



004615377

На правах рукописи

ДРАПАЛЮК ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ И РАЗРАБОТКА МАТРИЦЫ ОРГАНИЗАЦИИ
КАПИТАЛЬНЫХ И ТЕКУЩИХ РЕМОНТОВ**

Специальность 05.23.08 – Технология и организация строительства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

- 2 ДЕК 2010

Воронеж-2010

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Мищенко Валерий Яковлевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Шейна Светлана Георгиевна

кандидат технических наук, доцент
Челнокова Вера Михайловна

Ведущая организация: Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Защита диссертации состоится «16» декабря 2010 г. в 10 00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.033.02 при Воронежском государственном архитектурно-строительном университете по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, корпус 3, ауд. 3220, тел. (факс): +7(4732)71-53-21.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского государственного архитектурно-строительного университета.

Автореферат разослан «16» ноября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Н.А. Старцева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Большая часть жилого фонда требует проведения текущего и капитального ремонта, реконструкции или реновации. Существующая нормативная база: МГСН 301.01-96, МДС 3-1.99, ВСН 58-88(р), ВСН 53-86(р), - регламентирующая проведение капитальных и текущих ремонтов, устарела и не отражает ситуации в ЖКК; кроме того, в РФ отсутствуют нормы, регламентирующие риск аварии на объектах строительства, а существующие методики требуют серьезных доработок.

В настоящее время в большинстве крупных муниципальных образований сохранилась трехуровневая система эксплуатации жилищного фонда, которая не предполагает заинтересованности в снижении затрат на содержание жилищного фонда. Основной формой является бригадное обслуживание: получая фиксированную заработную плату, работники жилищного хозяйства не заинтересованы в сохранности объектов жилищного фонда, рост объемов производства основывается на ремонтных работах, и доход работников не зависит от качественных показателей.

Таким образом, возникла необходимость разработки нового подхода к эксплуатации жилищного фонда: от восстановления и затратного механизма финансирования к сохранению жилищного фонда - повышению безопасности при эксплуатации жилого фонда, повышению качества предоставляемых условий проживания, предупреждению аварийных ситуаций и др.

Выходом из создавшейся ситуации является комплексное использование современных методов мониторинга и прогнозирования дефектов зданий с последующим планированием ремонтно-строительных работ. Разрабатываемая методика должна позволить собственнику жилья увидеть эксплуатационные затраты на любом периоде жизненного цикла объекта недвижимости, установить, на что и как будут расходоваться средства, какие текущие и капитальные ремонты предстоит провести в какие периоды времени.

Целью работы является разработка мониторинга эксплуатационного износа зданий и сооружений и матрицы капитальных и текущих ремонтов для повышения эффективности проведения ремонтно-строительных работ, позволяющей достигнуть высокого уровня предоставляемых жильцам услуг.

Задачи исследования:

- определить факторы количественной оценки эксплуатационного износа элементов зданий и сооружений;
- разработать математическую модель, описывающую износ зданий в зависимости степени поврежденности элементов с учетом нарушений режимов эксплуатации;
- разработать методику планирования ремонтно-строительных работ с использованием интегральных показателей состояния несущих строительных конструкций, инженерных систем;
- разработать матрицу капитальных и текущих ремонтов для планирования

ремонтно-строительных работ на весь период эксплуатации объекта.

Научная новизна:

- определены факторы количественной оценки эксплуатационного износа элементов зданий и сооружений для определения уровня остаточного ресурса;

- разработана математическая модель, описывающая износ зданий в зависимости от старения степени поврежденности элементов с учетом нарушений режимов эксплуатации;

- разработана методика планирования ремонтно-строительных работ отличающая от известных тем, что в ней используются интегральные показатели состояния несущих строительных конструкций, инженерных систем. Методика позволяет определить время проведения капитального ремонта, при этом интервал проведения ремонтных работ определяется исходя из уровня остаточного ресурса;

- отличительным признаком разработанной методики планирования ремонтно-строительных работ является матричное описание всех видов работ позволяющее получить полную последовательность работ;

- с использованием результатов мониторинга, определение остаточного ресурса и плана ремонтно-восстановительных работ разработана матрица капитальных и текущих ремонтов. Для проведения вычислений предложенной матрицы в оболочке MATLAB разработан алгоритм.

Практическая значимость работы заключается в разработке методики эксплуатации жилищного фонда, позволяющего оценить текущее состояние строительных конструкций и элементов зданий, определить оптимальный состав и объем ремонтно-строительных работ для обеспечения качественных условий проживания на любом этапе эксплуатации объектов. Положения и научные результаты работы могут быть использованы на различных предприятиях ЖKK и в учебном процессе.

Достоверность результатов. Теоретическая часть работы базируется на основных физических законах и статистических данных. Основные допущения, принятые при выводе исходных уравнений модели, широко используются в работах других авторов. Адекватность модели и точность полученных вычислений оценивалась путем сопоставления расчетных данных с результатами данных обследований жилого фонда.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на 1-й международной научно-практической конференции «Оценка риска и безопасность строительных конструкций» (г. Воронеж, 2006 г.); международной научно-практической конференции «Концептуальные вопросы современного градостроительства» (г. Воронеж, 2007 г.); 4-й международной конференции «Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка» (г. Прага, 2007 г.); международной научно-практической конференции «Проблемы эффективного функционирования и развития региональных инвестиционно-отраслевых комплексов» (г. Прага-Пенза, 2009 г.).

На защиту выносятся:

- факторы количественной оценки эксплуатационного износа элементов зданий и сооружений для определения уровня остаточного ресурса;
- математическая модель, описывающая износ зданий в зависимости от старения степени поврежденности элементов с учетом нарушений режимов эксплуатации;
- методика планирования ремонтно-строительных работ, отличающая от известных тем, что в ней используются интегральные показатели состояния несущих строительных конструкций, инженерных систем;
- матрица капитальных и текущих ремонтов и алгоритм для проведения вычислений предложенной матрицы в оболочке MATLAB.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 научных статей общим объемом 82 страниц, из них лично автору принадлежит 53 страница. Пять статей опубликованы в изданиях, включенных в перечень ВАК: «Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура», «Промышленное и гражданское строительство», «Вестник гражданских инженеров».

В статьях, опубликованных в рекомендованных ВАК изданиях, изложены основные результаты диссертации: в работе [1] изложены основные принципы системного подхода к организации ремонта и содержания жилого фонда, показано построение модели эффективной эксплуатации жилого фонда; в работе [2] приведена оценка фактического технического состояния строительных конструкций с использованием комплекса методик прогноза и мониторинга изменения технического состояния; в работе [3] приведена классификация качественных признаков формирования организационно-технологических систем; в работе [4] представлена комплексная модель износа системы объектов ЖКК; в [5] определены принципы формирования планов проведения ремонтно-строительных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 147 наименований и трех приложений. Общий объем работы составляет 170 страницы машинописного текста, включая 40 таблиц и 36 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулированы цель и задачи диссертационной работы, обоснована ее актуальность, определена научная новизна и практическая значимость результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современного состояния жилищного фонда и инженерной инфраструктуры Воронежской области, исследованы тенденции их развития.

Рассмотрены основные понятия системы обеспечения сохранности жилищного фонда и существующие методики оценки состояния объектов недвижимости в зависимости от периода их жизненного цикла.

Классифицированы основные факторы эксплуатационного износа: с точки зрения механизма воздействия факторы, вызывающие нарушение работоспособности здания, можно разделить на две группы, - факторы внутреннего характера (к ним относятся физико-химические процессы, протекающие в материалах, из которых изготовлены конструктивные элементы; нагрузки и процессы, возникающие при эксплуатации; конструктивные факторы; качество изготовления) и факторы внешнего характера (климатические факторы - температура, влажность, солнечная радиация; факторы окружающей среды - ветер, пыль, наличие в атмосфере агрессивных соединений, биологические факторы).

Рассмотрены существующие методы организации планово-предупредительных ремонтов, существующие подходы к планированию текущих капитальных ремонтов.

Проведен анализ причин аварийного обрушения конструкций. Использование в строительстве методики нормирования, основанной на коэффициентах надежности, теоретически обеспечивает безопасность зданий, однако опыт эксплуатации конструкций показывает, что надежность - необходимое, но не достаточное условие безопасности.

Проведен анализ существующих подходов к мониторингу объектов недвижимости как наиболее эффективного способа оценки состояния конструктивных элементов зданий.

С развитием вычислительной техники в последнее время все большее значение и применение получают методы математического моделирования процессов прогнозирования, учета данных, и обработки информации. При моделировании и автоматизации мониторинга и планирования работ по технической эксплуатации объектов недвижимости необходима разработка эффективных численных методов решения соответствующих математических задач на ЭВМ, которые позволят обработать и получить необходимые данные по состоянию элементов жилых зданий и сформировать планы ведения ремонтно-строительных работ по поддержанию жилого фонда.

Во второй главе предлагается общая структура мониторинга технического состояния зданий и сооружений в виде схемы (рис. 1).

Мониторинг разделяется на информационную систему и управление. В основу информационной системы закладываются наблюдения и прогноз технического состояния строительных конструкций зданий и инженерных систем. Для сложных систем, к числу которых относятся практически все здания и инженерные сооружения, могут быть применены методы оценки и прогнозирования сроков службы, указанные на схеме. Для создания информационной системы мониторинга технического состояния зданий и инженерных сооружений требуется совместное использование нескольких методик, построенных на разных подходах и учитывающих различные параметры работы конструкций, что позволяет избежать погрешностей каждого метода в отдельности и увеличить достоверность результатов по прогнозированию ресурса элементов зданий.

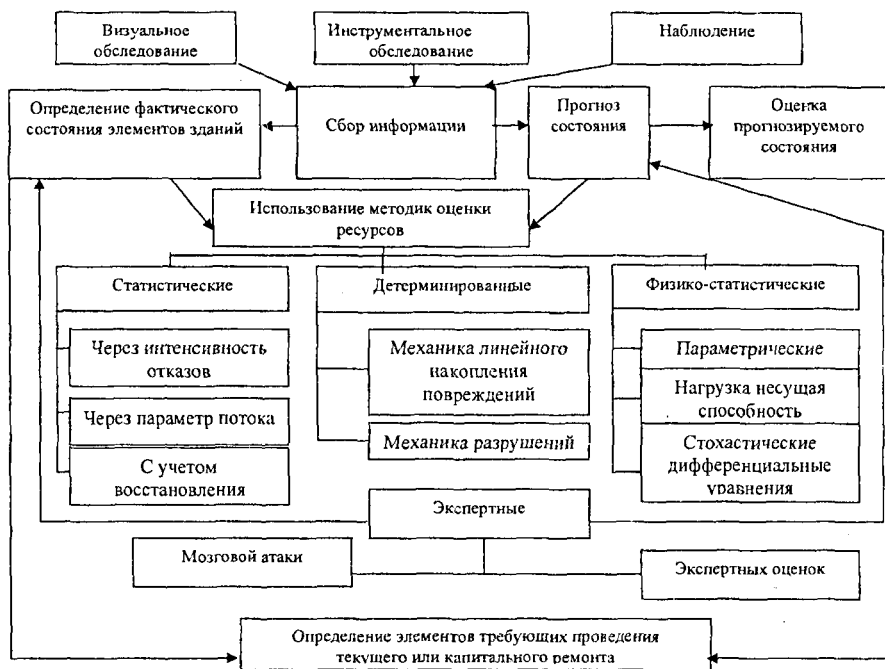


Рис. 1. Система мониторинга эксплуатационного износа зданий и сооружений

В основу статистической методики с учетом восстановления конструкций положен основной закон старения или накопления повреждений классической теории надежности. Математическое выражение, описывающее закон накопления повреждений, может быть представлено в виде

$$F = \ln \left(\frac{1 + Bt/T}{1 - t/T} \right) \cdot \frac{1}{m}, \quad (1)$$

где F - величина повреждений (физического износа), полученная на прогнозируемый момент времени t ; B - предельно допустимая поврежденность данного вида конструкций; T - предельный срок службы конструкции; m - коэффициент формы кривой.

На рис. 2 показаны графики уточненной модели физического износа и экспоненциальной модели; точки А, В, С показывают границы состояния конструкций: исправное в течение первых 24 лет эксплуатации объекта, запроектированного на срок службы до 100 лет; состояние нормальной эксплуатации до 67 лет жизненного цикла объекта; далее идет период, в течение которого требуется проведение

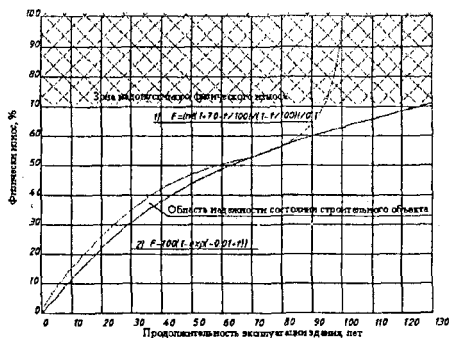


Рис. 2. Уточненная модель физического износа – 1 и экспоненциальная модель – 2

вычисление предельного срока службы конструкции и дальнейшее прогнозирование процесса старения конструкции до любой степени повреждения (физического износа).

Методики оценки физического износа зданий обобщены в ВСН 53-86 (р). Для определения физического состояния конструктивных элементов применяют оценку категорий технического состояния на основании результатов обследования и проверочных расчетов. На основании этой оценки конструкции (по СП 13-102-2003) подразделяют на следующие группы: конструкции в исправном состоянии, работоспособном состоянии, ограниченно работоспособном состоянии, недопустимом состоянии, аварийном состоянии. На основе обобщения существующих подходов и данных результатов проведенных обследований разработана классификация оценки состояния элементов здания и инженерных систем (табл. 1).

Таблица 1

Классификация состояний элементов зданий

Степень повреждения	Снижение несущей способности	Категории технического состояния	Уровень остаточного ресурса b
Незначительная	0-5%	Исправное	1-0,95
Слабая	6-15%	Работоспособное	0,94-0,85
Средняя	16-25%	Ограниченно работоспособное	0,84-0,75
Сильная	До 50%	Недопустимое	0,74-0,50
Полное разрушение	Свыше 50%	Аварийное	От 0,50 и ниже

По результатам визуального и детально-инструментального обследования составляют дефектные ведомости в форме таблиц. В первом столбце таблицы указывают адреса обследованных объектов, паспортные данные, в остальных столбцах - конструктивные элементы и инженерные системы. Определяют их состояние на момент обследования в виде значений остаточного ресурса b (по

предложенной классификации - табл. 1). В первую очередь рассматривают состояние элементов зданий, имеющих повышенное значение и представляющих опасность для людей и оборудования с точки зрения разрушения объекта. Для повышения точности и достоверности принимаемых решений в процедуре определения остаточного ресурса участвуют несколько экспертов, а окончательное решение принимается коллегиально. При назначении остаточного ресурса необходимо учитывать проектный срок эксплуатации здания и его уровень ответственности.

Для построения математической модели динамики ремонтов мы ограничивались задачей эксплуатации группы объектов в стационарных условиях, когда общие условия содержания зданий не изменяются резко и старение конструкций и элементов идет в среднем закономерным, вполне детерминированным образом. Необходимо прежде всего выделить основные переменные и параметры, характеризующие систему, а затем проанализировать их взаимные связи и эволюцию во времени. Будем считать, что вся управляемая система объектов недвижимости состоит из n объектов: $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, каждый из которых описывается набором m параметров: $a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im})$. В качестве объектов x_i естественно принять здания, а в качестве параметров a_{ij} - долю или процент износа j -го укрупненного элемента i -го здания. Под укрупненным элементом мы будем понимать какую-либо частную характеристику здания, отнесенную ко всему зданию в целом. Полная картина износа фонда определяется матрицей коэффициентов износа a с элементами $0 \leq a_{ij} \leq 1$, зависящими от времени, так что $a_{ij} = a_{ij}(t)$. Основным параметром, определяющим эволюцию системы, является само время T . Каждый объект имеет свой срок проектной эксплуатации T_i^p , за пределами которого объект считается вышедшим из строя.

Параметры a_{ij} подразделяем на две группы: в первую группу отнесем критически важные параметры, для которых снижение значений ниже нормативных границ $b_j, j = 1, 2, \dots, m_1$ недопустимо. Если оно наступает, то эксплуатация здания прекращается. Вторая группа параметров характеризуется рекомендуемыми границами минимально допустимых значений $b_j, j = m_1, \dots, m$.

Возможности проведения восстановительных работ по разным элементам зданий различны, поэтому учитывать степень восстановления будем, вводя коэффициент восстановления p при текущем ремонте и коэффициент восстановлений q при капитальном ремонте. Коэффициенты должны удовлетворять условию $0 < p \leq q < 1$.

Состояние элемента после ремонта будет определяться по формуле

$$a_{i,k+1} = p^k, \quad (2)$$

a_i отражает состояние i элемента; k - номер последнего ремонта, проведенного по объекту (если ремонта еще не было, то после начала эксплуатации). Если

элемент начинают обслуживать не с начального момента, когда $a_i = a_0 = 1$, то необходимо установить время последнего ремонта и состояние элемента после него, а далее вести отсчет времени с этого момента.

Возникает вопрос об рациональном количестве ремонтов (капитальных и текущих), при котором общая стоимость затрат за период эксплуатации данного элемента будет минимальна. В постановке самой задачи отходим от точного описания и учитываем неточность ситуации. Одним из наиболее простых способов учета нечеткости является введение интервальных оценок или нечеткого описания системы, основанного на интервальном оценивании. Введем интервал значений $[b, B]$ состояния износа элемента, в котором нужно принимать решение о ремонте. Тогда для одиночного элемента системы $[\log_p b] + 1 \leq n \leq [\log_p B] + 1$ (3)

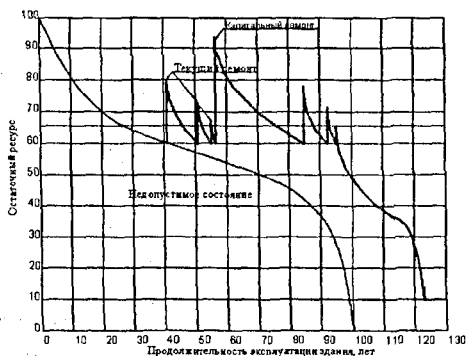


Рис. 3 Интервал принятия решения о ремонте

Согласно рис. 3 количество ремонтов перестает быть строго фиксированным и будет зависеть от дополнительных условий, которые могут быть связаны с наличием совокупности элементов, находящихся в интервале ремонтов в течение года.

С течением времени затраты на ремонты существенно возрастают за счет старения основных, несменяемых, элементов, поэтому эксплуатация зданий может быть прекращена не только в связи с их аварийностью, но и в связи с

потерей экономической рентабельности проведения ремонтно-восстановительных работ.

В третьей главе разработана методика моделирования процесса планирования ремонтно-строительных работ для поддержания системы элементов в эксплуатационном состоянии. Обозначим параметры управления системой $u(t)$.

Таким параметром мы будем считать текущее финансирование, где t - год финансирования. Саму операцию управления мы обозначим $U(t)$. Она состоит в выполнении определенных ремонтных работ в момент времени t . Работы не выполняются, если не достигнут верхний порог остаточного ресурса, то есть $a_{ij} \geq b_{ij}$. Работы рассматриваем как требующие выполнения, если для них выполняется условие $b_{ij} < a_{ij} < b_{ij}$.

При этом критически важные работы относятся к группе элементов $1 \leq j \leq m_1$. Они обеспечивают возможность дальнейшей эксплуатации зданий, а параметры группы элементов $m_1 + 1 \leq j \leq m$ обеспечивают нормальное качество жизни.

Для каждой из этих двух групп показателей мы введем интегральный показатель состояния:

$$s = \frac{1}{nm_1} \sum_{i,j} s_j a_{ij}, \quad (4)$$

$$d = \frac{1}{n(m-m_1)} \sum_{i,j} d_j a_{ij}, \quad (5)$$

где n - полное число объектов; m - число оцениваемых элементов по каждому объекту. Показатель $0 \leq s \leq 1$ оценивает общее состояние критически важных элементов для всех объектов, находящихся в эксплуатации. Показатель $0 \leq d \leq 1$ оценивает общее состояние остальных элементов. При расчете показателей усреднение проводится по всем объектам и всем учитываемым элементам. Динамика этих двух показателей позволяет судить о технической успешности деятельности управляющей компании в целом. Чем больше значения $s(t)$, тем лучше общее состояние критически важных элементов в целом по всем объектам. Чем больше значение $d(t)$, тем выше эксплуатационные качества объектов.

В результате проведения ремонтных работ, описываемых матрицей ремонтных работ U^k с номером k , система переходит в состояние

$$a^{k+1} = U^k \otimes a^k. \quad (6)$$

Матрица $a^{k+1} = \|a_{ij}^{k+1}\|$ сразу после ремонта состоит из элементов, которые совпадают с элементами матрицы a_{ij}^k , если ремонт не производился, либо из элементов, характеризующих состояние после ремонта: $a_{ij}^{k+1} = U_{ij}^k a_{ij}^k$.

Итоговое состояние элемента $Q(k)$ после всех k ремонтов оценивается по формуле

$$Q(k) = q^L p^{l_1}. \quad (7)$$

Значения L и l_1 зависят от скорости старения и величин q и p . Для отдельного элемента значения L и l_1 могут быть рассчитаны аналитически.

Для каждого элемента (i, j) должна сохраняться информация о числе капитальных ремонтов $L(i, j)$ и числе текущих ремонтов после последнего капитального ремонта $l_1(i, j)$. Соответственно состояние этого элемента по результатам последнего ремонта будет

$$Q_{ij}(k) = q^{L(i,j)} p^{l_1(i,j)}. \quad (8)$$

Элементы итоговой матрицы состояний системы объектов отчетного периода имеют вид $a_{ij}^{k+1} = a_{ij}^k$, если ремонт не проводился, и $a_{ij}^{k+1} = q^{L(i,j)} p^{l_1(i,j)}$, если ремонт проведен. Таким образом, матрицу $\|a_{ij}^{k+1}\|$ можно представить в виде суммы двух матриц – матрицы остатка $\|c_{ij}^k\|$ и матрицы ремонта $\|r_{ij}^k\|$:

$$\|a_{ij}^{k+1}\| = \|c_{ij}^k\| + \|r_{ij}^k\|. \quad (9)$$

Матрица остатка $\|c_{ij}^k\|$ получается из матрицы текущего состояния $\|a_{ij}^k\|$ вычеркиванием дефектных элементов \tilde{a}_{ij}^k и заменой их на нули, то есть вычитанием матрицы дефектов: $\|c_{ij}^k\| = \|a_{ij}^k\| - \|\tilde{a}_{ij}^k\|$.

Матрица ремонтов $\|r_{ij}^k\|$ состоит из нулевых элементов в позициях, соответствующих отсутствию ремонта, и элементов $r_{ij}^k = q^{L(i,j)} p^{k(i,j)}$ в позициях, соответствующих проведенному ремонту.

При наличии комплекса элементов решение о ремонте принимается с учетом состояния всех элементов и интервала принятия решения.

При достижении элементом состояния, требующего ремонта, необходимо определить, какие работы должны предшествовать данной работе для учета технологической зависимости работ.

Фактически каждой работе следует сопоставить список работ, которые должны предшествовать. В отличие от возведения зданий, когда до выполнения полного списка работ дальнейшие шаги невозможны, в случае ремонтных работ мы уже имеем здание, в котором все элементы присутствуют, но находятся в разном состоянии. Если соответствующие элементы потребуют ремонта в ближайшие два года, то мы считаем, что они также необходимы уже в текущий момент и включаем их в матрицу ремонта. Если имеются элементы, которые с необходимостью требуют ремонта после проведения данной работы, то они также включаются в план работ. Все работы с разбросом до двух лет мы агрегируем.

Итак, каждому элементу данного типа объекта следует сопоставить список предшествующих и обязательно следующих работ. То есть имеются два списка с перечнем номеров: $j \rightarrow k_1, k_2, \dots$, $j \rightarrow m_1, m_2, \dots$. Это некоторые парные связи, которые можно описать двумя матрицами смежности смотри рис. 4.

Первая матрица смежности описывает смежные работы, предшествующие данной, матрица D состоит из 0 и 1. Номер строки соответствует номеру элемента, для которого рассматривается текущая работа, номер столбца соответствует номеру предшествующей работы. Если на пересечении строки с номером i и столбца с номером k стоит 0, то работа с номером k не предшествует непосредственно данной работе, а если 1, то соответственно эта работа предшествует данной. Таким образом, просмотром строки можно определить всех непосредственных предшественников данной работы. Если перемножить две матрицы D , то мы получим матрицу $D^2 = D \cdot D$, ненулевые элементы которой укажут, какие работы предшествуют данной работе i за два шага до нее. Возводя матрицу в степень 3, получим список работ, предшествующих данной за три шага до нее, и т.д. Данные свойства основываются на теореме для матриц смежности, согласно которой элемент D_{ij} матрицы D^l равен числу путей длины l из вершины i в вершину j . Аналогичным образом, матрица F дает список последующих работ, а ненулевые элементы ее степени l показывают работы, следующие за данной в течение l

шагов.

Последовательность работ описывается направленным графом и матрица смежности такого графа является не симметричной. Если работа с номером k следует за работой с номером i , то это в свою очередь означает, что работа с номером i предшествует работе с номером k . Иными словами, $D_{ik} = F_{ki}$ или

$$F \approx D^T, \quad (10)$$

то есть матрица F равна транспонированной матрице D . Также и

$$F^I = (D^T)^I = (D^I)^T. \quad (11)$$

Матричное описание позволяет получить полную последовательность работ. Если объекты разных типов, то им могут быть сопоставлены разные типы работ и разные матрицы.

Планирование проведения ремонтно-строительных работ будем проводить с использованием агрегированной матрично-сетевой модели.

Если требуется план производства работ в части выполнения отдельных операций для какого-то вида работ, то создается матрица коэффициентов совмещения, элементами которой являются отдельные операции, - для создания такой матрицы пользуемся технологическими картами.

Применение этой методики позволяет снизить трудоемкость процесса ввода исходных данных. На выходе получаются графики различной степени детализации, которые легко читаются, что часто требуется для решения управленческих задач разного уровня.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2483	2484	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2499	2500	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2611	2612	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2627	2628	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2676	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2692	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700	2701	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716	2717	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2724	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732	2733	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2740	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748	2749	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2756	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764	2765	2766	2767	2768	2769	2770	2771	2772	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2788	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796	2797	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2804	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2820	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828	2829	2830	2831	2832	2833	2834	2835	2836	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844	2845	2846	2847	2848	2849	2850	2851	2852	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860	2861	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2868	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876	2877	2878	2879	2880	2881	2882	2883	2884	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892	2893	2894	2895	2896	2897	2898	2899	2900	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908	2909	2910	2911	2912	2913	2914	2915	2916	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924	2925	2926	2927	2928	2929	2930	2931	2932	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940	2941	2942	2943	2944	2945	2946	2947	2948	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956	2957	2958	2959	2960	2961	2962	2963	2964	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972	2973	2974	2975	2976	2977	2978	2979	2980	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988	2989	2990	2991	2992	2993	2994	2995	2996	2997	2998	2999	3000
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 4. Матрица технологической последовательности ведения работ.

The image shows a document page with a table. The table has several columns and rows of data. A large, dark, irregular shape obscures the right side of the page, including part of the table. The text is mostly illegible due to the quality of the scan and the obscuring shape.

Рис. 5. Матрица капитальных и текущих ремонтов сгенерированная в MATLAB.

В четвертой главе для практического обоснования разработанной методики произведено комплексное техническое обследование группы зданий Ленинского района г. Воронежа по улицам Челюскинцев и 20-летия Октября. По результатам мониторинга составили дефектные ведомости и планы проведения ремонтно-восстановительных работ с учетом прогноза состояния элементов и инженерных систем зданий согласно предложенной методике.

Создается матрица коэффициентов совмещения из укрупненных блоков работ, каждый укрупненный блок детализируется на отдельные работы, которые также связываются между собой коэффициентами совмещения, и при необходимости можно получить план производства работ на отдельный укрупненный блок работ.

В комплексе описанные усовершенствования позволят повысить качество планирования работ и снизить затраты на проектирование и мониторинг, что, в свою очередь, повысит эффективность деятельности предприятий жилищно-коммунального комплекса.

Эффективность предложенной методики складывается за счет следующих факторов: 1) предупреждения ускоренного износа, рационального увеличения сроков службы вследствие снижения недоремонта и повышения безотказности; 2) сокращения затрат на ремонт конструкций за счет рациональной организации и последовательности ремонтных работ; 3) продления срока нормативной эксплуатации здания.

В табл. 2 показаны в процентном отношении экономический эффект от реализации ремонтно-восстановительных работ жилого дома по ул. Челюскинцев, 82 по предложенной методике и по нормативам.

Таблица 2

Стоимость работ на ремонт кровли по разработанной методике на период 50 лет.

Годы	2011	2016	2021	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050	2055	2060
Текущий ремонт с учетом инфляции, рублей	491761,6	791986,9	1275502	205421	3007569	440338	644699	943904	13819699	-	3258612	5248028
Капитальный ремонт с учетом инфляции, рублей	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1484039	-	-
Козф дисконтирования	0,847	0,37	0,162	0,071	0,037	0,019	0,01	0,007	0,003	0,001	0,001	0,001
Дисконтированный текущий ремонт, руб.	416522,1	293035,2	206631,5	145848	111280,1	83664,3	64469,9	66073	41459,1	-	32586	52480,3
Дисконтированный капитальный ремонт, руб.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1484,04	-	-
Суммарные затраты на текущий и капитальный ремонты по методике с учетом дисконтирования, 1595535 руб.												

Таблица 3

Стоимость работ на ремонт кровли по нормативам на период 50 лет.

Годы	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
Текущий ремонт с учетом инфляции, рублей	91761	19988	159548	857464	3007569	-	800859	2563363	20233421	-	2480285
Капитальный ремонт с учетом инфляции, рублей	-	-	-	-	-	9506631	-	-	-	31230861	-
Коэф дисконтирования	0,847	0,437	0,191	0,084	0,37	0,016	0,7	0,3	0,001	0,001	0,001
Дисконтированные текущий ремонт, рублей	16522,1	14634,8	21473,7	56867	11280,1	-	4606,1	7690,01	20233,4	-	2480,3
Дисконтированные капитальный ремонт, рублей	-	-	-	-	-	12106,1	-	-	-	31230,9	-
Суммарные затраты на текущий и капитальный ремонты по нормативу с учетом дисконтирования, 1829124 руб.											

Суммарный ожидаемый экономический эффект от реализации метода оптимальной эксплуатации на примере ремонта кровли в жилом доме типовой застройки 60-х годов составит 233 тыс. рублей.

Предложенная методика по рациональному проведению ремонтно-восстановительных работ, апробированная на примере жилых домов Ленинского района города Воронежа показала экономию средств по содержанию жилого дома в размере 24 %.

ВЫВОДЫ

1. Определены факторы количественной оценки эксплуатационного износа элементов зданий и сооружений для определения уровня остаточного ресурса, учитывающие особенности состояния конструктивных элементов. Эти факторы дают возможность распределять рационально ресурсы на проведение ремонтно-строительных работ достигая таким образом наименьших затрат при наибольшей продолжительности жизни объектов жилой недвижимости.

2. Разработана математическая модель, описывающая износ зданий в зависимости от старения, степени поврежденности элементов с учетом нарушений режимов эксплуатации. На основании математической модели определены сроки эксплуатации элементов зданий и их состояние. Что позволяет прогнозировать время проведения мониторинга элементов зданий и инженерных систем и время проведение ремонтно-строительных мероприятий.

3. Разработана методика планирования ремонтно-строительных работ отличающая от известных тем, что в ней используются интегральные показатели состояния несущих строительных конструкций, инженерных систем. Методика позволяет определить время проведения капитального ремонта, при этом интервал проведения ремонтных работ определяется исходя из уровня остаточного ресурса. Отличительным признаком разработанной методики планирования ремонтно-строительных работ является матричное описание всех видов работ позволяющее получить технологическую последовательность работ.

4. Разработана матрица капитальных и текущих ремонтов. Для проведения вычислений предложенной матрицы в оболочке MATLAB разработан алгоритм, позволяющий в отличие от известных определить приоритетность ремонтно-восстановительных работ в любой период жизни объектов недвижимости и сформировать планы проведения ремонтных работ, электронный паспорт здания. Алгоритм позволяет проводить мониторинг текущего состояния, планировать проведение капитальных и текущих ремонтов как одного, так и группы объектов.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

Статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. Драпалюк, Д.А. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В.Я. Мищенко, П.А. Головинский, Д.А. Драпалюк // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. № 4 (16). – С. 111-117.

2. Драпалюк, Д.А. Мониторинг дефектов и учет старения строительных конструкций жилого фонда / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Е.А. Солнцев // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2009. – Вып. № 4 (16). – С. 118-123.

3. Драпалюк, Д.А. Разработка вариантов формирования организационно-технологической схемы реконструкции объектов недвижимости / В.Я. Мищенко, И.С. Суровцев, Д.А. Драпалюк, Н.А. Понявина // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2010. – Вып. № 1 (17). – С. 132-138.

4. Драпалюк, Д.А. Планирование проведения ремонтно-строительных работ с целью достижения максимального срока эксплуатации строительных объектов / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Н.А. Понявина // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – Вып. № 9. – С. 28-31.

5. Драпалюк, Д.А. Моделирование проведения ремонтно-строительных работ при эксплуатации жилого фонда / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, А.Н. Назаров // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – Вып. № 24. - С. 43-47.

Статьи в других изданиях:

6. Драпалюк, Д.А. Конкурентоспособное управление жизненным циклом объектов недвижимости / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк // Оценка риска и безопасность строительных конструкций: сб. ст. по материалам 1-й междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: ВГАСУ, 2006. – С. 95-99.

7. Драпалюк, Д.А. Система информационных матриц при организации конкурентоспособного управления жилищно-коммунальным комплексом недвижимости / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк // Оценка риска и безопасность строительных конструкций: сб. ст. по материалам 1-й междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: ВГАСУ, 2006. – С. 99-100.

8. Драпалюк, Д.А. Исторические здания города Воронежа / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Л.П. Мышовская // Сб. ст. по материалам совещания деканов факультетов «Промышленное и гражданское строительство» строительных вузов России и стран СНГ. – Воронеж: ВГАСУ, 2006. – С. 119-129.

9. Драпалюк, Д.А. Конструктивно-технологические подходы при разработке технологий и методов реконструкции / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Е.Г. Аноприенко // Сб. ст. по материалам совещания деканов факультетов «Промышленное и гражданское строительство» строительных вузов России и стран СНГ. – Воронеж: ВГАСУ, 2006. – С. 95-100.

10. Драпалюк, Д.А. Особенности повышения эффективности технической экспертизы зданий и сооружений архитектурно-исторического наследия / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Н.А. Зуева // Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка: материалы 4-й междунар. конф., Прага-Москва. - М., 2007. – С. 265-271.

11. Драпалюк, Д.А. Особенности разработки проектных решений для зданий и сооружений архитектурно-исторического наследия / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк // Актуальные проблемы эффективного развития инвестиционно-отраслевых комплексов: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: ПГУАС, 2007. – С. 340-346.

12. Драпалюк, Д.А. Влияние окружающей среды на физический износ зданий старой постройки / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Н.А. Зуева // Высокие технологии в экологии: труды 10-й междунар. науч.-практ. конф. / Воронежское отделение Российской экологической академии. - Воронеж, 2007. – С. 156-159.

13. Драпалюк, Д.А. Влияние ресурсообеспечения ремонтных работ на организационно-техническую надежность их выполнения / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Н.А. Зуева // Концептуальные вопросы современного градостроительства: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2007. – С. 169-175.

14. Драпалюк, Д.А. Эффективные технологические решения и конструктивные решения при реконструкции жилого фонда / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Н.А. Зуева // Концептуальные вопросы современного градостроительства: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2007. – С. 164-168.

15. Драпалюк, Д.А. Применение комбинированных экспертно-модельных

систем в управлении строительным производством / В.Я. Мищенко, Д.И. Емельянов, Д.А. Драпалюк // Актуальные проблемы эффективного развития инвестиционно-отраслевых комплексов: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: ПГУАС, 2007. – С. 309-316.

16. Драпалюк, Д.А. Выбор рациональных методов ремонта, модернизации и реконструкции объектов недвижимости / В.Я. Мищенко, Д.А. Драпалюк, Ю.М. Зубцова // Проблемы устойчивого функционирования региональных инвестиционно-отраслевых комплексов: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Прага-Пенза 2009. – С. 266-273.

ДРАПАЛЮК ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ И РАЗРАБОКА МАТРИЦЫ ОРГАНИЗАЦИИ
КАПИТАЛЬНЫХ И ТЕКУЩИХ РЕМОНТОВ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 11.11.2010. Формат 60х84 1/16.
Бумага писчая. Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ №570

Отпечатано: Издательство учебной литературы и учебно-методических пособий
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84