	100	390,68	5174	200,93	2695272,2	13,24	0,51	6898,93
55	+0,145	1,0	100	424,00	5390,8	206,07	2745327,6	12,71	0,49	6474,83
56	+0,430	-1,0	115	91,24	1772,2	101,8	1393990,8	19,42	1,12	15278,29
57	+0,430	-0,8	115	124,52	2257,1	118,46	1704885,9	18,13	0,95	13691,66
58	+0,430	-0,6	115	157,79	2747,1	135,14	1993881	17,41	0,86	12636,30
59	+0,430	-0,4	115	191,056	3230,2	151,25	2246764,1	16,91	0,79	11759,71
60	+0,430	-0,2	115	224,33	3671,1	166,12	2443234,3	16,36	0,74	10891,25
61	+0,430	0	115	257,62	4131,5	179,44	2625557,3	16,04	0,70	10191,59
62	+0,430	0,2	115	290,87	4529,9	190,98	2758665,6	15,57	0,66	9484,19
63	+0,430	0,4	115	324,14	4888,8	200,84	2863681,3	15,08	0,62	8834,71
64	+0,430	0,6	115	357,41	5208	209,65	2947193,6	14,57	0,59	8245,97
65	+0,430	0,8	115	390,68	5487,7	216,13	3014417	14,05	0,55	7715,82
66	+0,430	1,0	115	424,00	5735,6	222,03	3069345,8	13,53	0,52	7239,02
67	+0,715	-1,0	130	91,24	1797	103,3	1445751,1	19,70	1,13	15845,58
68	+0,715	-0,8	130	124,52	2295,4	120,94	1796276,7	18,43	0,97	14425,61
69	+0,715	-0,6	130	157,79	2804	138,94	2137698,1	17,77	0,88	13547,74
70	+0,715	-0,4	130	191,056	3312,2	156,75	2449054,7	17,34	0,82	12818,52
71	+0,715	-0,2	130	224,33	3809,5	173,65	2713115,8	16,98	0,77	12094,31
72	+0,715	0	130	257,62	4280,8	189,07	2923329,8	16,62	0,73	11347,45
73	+0,715	0,2	130	290,87	4718,2	202,64	3084228,9	16,22	0,70	10603,46
74	+0,715	0,4	130	324,14	5116,7	214,24	3206116,1	15,79	0,66	9891,15
75	+0,715	0,6	130	357,41	5472,1	223,98	3298929,3	15,31	0,63	9230,10
76	+0,715	0,8	130	390,68	5788,8	232,1	3370662,8	14,82	0,59	8627,68
77	+0,715	1,0	130	424,00	6068,2	238,93	3427198,1	14,31	0,56	8083,01

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Расчет трудоемкости, продолжительности и сметной стоимости комплекса работ по утеплению стен (при производстве работ с навесных люлек)

№ п/п	Матрица планирования				Функция отклика (на всю длину)			Функция отклика (на пог. м.)		
	в кодированных значениях		в натуральных значениях		Трудоемкость, чел.-час. Y ₁	Продолжи- тельность час. Y ₂	Сметная стоимость, руб. Y ₃	Трудоемкость , чел.-час. Y ₁	Продолжи- тельность час. Y ₂	Сметная стоимость, руб. Y ₃
	X ₁	X ₂	Толщина теплоиз слоя мм	Длина периметра здания м						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-1	-1	40	91,24	1273,8	64,8	890153,88	13,96	0,71	9756,18
2	-1	-0,8	40	124,52	1636,1	75,3	985092,45	13,14	0,60	7911,12
3	-1	-0,6	40	157,79	2021,6	85,76	1075220,4	12,81	0,54	6814,25
4	-1	-0,4	40	191,056	2377,3	96,23	1143900,6	12,44	0,50	5987,25
5	-1	-0,2	40	224,33	2703,5	111,54	1239401,2	12,05	0,50	5524,90
6	-1	0	40	257,62	2953,8	116,51	1303050,5	11,47	0,45	5058,03
7	-1	0,2	40	290,87	3162	120,8	1359272,1	10,87	0,42	4673,13
8	-1	0,4	40	324,14	3335,3	125,35	1409371,3	10,29	0,39	4348,03
9	-1	0,6	40	357,41	3471	129,81	1454538,3	9,71	0,36	4069,66
10	-1	0,8	40	390,68	3578,7	133,46	1494824,7	9,16	0,34	3826,21
11	-1	1,0	40	424,00	3666,6	136,62	1532032,7	8,65	0,32	3613,28
12	-0,715	-1,0	55	91,24	1401	72,8	1023741,4	15,36	0,80	11220,31
13	-0,715	-0,8	55	124,52	1802,8	86,1	1164209,2	14,48	0,69	9349,58
14	-0,715	-0,6	55	157,79	2223	99,37	1299170,2	14,09	0,63	8233,54
15	-0,715	-0,4	55	191,056	2625,1	112,08	1420408,7	13,74	0,59	7434,52
16	-0,715	-0,2	55	224,33	2977,2	127,29	1528598,2	13,27	0,57	6814,06



Продолжение таблицы В.1

17	-0,715	0	55	257,62	3279,8	133,89	1610681,2	12,73	0,52	6252,16
18	-0,715	0,2	55	290,87	3522,9	140,21	1681906,7	12,11	0,48	5782,33
19	-0,715	0,4	55	324,14	3718,1	146,83	1740628,9	11,47	0,45	5369,99
20	-0,715	0,6	55	357,41	3885,8	152,01	1789865,9	10,87	0,43	5007,88
21	-0,715	0,8	55	390,68	4028,3	156,36	1831773,4	10,31	0,40	4688,68
22	-0,715	1,0	55	424,00	4164,9	159,9	1867989,7	9,82	0,38	4405,64
23	-0,430	-1,0	70	91,24	1477,7	77,72	1108418,7	16,20	0,85	12148,39
24	-0,430	-0,8	70	124,52	1901,3	92,76	1283636,8	15,27	0,74	10308,68
25	-0,430	-0,6	70	157,79	2341,8	107,88	1453003,4	14,84	0,68	9208,46
26	-0,430	-0,4	70	191,056	2786	122,91	1598178	14,58	0,64	8364,97
27	-0,430	-0,2	70	224,33	3215,7	139,35	1764967	14,33	0,62	7867,73
28	-0,430	0	70	257,62	3537,4	147,5	1853516,7	13,73	0,57	7194,77
29	-0,430	0,2	70	290,87	3828,7	156,74	1939215,2	13,16	0,54	6666,95
30	-0,430	0,4	70	324,14	4078,4	164,35	2005298,4	12,58	0,51	6186,52
31	-0,430	0,6	70	357,41	4288,3	170,44	2064710,5	12,00	0,48	5776,87
32	-0,430	0,8	70	390,68	4470,1	175,4	2113688,8	11,44	0,45	5410,28
33	-0,430	1,0	70	424,00	4628,4	179,59	2154820,2	10,92	0,42	5082,12
34	-0,145	-1	85	91,24	1528,2	81,06	1166882,3	16,75	0,89	12789,15
35	-0,145	-0,8	85	124,52	1965,8	97,24	1373758,6	15,79	0,78	11032,43
36	-0,145	-0,6	85	157,79	2426,6	114,24	1568933,7	15,38	0,72	9943,18
37	-0,145	-0,4	85	191,056	2911,4	131,62	1768394,8	15,24	0,69	9255,90
38	-0,145	-0,2	85	224,33	3406,9	149,33	1999196,6	15,19	0,67	8911,86
39	-0,145	0	85	257,62	3772,9	161,1	2110891,4	14,65	0,63	8193,82
40	-0,145	0,2	85	290,87	4120,3	172,92	2201712,7	14,17	0,59	7569,40
41	-0,145	0,4	85	324,14	4406,6	181,91	2289858	13,59	0,56	7064,41
42	-0,145	0,6	85	357,41	4654,1	189,1	2359962,5	13,02	0,53	6602,96
43	-0,145	0,8	85	390,68	4868,1	195	2416097,9	12,46	0,50	6184,34
44	-0,145	1,0	85	424,00	5054,3	200,08	2465050,3	11,92	0,47	5813,80



Продолжение таблицы В.1

45	0,145	-1,0	100	91,24	1564,2	83,5	1209738,3	17,14	0,92	13258,86
46	0,145	-0,8	100	124,52	2011,3	100,49	1442914,6	16,15	0,81	11587,81
47	0,145	-0,6	100	157,79	2491	119,6	1678543,8	15,79	0,76	10637,83
48	0,145	-0,4	100	191,056	3015,3	139,12	1931971,9	15,78	0,73	10112,07
49	0,145	-0,2	100	224,33	3565,7	157,74	2225179	15,89	0,70	9919,22
50	0,145	0	100	257,62	3988,6	176,31	2362788,2	15,48	0,68	9171,60
51	0,145	0,2	100	290,87	4378,6	189,28	2506957,8	15,05	0,65	8618,83
52	0,145	0,4	100	324,14	4706,4	199,32	2618754,2	14,52	0,61	8079,08
53	0,145	0,6	100	357,41	4991,3	207,65	2690076,3	13,97	0,58	7526,58
54	0,145	0,8	100	390,68	5238,6	214,65	2745239,8	13,41	0,55	7026,82
55	0,145	1,0	100	424,00	5453,1	220,57	2789216,8	12,86	0,52	6578,34
56	0,430	-1,0	115	91,24	1591,1	85,32	1246299,5	17,44	0,94	13659,57
57	0,430	-0,8	115	124,52	2045,1	102,95	1497670,2	16,42	0,83	12027,55
58	0,430	-0,6	115	157,79	2544,1	124,06	1790297,1	16,12	0,79	11346,07
59	0,430	-0,4	115	191,056	3100,5	145,52	2104203,6	16,23	0,76	11013,54
60	0,430	-0,2	115	224,33	3696,9	170,85	2456925,4	16,48	0,76	10952,28
61	0,430	0	115	257,62	4192,1	190,77	2740261,8	16,27	0,74	10636,84
62	0,430	0,2	115	290,87	4614,2	205,1	2877860,6	15,86	0,71	9893,98
63	0,430	0,4	115	324,14	4985,3	217,08	2972563,8	15,38	0,67	9170,62
64	0,430	0,6	115	357,41	5309,4	227,3	3042214,7	14,86	0,64	8511,83
65	0,430	0,8	115	390,68	5591,9	235,51	3095332,1	14,31	0,60	7922,93
66	0,430	1,0	115	424,00	5836,6	242,31	3136980,9	13,77	0,57	7398,54
67	0,715	-1,0	130	91,24	1611,9	86,73	1283636,8	17,67	0,95	14068,79
68	0,715	-0,8	130	124,52	2071,4	105,1	1542720	16,63	0,84	12389,33
69	0,715	-0,6	130	157,79	2587,6	127,83	1899291	16,40	0,81	12036,83
70	0,715	-0,4	130	191,056	3172,4	152,41	2361514,7	16,60	0,80	12360,33
71	0,715	-0,2	130	224,33	3806,2	184,15	2958077,3	16,97	0,82	13186,28
72	0,430	0	130	257,62	4365,7	204,73	3174921,8	16,95	0,79	12324,05
73	0,430	0,2	130	290,87	4834,1	222,44	3302734,5	16,62	0,76	11354,68
74	0,715	0,4	130	324,14	5250	237,68	3385945,8	16,20	0,73	10445,94
75	0,715	0,6	130	357,41	5617,6	250,49	3494561,1	15,72	0,70	9777,46
76	0,715	0,8	130	390,68	5935,8	260,37	3488107	15,19	0,67	8928,30
77	0,715	1,0	130	424,00	6211,3	267,83	3521650,2	14,65	0,63	8305,78