

# Анализ методик технического обследования объектов с целью определения их физического износа

П. А. Гнам<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье      УДК 69.059

## Аннотация

Число ветхих и аварийных зданий и сооружений с каждым годом увеличивается. К этому могут приводить различные факторы, начиная от обветшания конструкций, и заканчивая причинами стихийного характера. Кроме того, эксплуатация зданий и сооружений ведет к их старению, то есть к физическому износу конструктивных элементов. Поэтому важной становится задача определения фактического технического состояния объекта. В статье рассматриваются качественные и количественные эксплуатационные характеристики зданий, а также приводится обзор современного состояния недвижимого фонда Санкт-Петербурга. Основной задачей данной статьи является проведение анализа современных методов и информационных технологий при проведении технического обследования и эксплуатации объектов недвижимости. В частности, был выполнен обзор изменения эксплуатационных характеристик, влияющих на нормативное техническое состояние зданий и сооружений. На основании этих данных, а также обзора, выявлена необходимость в разработке новой методики расчета физического износа здания.

Ключевые слова: Строительные конструкции, эксплуатационные характеристики, износ, надежность, долговечность, жилой фонд, техническое обследование

## Содержание

1.	Введение	8
2.	Анализ эксплуатационных характеристик зданий	8
3.	Анализ количественных показателей износа зданий	10
4.	Анализ современного состояния недвижимого фонда	11
5.	Анализ современных методов и информационных технологий при проведении технического обследования и эксплуатации объектов недвижимости	12
6.	Заключение	16

## 1. Введение

Эффективное использование недвижимости всех форм собственности, удовлетворяющее потребностям населения страны, является одной из важнейших целей социальной политики Российской Федерации на современном этапе. Особое внимание уделяется жилищному строительству, так как проблема доступности комфортных условий проживания для всех слоев населения сейчас как никогда актуальна. Это делает жилищное строительство одной из важнейших сфер экономики, и наиболее значимым сегментом рынка недвижимости.

Однако предельный эксплуатационный срок большинства жилых домов составляет от 25 до 50 лет. Это означает, что еще с начала 2000-х годов многие дома, строившиеся в 50-е года XX века, становились непригодными для жизни, и, как в следствии, объемы ветхого и аварийного жилья к 2016 году увеличились многократно.

К ветхому и аварийному состоянию могут приводить различные факторы, начиная от обветшания конструкций, и заканчивая причинами стихийного характера. Кроме того, эксплуатация зданий и сооружений всегда ведет к их старению, то есть к физическому износу их конструктивных элементов. Износ является необратимым процессом, приводящим к разрушению и потере эксплуатационных качеств.

Таким образом, особенно важной становится задача определения фактического технического состояния объекта, которое является основой поддержания нормативной функциональности зданий и сооружений.

Целью данной статьи является анализ сравнения методов определения физического износа зданий и сооружений. Для полного обоснования принятых решений, был выполнен анализ качественных и количественных характеристик объектов, проведен обзор состояния недвижимого фонда Санкт-Петербурга, сделаны выводы.

## 2. Анализ эксплуатационных характеристик зданий

С течением времени, даже при нормальных условиях эксплуатации конструкции и оборудование зданий и сооружений стареют и теряют свои первоначальные свойства. В жизненном цикле любого здания можно выделить несколько основных стадий: проектирование, строительство (а также консервация), эксплуатация, реконструкция/капитальный ремонт, снос [1].

Самым продолжительным и наиболее важным с точки зрения безопасности и комфортности здания является период эксплуатации. Именно во время этого периода происходит снижение прочностных, механических и технологических характеристик здания, иными словами, меняется его техническое состояние.

Техническое состояние здания определяют, как совокупность свойств, которые характеризуют соответствие объекта нормативным документам, в назначенный момент времени.

Изменение технического состояния выражается в ухудшении работоспособности отдельных конструктивных элементов здания и связей между ними под действием различных факторов. Эти факторы можно разделить на 2 группы: внутренние и внешние. К внутренним факторам относят изменение свойств материалов конструкций, качество их изготовления, нагрузки возникающие в процессе эксплуатации. К внешним – воздействия окружающей среды и условия эксплуатации. Этими факторами обуславливается и неравномерность сроков службы различных конструкций [2].

Под сроком службы здания понимают установленную нормативную продолжительность функционирования (эксплуатации) здания, при условии соблюдения правил и сроков технического обслуживания и ремонта. За нормативный срок службы всего здания принимают средний безотказный срок службы его основных несущих элементов: фундаментов и стен. Для других элементов этот период может быть меньше, поэтому в процессе эксплуатации зданий их зачастую приходится заменять.

Задачей мониторинга технического состояния [3] является поддержание в исправном и пригодном для использования состоянии зданий и сооружений, устранение их физического и морального износа, сохранение заданных эксплуатационных качеств [4].

Понятие «эксплуатационные качества зданий и сооружений» имеет различные трактовки в зависимости от авторов технической документации.

Например, ГОСТ 4.200-78 «Система показателей качества продукции» [5] определяет эксплуатационные показатели здания как совокупность технических, санитарно-гигиенических, экономических и эстетических характеристик здания, обуславливающих его качество.

Стражников А.М. в качестве основных эксплуатационных показателей выделяет безотказность, долговечность и ремонтпригодность зданий и их составных частей. Однако для ограждающих и несущих конструкций добавляет также тепло-, влаго- и звукозащиту [6].

Ряд авторов использует понятие «параметры эксплуатационных качеств зданий» (ПЭК). Под ПЭК понимают обоснованные эксплуатационно-технические характеристики (ЭТХ) конкретной конструкции или ее составных элементов, а также инженерных систем и их совокупностей [7-12]. ПЭК разделяют на две группы: параметры физической долговечности (прочность, морозостойкость и т.д.) и параметры моральной долговечности (соответствие технологии, комфортность, архитектурные решения и т.д.).

В целом, наиболее ёмкое определение вводится СП 13-102-2003 [13]. Эксплуатационные качества зданий – совокупность технических, объемно-планировочных, санитарно-гигиенических, теплотехнических, экономических и эстетических характеристик здания, обеспечивающих его эксплуатационную пригодность.

Г.М. Бадьин и Н.В. Таничева вводят данный термин в использование более просто, как фактические физико-технические и технологические качества зданий и отдельных конструкций [14].

Основываясь на вышеупомянутых источниках, можно выделить ряд основных параметров, характеризующих эксплуатационные качества зданий, сооружений и их элементов [15]:

#### 1. Конструктивная надежность:

**Надежность** – это свойство объекта выполнять требуемые функции, сохраняя в установленных пределах свои эксплуатационные показатели в течение заданного срока службы [2, 7, 16-17]. Надежность здания зависит от надежности всех его элементов. Именно данное свойство выделяется многими авторами [18-22] как основное эксплуатационное качество зданий и сооружений при ведении капитального ремонта, реконструкции и непосредственной эксплуатации.

Надежность определяется следующими основными свойствами:

- ремонтпригодность;
- прочность и устойчивость;
- сохраняемость;
- физическая долговечность;
- влаго- и морозостойкость [23-24];
- безотказность и др [25].

*Ремонтпригодность* – заключается в приспособленности конструкций к проведению различных работ по техническому обслуживанию здания (предупреждению, обнаружению и устранению повреждений, проведению текущих и капитальных ремонтов и т.д.).

*Прочность* – способность материала конструкции сопротивляться разрушению и сохранять текущее состояние под действием внешних нагрузок.

*Сохраняемость* – свойство объекта (здания в целом или его элементов) до ввода в эксплуатацию и во время ремонтов сохранять требуемые показатели при неудовлетворительном хранении, транспортировке, старении.

*Долговечность* – способность здания или сооружения сохранять во времени работоспособность до наступления предельного состояния, при установленном режиме эксплуатации. Оптимальную долговечность определяют, учитывая все предстоящие затраты на эксплуатацию.

*Морозостойкость* – способность материалов конструкций зданий и сооружений выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения или значительного снижения прочности

*Безотказность* – свойство сохранять работоспособность без вынужденных перерывов в течение определенного промежутка времени, согласно условиям эксплуатации. Безотказность можно повысить, заменив отдельные элементы конструкции на новые, однако достигнуть первоначальных значений невозможно, так как всегда существует остаточный износ элементов [26-29].

#### 2. Функциональное соответствие (комфортность):

**Комфортность** – иначе гигиеничность – зданий определяется удельной площадью помещений, их температурно-влажностным режимом, чистотой воздушной среды, а также звуковым и зрительным комфортом.

#### 3. Архитектурно-планировочное соответствие (функциональная комфортность):

**Функциональная комфортность** – это удобство пребывания людей и их деятельности в зданиях и сооружениях. Определяется гармоничностью соотношения площадей, в частности – жилой площади к общей, и эргономичностью планировок помещений.

#### 4. Экономичность:

**Экономичность** определяется стоимостью затрат на строительство, эксплуатацию или ремонт здания при условии приведения объемно-планировочных, конструктивных и функциональных решений до уровня действующих нормативов.

Конкретный набор основных эксплуатационных качеств здания зависит от его назначения, конструктивных особенностей, а также от материалов, из которых изготовлены те или иные конструкции [30-34]. Таким образом, сложность в организации поддержки нормативного технического состояния всех конструкций, элементов и инженерных систем зданий и сооружений состоит в многочисленности определяющих факторов [35].

### 3. Анализ количественных показателей износа зданий

Физический износ здания – величина, которая характеризует степень ухудшения технических и эксплуатационных показателей здания, вызванного объективными причинами, на определенный момент времени, в результате чего происходит снижение работоспособности конструкции здания. Иными словами, утрата зданием, его конструктивными элементами и инженерными системами первоначальных параметров эксплуатационных характеристик [36].

К основным факторам, приводящим к физическому износу здания, можно отнести внешние воздействия (климатические условия, природные катаклизмы) и внутренние технологические процессы (естественное старение материалов, характер эксплуатации и т.д.). Кроме того, значительное влияние оказывают объем и характер капитального ремонта, его качество и своевременность, а также уровень содержания и текущего ремонта [37].

Физический износ может определяться как в относительных величинах (%), так и в стоимостном выражении. Для определения процента износа зданий необходимо установить фактическое состояние отдельных участков конструкций, а также их точный срок службы. Эти данные собираются в соответствии с ВСН 53-86 «Правила оценки физического износа жилых зданий» [38], где в таблицах установлены признаки износа, количественная оценка и процент физического износа конструкций и систем, которые имеют свое процентное удельное соотношение относительно всего здания в целом. Согласно ВСН 53-86 физический износ следует оценивать, сопоставляя признаки физического износа, которые были выявлены в результате обследования, с их значениями, приведёнными в данном документе. Однако, данные таблиц ВСН не являются абсолютно точными и применимыми ко всем конструкциям, так как на практике утрата первоначальных эксплуатационных характеристик зависит от большого количества различных причин, и является уникальной ситуацией для каждого конкретного сооружения.

Рассмотренные в п.1 параметры позволяют получить качественные оценки зданий и сооружений. Для получения же количественных оценок служат эксплуатационно-технические характеристики, определяющие как здания в целом, так и конкретные строительные элементы, и их сопряжения, и придающие им те или иные свойства. Эти характеристики и определяют два вида долговечности зданий и сооружений: физическую и функциональную (моральную).

В таблице 1 приведены примеры соотнесения качественных и количественных характеристик, определяющие физическую и функциональную долговечности зданий и сооружений. Следует отметить, что строительные нормы и правила, а также различные нормативные документы и требования [13] устанавливают существенно большее количество показателей, которые задают минимально необходимые эргономические, санитарно-гигиенические, экологические требования и т.п.

**Таблица 1 – Примеры соотнесения показателей физической и функциональной долговечности [10].**

<b>Физическая долговечность (физический износ)</b>	
<b>Параметры эксплуатационных качеств (ПЭК)</b>	<b>Эксплуатационно-технические характеристики (ЭТХ)</b>
прочность	несущая способность
морозостойкость	относительный объём пор материала, температура
влагостойкость	коэффициент проницаемости
теплозащита	коэффициент теплопроводности, температура
звуконепроницаемость	коэффициент звукопроводности
деформативность	прогиб
<b>Моральная долговечность (функциональное (моральное) устаревание)</b>	
<b>Критерии</b>	<b>Показатели</b>
комфортность	тепло-влажностный режим
соответствие технологического процесса в здании современным требованиям	эргономические, санитарно-гигиенические, наличие предельно допустимых концентраций в среде обитания и материалах и т.п. [39]
архитектурные критерии	экспертная оценка
планировка помещений, зданий и т.п.	площади помещений и их функциональная взаимосвязь, соотношение площадей

При определении величин устаревания первым делом необходимо определить, какому критерию или параметру не соответствует здание, конструктивный элемент или сопряжение элементов, и в каких величинах выражается это несоответствие. После этого можно приступить к процедуре расчета самой величины.

Далее, результаты всех расчетов для конкретного здания формируются в таблицу расчетных значений, установленных еще на стадии проектирования. Эти значения реализуются в ходе строительства, и ими же будут руководствоваться в процессе эксплуатации и ремонта [40-42]. Такое использование количественных

показателей износа позволяет ставить все этапы жизненного цикла здания, в том числе и эксплуатацию, на научную основу.

#### 4. Анализ современного состояния недвижимого фонда

В настоящее время одной из приоритетных задач государственной политики является повышение уровня благосостояния населения. В частности, обеспечение доступным и комфортным жильем всех граждан. Для этого необходимо располагать сведениями о текущем состоянии жилищного фонда. Эти данные получают путем сбора информации о жилищных условиях за ряд лет, и последующего анализа полученных сведений для выявления тенденций. Ежегодно жилищный фонд Санкт-Петербурга и Ленинградской области увеличивается, однако прирост носит незначительный характер.

С 2004 года в стране действует новый этап государственной жилищной политики, направленной на повышение доступности жилья для населения. Принят пакет федеральных законов, в том числе Жилищный кодекс Российской Федерации и Градостроительный кодекс Российской Федерации, которые сформировали законодательную базу для проведения институциональных изменений в жилищной сфере. С 2006 года реализуется приоритетный национальный проект «Доступное и комфортное жилье – гражданам России». Ежегодно планируются содействия гражданам в улучшении жилищных условий иными способами осуществляется путем составления годового жилищного плана, утверждаемого Жилищным комитетом Санкт-Петербурга [43].

Площадь Санкт-Петербурга составляет 1439 км<sup>2</sup> [44]. Согласно данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области в настоящее время в Санкт-Петербурге проживает 5 279 299 человек, общее количество объектов жилищного фонда по итогам 2014 года составляет 22 810 многоквартирных домов и иных жилых строений, в том числе общежитий.

Стратегическая цель государственной политики в жилищной и сфере Санкт-Петербурга на период до 2020 года – создание благоприятных условий для оказания содействия Санкт-Петербургу в улучшении жилищных условий, проживающих в Санкт-Петербурге граждан и сокращение числа граждан, состоящих на жилищном учете в период с 2015 по 2020 годы, не менее чем на 102 000 семей [45]. С начала реализации Концепции государственной жилищной политики Санкт-Петербурга на 2007-2011 годы, утвержденной постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 29.05.2007 № 593, количество семей, состоящих на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях, сократилось более чем на 105 706 семей. В соответствии с подпунктом б пункта 1 Указа до 2020 года необходимо предоставить доступное и комфортное жилье 60 процентам российских семей, желающих улучшить свои жилищные условия.

**Таблица 2. Жилищный фонд [43].**

	Общая площадь жилых помещений; миллионов квадратных метров					
	2005г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.
<b>Российская Федерация</b>	2955	3231	3288	3349	3359	3473
<b>Ленинградская область</b>	39	44	45	47	39	44
<b>г.Санкт-Петербург</b>	100	113	115	120	120	111

В целом, до 2020 года общая минимально необходимая потребность в жилых помещениях составляет 32,0 тысячи квартир площадью 1 815,0 тыс. кв. м. Таким образом, ежегодная потребность в жилых помещениях составляет 319,9 тыс. кв. м. (не менее 5,3 тыс. квартир) [45]. Кроме того, обеспечение населения качественными и доступными жилищно-коммунальными услугами является одной из основных целей программы.

Наиболее остро для Санкт-Петербурга стоит проблема ветхого жилья. В Петербурге порядка 20% жилых зданий относятся к дореволюционной застройке, в пересчете на квадратные метры это 14,8% общей площади жилья. К концу 2014 г. порядка 99,5 млн. кв. м жилья России было отнесено к аварийному и ветхому фонду, что составляет около 3% от всей площади жилья в стране [43]. Начиная с 1990 года, ухудшение технического состояния жилого фонда становилось все более и более очевидным. Наиболее резкое увеличение объемов ветхого и аварийного жилья зафиксировано в период с 1990 по 2005 гг. Затем квадратура ветхого жилья стала постепенно снижаться, однако темпы снижения в год весьма незначительны. Объемы же аварийного недвижимого фонда с 1990г и по настоящее время продолжают расти. Схожей проблемой можно считать и моральное устаревание: большая часть жилых зданий, построенных в послевоенное время в процессе бума жилищного строительства 1960-х годов, на сегодняшний день не соответствует действующим нормативным

требованиям и требует реконструкции. По данным на 2012 год процент износа свыше 30% имеют более 60% домов [46].

Одним из наиболее очевидных решений уменьшения доли ветхого и аварийного жилья является его снос. К сожалению, в среднем за год сносится около 2-3 млн. кв. м, что составляет лишь около 3% от его общей площади. Такими темпами, учитывая постепенный износ любых зданий и сооружений, для сокращения количества аварийных и ветхих домов может потребоваться еще 30-50 лет. Эта цифра - средний срок экономической жизни капитальных строений. Следовательно, такое недобросовестное отношение к недвижимости несет в себе ряд негативных последствий: эстетических и экономических. Многие специалисты согласны с тем, что рост количества ветхого жилья характеризует как уровень доходов граждан, так и качество жизни с точки зрения условий проживания [47].

Поддержание работоспособного состояния зданий и сооружений требует больших затрат и нередко сложных технических решений при проведении своевременных ремонтно-восстановительных мероприятий. Также следует учитывать затраты на техническое обслуживание. При этом все затраты должны приносить экономическую выгоду в виде увеличения срока безаварийной эксплуатации объекта [48-51]. На рынке вторичного жилья каждое здание уже находилось в эксплуатации, а значит подвергались воздействию природных явлений, техногенной среды и т.д. [52]. Результат - рост количества как явных (трещин, следов увлажнения, сколов и т.д.), так и скрытых (накопленной «усталости» конструкциями и материалами, опасной для здоровья грибковой плесени) дефектов и повреждений, которые суммируются с уже заложенными в процессе строительства. Однако, по статистике даже покупатели новостроек получают в собственность квартиры с дефектами [53]. Из них порядка 20% квартир имеют значительные строительные изъяны и проживание в них невозможно из соображений безопасности и комфортности [54-56].

Кроме того, Санкт-Петербург, начиная с 2009 года, участвует в реализации Региональной адресной программы по проведению капитального ремонта многоквартирных домов, расположенных на территории Санкт-Петербурга в соответствии с Федеральным законом от 21.07.2007 № 185 ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства».

Таким образом, анализ состояния жилищного фонда показал, что его качественные и количественные характеристики определяются рядом различных факторов: периодами постройки, конструктивными решениями, условиями эксплуатации, социально-демографической ситуацией, степенью благоустройства и т.д. [57-58]. Недостаточность имеющихся методических данных, и отсутствие системного воздействия на инвестиционно-строительный процесс, крайне затрудняет реализацию программ по обеспечению комфортным и доступным жильем населения, а также поддержанию должного уровня рынка вторичного жилья.

## 5. Анализ современных методов и информационных технологий при проведении технического обследования и эксплуатации объектов недвижимости

Полное время эксплуатации любого здания условно делится на три основных периода: период приработки, нормальной эксплуатации и окончание срока службы. Опираясь на опыт наблюдения за конструкциями, можно выявить, что интенсивность износа увеличивается к третьему периоду примерно в полтора раза по сравнению с периодом приработки. Статистически, наиболее интенсивно износ зданий происходит в первые 20-30 лет, и после 100 лет эксплуатации [59].

Обследование зданий и сооружений – это комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта [60]. Иными словами, это определение технического состояния зданий, их конструктивных элементов и инженерных систем. По итогам обследования составляется заключение о техническом состоянии здания или сооружения.

При нормальных условиях эксплуатации, конструкции здания накапливают износ постепенно. Это позволяет прогнозировать изменение состояния объекта и вероятность отказов конструкций в любые промежутки времени. Кроме того, одной из целей оценки технического состояния объекта может являться выявление причин появления и развития дефектов и повреждений в конструкциях, для составления рекомендаций по эксплуатации, способствующей замедлению накопления износа [61-63].

Существует два основных метода определения технического состояния здания или сооружения – визуальный осмотр и инструментальное обследование.

**Визуальный осмотр (предварительное обследование)** проводят с целью предварительной оценки технического состояния строительных конструкций по внешним, косвенным признакам. Как правило, при предварительном обследовании проводят сплошное визуальное обследование конструкций здания, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (в зависимости от цели обследования), без сбора проб материалов для лабораторных испытаний, с необходимыми измерениями и их фиксацией [64-65].

Итоговый вывод о техническом состоянии объекта обследования делается на основе обнаруженных дефектов и повреждений. В зависимости от цели обследования, работа может быть закончена и по результатам

визуального осмотра. Если же результатов этого этапа обследования для решения поставленных задач недостаточно, или если обнаруженные дефекты и повреждения снижают прочность, устойчивость и жесткость несущих конструкций здания, то переходят к детальному обследованию.

**Инструментальное (детальное) обследование** – проводят для зданий и сооружений, а также их конструкций, в которых при визуальном обследовании были обнаружены дефекты и повреждения, влияющие на их несущую способность, жесткость и устойчивость, а также после различных воздействий, влияющих на расчетную несущую способность строительных конструкций [66].

Детальное обследование представляет собой гораздо более трудоёмкий процесс, требующий проведения большего числа операций, а также научных и инженерных изысканий, чем предварительное обследование. В детальном обследовании должны быть задействованы только высококвалифицированные специалисты, обладающие навыками использования специальных приборов и грамотного анализа полученных данных, способные прогнозировать дальнейшее поведение конструкций и давать рекомендации по эксплуатации, ремонту и т.д. [3, 13, 38].

Инструментальное обследование зданий и сооружений бывает двух видов: выборочным и сплошным. При выборочном обследовании испытываются с применением неразрушающих и разрушающих методов только некоторые конструктивные элементы. Проведение сплошного обследования обуславливается обычно Техническим заданием на проведение работ, а также полнотой технической документации по объекту. Основная суть сплошного обследования состоит в испытании максимально возможного количества конструкций.

В заключении по итогам детального обследования объекта определяют категорию технического состояния здания, оценку состояния инженерных систем, обоснование наиболее вероятных причин появления дефектов и повреждений, список мероприятий по усилению или ремонту конструкций.

Определение износа конкретного здания или сооружения, как часть обследования, необходимо для учета различия в характеристиках обследуемого объекта и аналогичного нового объекта [67].

Существует большое количество различных методов определения износа зданий, однако, в общем можно выделить ряд основных:

### 1) Метод экспертных оценок.

В основе метода лежит шкала опроса мнений (экспертных оценок) специалистов. После обработки полученных данных от экспертов, получается так называемое «коллективное мнение», на основании которого выносится заключение по техническому обследованию.

Метод экспертных оценок может быть применим в случаях, когда:

- необходимо вывести процент физического износа;
- необходима оценка технического состояния объектов после природных и техногенных катаклизмов;
- требуется установить причину разрушения;
- требуется составить прогноз развития повреждений;
- и т.д.

### 2) Экспертно-нормативный метод.

Величину физического износа определяют посредством визуального осмотра конструктивных элементов здания и последующего соотношения наблюдаемых дефектов и повреждений с их количественными выражениями в нормативных документах [38, 68]. Расчет происходит путем создания дефектной ведомости и определения процентов износа всех конструктивных элементов здания или сооружения.

Данный метод используется работниками БТИ при составлении технической документации (паспортов) на здание или сооружение и для расчета стоимости объекта затратным подходом.

Физический износ конструкции, при данном методе, следует определять по формуле:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} * \frac{P_i}{P_k} \quad (1)$$

где  $\Phi_k$  – физический износ конструкции, элемента или системы, [%];

$\Phi_i$  – физический износ участка конструкции, элемента или системы, определенный по табл.1-71, [%];

$P_i$  – размеры (площадь или длина) i-ого поврежденного участка, [м<sup>2</sup>] или [м];

$P_k$  – размеры всей конструкции, [м<sup>2</sup>] или [м];

n – число поврежденных участков.

Физический износ системы элементов здания или сооружения определяется как сумма средневзвешенного износа отдельных элементов.

Однако, при выборе метода расчета величины износа, достоинства данного метода часто перевешивают недостатки, что делает его одним из наиболее часто применяемых [69].

### 3) Метод сроков жизни.

Метод расчёта сроков жизни здания основан на экспертизе объектов недвижимости и предположении что показатели физического износа (эффективный возраст объекта и срок экономической жизни объекта) находятся в определенном соотношении.

Расчет физического износа методом сроков жизни производят по формуле [70-71]:

$$F = \frac{ДВ}{ФЖ} * 100\% \quad (2)$$

где: F – физический износ, [%];

ДВ – действительный возраст, [лет];

ФЖ – срок физической жизни (нормативный), [лет].

Физическая жизнь здания (ФЖ) – период эксплуатации здания, в течение которого состояние основных конструктивных элементов здания или сооружения соответствует определенным критериям. Длительность физической жизни объекта недвижимости зависит от его группы капитальности. Физическая жизнь заканчивается сносом объекта [72].

Действительный (эффективный) возраст здания (ДВ) – определяют относительно хронологического возраста здания, учитывая его технические характеристики, а также сложившуюся на момент обследования экономическую ситуацию, оказывающие влияние на стоимость здания. На практике действительный возраст может отличаться от хронологического возраста в большую или меньшую сторону, так как принимается с учетом условий эксплуатации [33].

#### 4) Метод компенсации затрат.

В основе стоимостного метода лежит величина физического износа, приравненная к затратам на его устранение. То есть износ, имеющийся на момент обследования здания, выражается через соотношение затрат на необходимые ремонтные работы, которые устранят дефекты и повреждения конструкций, и их восстановительной стоимости.

По результатам осмотра, с использованием таблиц из ВСН 53-86, эксперты устанавливают в каком именно диапазоне физического износа находится обследуемая конструкция. Затем определяется корректирующий коэффициент, на который умножают полученную величину физического износа [73].

#### 5) Методы технической диагностики.

Данные методы основаны на визуальном осмотре конструктивных элементов зданий и сооружений и их инженерном обследовании с определением стоимости работ, необходимых для восстановления первоначальных эксплуатационных свойств.

Методы технической диагностики физического износа объектов недвижимости обычно разделяют:

- по характеру проводимых исследований (т.е. по цели обследования);
- по месту проведения испытаний (полевые или лабораторные);
- по типу работ;
- по материалам обследуемых конструкций и т.д.

Это разные работы, и для них применяются различные методы и приборы контроля.

Физический износ определяется сложением величин физического износа отдельных элементов здания: стен, перекрытий, крыши, кровли, полов, оконных и дверных устройств, отделочных работ, внутренних санитарно-технических и электротехнических устройств и других элементов [37].

#### 6) Программные комплексы.

Для проектирования зданий и сооружений, и управления строительством на всех этапах, так же, как и для прогнозирования и предотвращения аварий в результате различных факторов часто используют анализ на основе виртуальной модели объекта. Использование программного обеспечения для расчета конструкций дает возможность дополнительного расчета конструктивных элементов на стадии эксплуатации, а не только проектирования объекта. Особенно эффективно применение программных комплексов, основанных на технологии информационного моделирования [74-75].

И хотя без таких программ невозможно представить себе процесс строительства в современном мире, их анализ позволяет заметить отсутствие учета процессов старения конструкций, их морального и физического износа, разрушения и т.д. Соответственно появилась необходимость в создании методики, которая позволяла бы визуализировать деградационные процессы в зданиях и сооружениях и наиболее точно определять их физический износ.

**Таблица 3 – Сравнение методов определения физического износа.**

Методы	Достоинства	Недостатки
Метод экспертных оценок	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая квалификация оценщиков;</li> <li>• Высокая скорость получения результатов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокие трудозатраты;</li> <li>• Субъективность;</li> <li>• Вероятность фальсификации результатов.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не требуется особая подготовка.</li> </ul>	
Экспертно-нормативный метод	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простота выполнения расчетов;</li> <li>• Высокая достоверность и проработанность методики;</li> <li>• Наличие примеров большинства случаев износа конструкций.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не учитываются новые материалы и технологии;</li> <li>• Субъективность;</li> <li>• Не учитываются «нетипичные» ситуации или условия эксплуатации объекта.</li> </ul>
Метод сроков жизни	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчёт физического износа здания в стоимостном выражении;</li> <li>• Возможность спрогнозировать состояние объекта.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не учитываются условия эксплуатации объекта и качество строительства;</li> <li>• Низкая точность и надежность расчётов;</li> <li>• Применяется только для однотипных объектов.</li> </ul>
Метод компенсации затрат	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчёт физического износа здания в стоимостном выражении;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трудоемкость расчета;</li> <li>• Повышенные требования к квалификации исполнителя;</li> <li>• Сложность определения экономической целесообразности.</li> </ul>
Методы технической диагностики	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Получение полной картины всех дефектов и повреждений;</li> <li>• Более подробные рекомендации по их устранению;</li> <li>• Возможность спрогнозировать состояние объекта.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трудоемкость выполняемых работ;</li> <li>• Повышенные требования к квалификации исполнителя;</li> <li>• Высокая стоимость производства работ.</li> </ul>
Программные комплексы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая скорость получения результатов;</li> <li>• Возможность спрогнозировать состояние объекта.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокие трудозатраты;</li> <li>• Повышенные требования к квалификации исполнителя;</li> <li>• Отсутствие учета процессов «старения».</li> </ul>

Сравнение плюсов и минусов каждого метода (см. Табл. 3) показывает, что ни один из них не является абсолютным. В зависимости от значений эксплуатационных характеристик каждого конкретного объекта или конструкции, определяющихся периодом постройки, качеством использованных материалов, условиям эксплуатации и т.д., будет и различаться оптимальный метод определения физического износа.

По данным Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 51% многоквартирных домов нуждается в капитальном ремонте, а согласно Федеральной службе государственной статистики с 1990 года площадь аварийного жилья в России выросла в 7,2 раз, а ветхого в 2,4 раза (рис. 1) [43].



**Рисунок 1. Ветхий и аварийный жилищный фонд в России**

При такой динамике ухудшения жилищной ситуации в стране, задача поддержания нормативной функциональности зданий и сооружений встает на первый план.

Сведения о техническом состоянии объекта добываются путем натурного обследования, неразрушающего контроля, фотофиксации дефектов и повреждений, и лабораторных испытаний отобранных образцов. К проведению данных работ должны допускаться только дипломированные исполнители, имеющие специальные допуски СРО и действующие согласно требованиям, действующих на момент обследования нормативных документов. К сожалению, проблема квалификации кадров, а также неточности и отсутствия систематизации методики технического обследования зданий становится с каждым годом все более острой, о чем свидетельствует анализ состояния жилого фонда. К счастью, эта проблема за последние годы стала получать большую огласку в инженерных кругах. Проводятся научно-практические конференции, пишутся статьи и диссертации, а также разрабатываются новые методики и оборудование, направленные на повышение безопасности и продление срока эксплуатации зданий и сооружений [76-81].

И хотя физический износ конструкций может быть определен даже на стадии визуального осмотра, имеющиеся нормативные документы (ВСН, СП и ГОСТ) и методы обследования, часто не в состоянии дать четкой информации о соотношении процента износа отдельных конструктивных элементов и изменения их функциональности [82-85].

По этой причине все большее значение приобретают методы технического обследования объектов недвижимости с использованием информационных технологий: создание BIM-моделей зданий и их частей, проведение сложных технических расчетов в различных программных комплексах и так далее [86].

Таким образом, можно сделать вывод, что возникла необходимость разработки методики определения физического износа зданий и сооружений, основанной на комплексном использовании современных способов мониторинга и прогнозирования характерных дефектов в отдельных конструкциях, а также расчетно-модульного блока обработки полученной информации. Используя полученную информацию о техническом состоянии объекта, и основанную на ней единую методику определения физического износа конструктивных элементов здания, эксплуатирующая организация может сформировать исходные данные для прогнозирования календарного плана ремонтно-строительных работ. После проведения следующего этапа технического обследования в полученный календарный график могут быть внесены корректировки. Такой подход положительно скажется не только на финансовом положении компании, но и самом здании с точки зрения его эксплуатационных качеств.

## 6. Заключение

Поскольку одной из основных причин перехода объектов недвижимости в аварийное состояние является их несоответствие современным нормам и стандартам, дальнейшая эксплуатация зависит от своевременного проведения мероприятий по усилению зданий и сооружений, имеющих различные дефекты и повреждения. Характеристика существующей застройки может быть получена или дополнена по результатам обследования технического состояния зданий и сооружений, для чего необходима объективная количественная оценка степени физического и морального износа.

Техническое обследование зданий и сооружений - процесс трудоемкий, связанный со значительными временными и финансовыми затратами, а достоверность результатов обследований зачастую определяется квалификацией исполнителей, что особенно относится к начальному этапу, когда обычно используют визуальные методы сбора информации. Поэтому применение различных численных методов оценки состояния зданий, основанных на применении современных программных средств, позволяет достаточно точно учесть специфику конкретного здания или сооружения, а также ослабление конструкции и узлов.

Проведенный анализ эксплуатационных характеристик зданий, динамики капитального строительства в стране, наблюдаемое в последнее десятилетие, а также современных методов и технологий при проведении технического обследования, позволяет сделать вывод о том, что существует необходимость разработки новой методики для определения физического износа зданий и сооружений. Данная методика должна будет опираться на соблюдение должной технологической дисциплины и правил эксплуатации, данные первичного обследования с целью повышения эксплуатационного качества объекта.

Использование методик, позволяющих оперативно определить процент износа зданий и сооружений, позволит своевременно принять меры по сохранению их эксплуатационных качеств, и снизить возможные экономические затраты при проведении различных работ по техническому обслуживанию (в том числе при проведении текущих и капитальных ремонтов) [87-90].

### Литература

- [1]. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
- [2]. Аriskin M.V. Сроки службы зданий: методические указания к самостоятельной работе; под общ. ред. д-

### References

- [1]. Federalnyy zakon ot 30.12.2009 № 384-FZ. Tekhnicheskiiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy. (rus)
- [2]. Ariskin M.V. Sroki sluzhby zdaniy: metodicheskiye ukazaniya k samostoyatelnoy rabote; pod obshch. red. d-

- ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2014. 14 с.
- [3]. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
- [4]. Симионова Н.Е. Методы оценки и технической экспертизы недвижимости. Учебное пособие. М.: ИКЦ «Март», 2006.
- [5]. ГОСТ 4.200-78. Система показателей качества продукции.
- [6]. Стражников А.М. Научные основы, разработка и реализация системы мониторинга жилищного фонда в мегаполисах. Диссертация ... докт. техн. наук: 05.02.22 // Московский институт коммунального хозяйства и строительства. Москва, 2003.
- [7]. Эбзеев М. Б. Организация контроля эксплуатационного качества зданий и сооружений // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. ВСГУТУ. Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2012. С. 20-22
- [8]. Бойко М.Д., Мураховский А.И., Величкин В.З. и др. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Справочное пособие. М.: Стройиздат, 1993.
- [9]. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. СПб.: Сфера, 2008.
- [10]. Башков В.С. Оценка функционального (морального) устаревания зданий и сооружений // Ценообразование и сметное нормирование в строительстве. 2006. №1.
- [11]. Гордеева О.Г. Расчетно-экспериментальные методы экспресс-оценки физического износа и остаточного ресурса зданий и сооружений. Диссертация ... канд. техн. наук: 05.26.02 // Академия гражданской защиты МЧС России. Новогорск, 2002.
- [12]. Черняк Г.Е., Харламов И.В., Кулигин С.А. Контроль параметров эксплуатационных качеств физкультурно-оздоровительных и спортивных зданий и сооружений. Барнаул: АлтГТУ, 2010.
- [13]. СП 13-102-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Введены в действие 21 августа 2003.
- [14]. Бадьин Г. М., Таничева Н.В. Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий. Учебное пособие. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2013. 112 с.
- [15]. Асаул А. Н., Иванов С. Н., Старовойтов Экономика недвижимости. Учебник для вузов 3-е изд. СПб.: АНО «ИПЭВ», 2009. 304 с.
- [16]. Ройтман А.Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. М.: Стройиздат, 1985. 175 с.
- [17]. Ройтман А.Г., Смоленская Н.М. Ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий. М.: Стройиздат, 1978. 317 с.
- [18]. Драпалюк Д.А. Мониторинг эксплуатационного износа зданий и сооружений и разработка матрицы капитальных и текущих ремонтов. Диссертация ... канд. техн. наук: 05.23.08 // Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Воронеж, 2010.
- [19]. Колотилкин Б.М. Долговечность жилых зданий. М.: Стройиздат, 1965.
- [20]. Колотилкин Б.М. Три стратегии ремонта жилых зданий // Жилищное и коммунальное хозяйство. 1986. №1.
- [21]. Иохведов Ф.М., Корчуков В.Ф. Методические рекомендации по организации и проведению текущего ремонта всех форм собственности // СПб.: ЗАО «Экополис», 2000.
- ra tekhn. nauk, prof. Yu.P. Skachkova. Penza: Izd-vo PGUAS, 2014. 14 p. (rus)
- [3]. GOST R 53778-2010. Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya. (rus)
- [4]. Simionova N.Ye. Metody otsenki i tekhnicheskoy ekspertizy nedvizhimosti. Uchebnoye posobiye. M.: IKTs «Mart», 2006. (rus)
- [5]. GOST 4.200-78. Sistema pokazateley kachestva produktsii. (rus)
- [6]. Strazhnikov A.M. Nauchnyye osnovy, razrabotka i realizatsiya sistemy monitoringa zhilishchnogo fonda v megapolisakh. Dissertatsiya ... dokt. tekhn. nauk: 05.02.22 // Moskovskiy institut kommunalnogo khozyaystva i stroitelstva. Moskva, 2003. (rus)
- [7]. Ebzeyev M. B. Organizatsiya kontrolya ekspluatatsionnogo kachestva zdaniy i sooruzheniy // Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. VSGUTU. Ulan-Ude: Izd-vo VSGUTU, 2012. Pp. 20-22. (rus)
- [8]. Boyko M.D., Murakhovskiy A.I., Velichkin V.Z. i dr. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye i remont zdaniy i sooruzheniy. Spravochnoye posobiye. M.: Stroyizdat, 1993. (rus)
- [9]. Afanasyev A.A., Matveyev Ye.P. Rekonstruktsiya zhilykh zdaniy. Chast I. Tekhnologii vosstanovleniya ekspluatatsionnoy nadezhnosti zhilykh zdaniy. SPb.: Sfera, 2008. (rus)
- [10]. Bashkov V.S. Otsenka funktsionalnogo (moralnogo) ustarevaniya zdaniy i sooruzheniy // Tsenoobrazovaniye i smetnoye normirovaniye v stroitelstve. 2006. No. 1. (rus)
- [11]. Gordeyeva O.G. Raschetno-eksperimentalnyye metody ekspress-otsenki fizicheskogo iznosa i ostatochnogo resursa zdaniy i sooruzheniy. Dissertatsiya ... kand. tekhn. nauk: 05.26.02 // Akademiya grazhdanskoy zashchity MChS Rosii. Novogorsk, 2002. (rus)
- [12]. Chernyak G.Ye., Kharlamov I.V., Kuligin S.A. Kontrol parametrov ekspluatatsionnykh kachestv fizkulturno-ozdorovitelnykh i sportivnykh zdaniy i sooruzheniy. Barnaul: AltGTU, 2010. (rus)
- [13]. SP 13-102-2003. Svod pravil po proyektirovaniyu i stroitelstvu. Pravila obsledovaniya nesushchikh stroitelnykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy. Vvedeny v deystviye 21 avgusta 2003. (rus)
- [14]. Badin G. M., Tanicheva N.V. Usileniye stroitelnykh konstruksiy pri rekonstruktsii i kapitalnom remonte zdaniy. Uchebnoye posobiye. M.: Izd-vo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov, 2013. 112 p. (rus)
- [15]. Asaul A. N., Ivanov S. N., Starovoytov Ekonomika nedvizhimosti. Uchebnik dlya vuzov 3-ye izd. SPb.: ANO «IPEV», 2009. 304 p. (rus)
- [16]. Roytman A.G. Nadezhnost konstruksiy ekspluatiruyemykh zdaniy. M.: Stroyizdat, 1985. 175 p. (rus)
- [17]. Roytman A.G., Smolenskaya N.M. Remont i rekonstruktsiya zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. M.: Stroyizdat, 1978. 317 p. (rus)
- [18]. Drapalyuk D.A. Monitoring ekspluatatsionnogo iznosa zdaniy i sooruzheniy i razrabotka matritsy kapitalnykh i tekushchikh remontov. Dissertatsiya ... kand. tekhn. nauk: 05.23.08 // Voronezhskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet. Voronezh, 2010. (rus)
- [19]. Kolotilkin B.M. Dolgovechnost zhilykh zdaniy. M.: Stroyizdat, 1965. (rus)
- [20]. Kolotilkin B.M. Tri strategii remonta zhilykh zdaniy // Zhilishchnoye i kommunalnoye khozyaystvo. 1986. No. 1. (rus)
- [21]. Iokhvedov F.M., Korchukov V.F. Metodicheskiye rekomendatsii po organizatsii i provedeniyu tekushchego rekomendatsii po organizatsii i provedeniyu tekushchego

- [22]. Калинин А.А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений. Учеб. Пособие. М.: Изд-во АСВ, 2002.
- [23]. Z. Bai, Y. Dong, Z. Wang, T. Zhu Emission of ammonia from indoor concrete wall and assessment of human exposure. Environment international. 2006. No. 32(3). 303 p.
- [24]. Chai Y.S., Popov V.L. Limiting shape due to fretting wear in an adhesive contact in the dugdale approximation // Физическая мезомеханика. 2012. № 5.
- [25]. Рогонский В.А., Костриц А.И и др. Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. СПб: Изд-во «Стройиздат СПб», 2004. 172 с.
- [26]. СНИП 12-01-2004 Организация строительства.
- [27]. СНИП 3.01-01-85\* Организация строительного производства.
- [28]. СНИП 3.03.01-85 Несущие и ограждающие конструкции.
- [29]. СНИП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения.
- [30]. Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Р., Валиев Ф.Г., Данилова Р.В. Повышение эксплуатационных характеристик композиционных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 7. С. 64-66.
- [31]. Холодяков М.В., Шевцов И.В., Чепусов А.Ю. Учет изменения напряженно-деформированного состояния элементов фермы при проведении экспертизы промышленной безопасности // Символ науки. 2016. № 1-2. С. 109-110.
- [32]. Осипов С.Н., Поздняков Д.А. Об оценке физического износа упругопластических элементов зданий // Наука и техника. 2015. № 6. С. 30-36.
- [33]. Осипов С.Н., Пилипенко В. М. Способ вероятностной оценки физического износа элементов зданий // Евразийская Патентная Организация. 2013.
- [34]. Курочка П.Н., Сеферов Г.Г. Интегральные показатели технического состояния жилищного фонда // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. № 4.
- [35]. Ушаков И.И., Бондарев Б.А. Основы диагностики строительных конструкций. Учеб. пособие. Ростов н/Д: Изд-во Феникс, 2008. 204 с.
- [36]. Савицкий В.В. О физическом износе зданий // Жилищное строительство. 1985. № 4.
- [37]. Рощина С.И. Особенности технической эксплуатации зданий и сооружений. Учебное пособие. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2014. 119 с.
- [38]. ВСН 53-86 Правила оценки физического износа жилых зданий.
- [39]. Бодров, В.И. Микроклимат зданий и сооружений. Н. Новгород: Арабеск, 2001. 395 с.
- [40]. Шрейбер А.К. и др. Организация и планирование строительного производства. М.: Высшая школа, 1987. 368 с.
- [41]. Малкин М.М. Оптимизация графиков движения рабочих в календарных планах методом вариации ресурсных профилей: Диссерт. канд. техн. наук. СПб, 2010.
- [42]. Мильнер Б.З. Теория организации: Учебник. 4-е изд., перераб и доп. М.: Изд-во ИНФРА-М, 2004. 648 с.
- [43]. [http://www.gks.ru/электронный\\_ресурс/](http://www.gks.ru/электронный_ресурс/)
- [44]. [http://gov.spb.ru/электронный\\_ресурс/](http://gov.spb.ru/электронный_ресурс/)
- [45]. Государственная программа Санкт-Петербурга «Обеспечение доступным жильем и жилищно-коммунальными услугами жителей Санкт-Петербурга» на 2015 – 2020 годы».
- [46]. [http://demoscope.ru/электронный\\_ресурс/](http://demoscope.ru/электронный_ресурс/)
- [47]. Положение по оценке непригодности жилых домов и жилых помещений государственного и общественного remonta vsekh form sobstvennosti // SPb.: ZAO «Ekopolis», 2000. (rus)
- [22]. Kalinin A.A. Obsledovaniye, raschet i usileniye zdaniy i sooruzheniy. Ucheb. Posobiye. M.: Izd-vo ASV, 2002. (rus)
- [23]. Z. Bai, Y. Dong, Z. Wang, T. Zhu Emission of ammonia from indoor concrete wall and assessment of human exposure. Environment international. 2006. No. 32(3). 303 p.
- [24]. Chai Y.S., Popov V.L. Limiting shape due to fretting wear in an adhesive contact in the dugdale approximation // Fizicheskaya mezomekhanika. 2012. No. 5.
- [25]. Rogonskiy V.A., Kostrits A.I i dr. Ekspluatatsionnaya nadezhnost zdaniy i sooruzheniy. SPb: Izd-vo «Stroyizdat SPb», 2004. 172 p. (rus)
- [26]. SNIp 12-01-2004 Organizatsiya stroitelstva. (rus)
- [27]. SNIp 3.01-01-85\* Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva. (rus)
- [28]. SNIp 3.03.01-85 Nesushchiye i ograzhdayushchiye konstruksii. (rus)
- [29]. SNIp 31-06-2009 Obshchestvennyye zdaniya i sooruzheniya. (rus)
- [30]. Khasanshin R.R., Safin R.R., Valiyev F.G., Danilova R.V. Povysheniye ekspluatatsionnykh kharakteristik kompozitsionnykh materialov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. No. 7. Pp. 64-66. (rus)
- [31]. Kholodyakov M.V., Shevtsov I.V., Chepusov A.Yu. Uchet izmeneniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya elementov fermy pri provedenii ekspertizy promyshlennoy bezopasnosti // Simvol nauki. 2016. No. 1-2. Pp. 109-110. (rus)
- [32]. Osipov S.N., Pozdnyakov D.A. Ob otsenke fizicheskogo iznosa uprugoplasticheskikh elementov zdaniy // Nauka i tekhnika. 2015. No. 6. Pp. 30-36. (rus)
- [33]. Osipov S.N., Pilipenko V. M. Sposob veroyatnostnoy otsenki fizicheskogo iznosa elementov zdaniy // Evraziyskaya Patentnaya Organizatsiya. 2013. (rus)
- [34]. Kurochka P.N., Seferov G.G. Integralnyye pokazateli tekhnicheskogo sostoyaniya zhilishchnogo fonda // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2011. No. 4. (rus)
- [35]. Ushakov I.I., Bondarev B.A. Osnovy diagnostiki stroitelnykh konstruksiy. Ucheb. posobiye. Rostov n/D: Izd-vo Feniks, 2008. 204 p. (rus)
- [36]. Savitskiy V.V. O fizicheskom iznose zdaniy // Zhilishchnoye stroitelstvo. 1985. No. 4. (rus)
- [37]. Roshchina S.I. Osobennosti tekhnicheskoy ekspluatatsii zdaniy i sooruzheniy. Uchebnoye posobiye. Vladimir: Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2014. 119 p. (rus)
- [38]. VSN 53-86 Pravila otsenki fizicheskogo iznosa zhilykh zdaniy. (rus)
- [39]. Bodrov, V.I. Mikroklimat zdaniy i sooruzheniy. N. Novgorod: Arabesk, 2001. 395 p. (rus)
- [40]. Shreyber A.K. i dr. Organizatsiya i planirovaniye stroitel'nogo proizvodstva. M.: Vysshaya shkola, 1987. 368 p. (rus)
- [41]. Malkin M.M. Optimizatsiya grafikov dvizheniya rabochikh v kalendarnykh planakh metodom variatsii resursnykh profiley: Dissert. kand. tekhn. nauk. SPb, 2010. (rus)
- [42]. Milner B.Z. Teoriya organizatsii: Uchebnik. 4-ye izd., pererab i dop. M.: Izd-vo INFRA-M, 2004. 648 p. (rus)
- [43]. [http://www.gks.ru/elektronnyy\\_resurs/](http://www.gks.ru/elektronnyy_resurs/) (rus)
- [44]. [http://gov.spb.ru/elektronnyy\\_resurs/](http://gov.spb.ru/elektronnyy_resurs/) (rus)
- [45]. Gosudarstvennaya programma Sankt-Peterburga «Obespecheniye dostupnym zhilyem i zhilishchno-kommunalnymi uslugami zhiteley Sankt-Peterburga» na 2015 – 2020 gody». (rus)

- жилого фонда для постоянного проживания. М.: МЖКХ РСФСР. 1986.
- [48]. Брунов П.Е. Экономические аспекты оценки износа зданий в системе управления недвижимостью: Автореф. дис. канд. техн. наук. Москва, 2004. 39 с.
- [49]. Шеина С. Г. Методические и организационные основы стоимостной оценки физического износа жилых зданий // Жилищное строительство. 2008. №7.
- [50]. Блех Е.М. Экономические проблемы морального износа и модернизации жилых зданий. М.: Изд-во Стройиздат, 1985. 108 с.
- [51]. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н. и др. Модели и механизмы управления недвижимостью. М.: Изд-во «Уланов - пресс». 2007. 310 с.
- [52]. Приказ Госстроя РФ от 02.08.2002 г. № 167 Об утверждении порядка проведения обследования технического состояния объектов, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций.
- [53]. Сухов О. 90% покупателей квартир в новостройках вправе требовать возмещения строительных дефектов через суд // Большой сервер недвижимости. 2011.
- [54]. Афанасьев В.А., Афанасьев А.В., Валеева В.К., Власов В.Н. Новые разновидности поточной организации строительства. Л.: ЛИСИ, 1991.
- [55]. Афанасьев В.А., Афанасьев А.В. Поточная организация работ в строительстве. Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2000.
- [56]. Афанасьев В.А. Методические рекомендации по проектированию строительных потоков с организацией работ по турам. Л.: ЛИСИ, 1985. 48 с.
- [57]. Fitzpatrick K. Unhealthy Places: The Ecology of Risk in the Urban Landscape. New York: Routledge. 2000. 274 p.
- [58]. Servakh V.V., Shcherbinina T.A. Complexity of project scheduling problem with nonrenewable resources. Operations Research Proceeding. Berlin: Springer. Germany. 2007. pp. 427-431.
- [59]. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых зданий. Учебное пособие для архитектурных и строительных спец. Вузов. Ростов-на-Дону: Изд-во «Феникс», 2002. 256 с.
- [60]. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
- [61]. Irwin G. Analysis of Stresses and Strains near the End of a Crack Traversing a Plate. J. Appl. Mech. 1957. No. 3. pp. 361 – 364.
- [62]. Pritskar A. V., Whitehouse G. E. Graphical Evaluation and Review Technique. Part I: Fundamentals; Part II: Probabilistic and Industrial Engineering Applications. Journal of Industrial Engineering, XVII. No. 5- 6. 1966. pp. 124-130.
- [63]. Popov V.L., Heb M. Method of Dimensionality Reduction in Contact Mechanics and Friction. Berlin: Springer. 2015. 265 p.
- [64]. Добромислов А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений // Изд-во Ассоциации строительных вузов. 2006.
- [65]. Добромислов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. Справочное пособие. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 72 с.
- [66]. Приказ Министерства регионального развития от 9 декабря 2008 г. № 274 Об утверждении перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.
- [46]. [http://demoscope.ru/elektronnyy resurs/](http://demoscope.ru/elektronnyy_resurs/) (rus)
- [47]. Polozheniye po otsenke neprigodnosti zhilykh domov i zhilykh pomeshcheniy gosudarstvennogo i obshchestvennogo zhilogo fonda dlya postoyannogo prozhivaniya. M.: MZhKKh RSFSR. 1986. (rus)
- [48]. Brunov P.Ye. Ekonomicheskiye aspekty otsenki iznosa zdaniy v sisteme upravleniya nedvizhimostyu: Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Moskva, 2004. 39 p. (rus)
- [49]. Sheina S. G. Metodicheskiye i organizatsionnyye osnovy stoimostnoy otsenki fizicheskogo iznosa zhilykh zdaniy // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. No. 7. (rus)
- [50]. Blekh Ye.M. Ekonomicheskiye problemy moralnogo iznosa i modernizatsii zhilykh zdaniy. M.: Izd-vo Stroyizdat, 1985. 108 p. (rus)
- [51]. Barkalov S.A., Burkov V.N., Kurochka P.N. i dr. Modeli i mekhanizmy upravleniya nedvizhimostyu. M.: Izd-vo «Ulanov - press». 2007. 310 p. (rus)
- [52]. Prikaz Gosstroya RF ot 02.08.2002 g. № 167 Ob utverzhenii poryadka provedeniya obsledovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya obyektov, postradavshikh v rezultate chrezvychaynykh situatsiy. (rus)
- [53]. Sukhov O. 90% pokupateley kvartir v novostroykakh vprave trebovat vozmeshcheniya stroitelnykh defektov cherez sud // Bolshoy server nedvizhimosti. 2011. (rus)
- [54]. Afanasyev V.A., Afanasyev A.V., Valeyeva V.K., Vlasov V.N. Novyye raznovidnosti potochnoy organizatsii stroitelstva. L.: LISI, 1991. (rus)
- [55]. Afanasyev V.A., Afanasyev A.V. Potochnaya organizatsiya rabot v stroitelstve. Ucheb. Posobiye. SPb.: Izd-vo SPbGASU, 2000. (rus)
- [56]. Afanasyev V.A. Metodicheskiye rekomendatsii po proyektirovaniyu stroitelnykh potokov s organizatsiyei rabot po turam. L.: LISI, 1985. 48 p. (rus)
- [57]. Fitzpatrick K. Unhealthy Places: The Ecology of Risk in the Urban Landscape. New York: Routledge. 2000. 274 p.
- [58]. Servakh V.V., Shcherbinina T.A. Complexity of project scheduling problem with nonrenewable resources. Operations Research Proceeding. Berlin: Springer. Germany. 2007. pp. 427-431.
- [59]. Travin V.I. Kapitalnyy remont i rekonstruktsiya zhilykh zdaniy. Uchebnoye posobiye dlya arkhitekturnykh i stroitelnykh spets. Vuzov. Rostov-na-Donu: Izd-vo «Feniks», 2002. 256 p. (rus)
- [60]. GOST 31937-2011 Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya. (rus)
- [61]. Irwin G. Analysis of Stresses and Strains near the End of a Crack Traversing a Plate. J. Appl. Mech. 1957. No. 3. Pp. 361 – 364.
- [62]. Pritskar A. V., Whitehouse G. E. Graphical Evaluation and Review Technique. Part I: Fundamentals; Part II: Probabilistic and Industrial Engineering Applications. Journal of Industrial Engineering, XVII. No. 5- 6. 1966. pp. 124-130.
- [63]. Popov V.L., Heb M. Method of Dimensionality Reduction in Contact Mechanics and Friction. Berlin: Springer. 2015. 265 p.
- [64]. Dobromyslov A.N. Diagnostika povrezhdeniy zdaniy i inzhenernykh sooruzheniy // Izd-vo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov. 2006. (rus)
- [65]. Dobromyslov A.N. Otsenka nadezhnosti zdaniy i sooruzheniy po vneshnim priznakam. Spravochnoye posobiye. M.: Izd-vo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov, 2006. 72 p. (rus)
- [66]. Prikaz Ministerstva regionalnogo razvitiya ot 9 dekabrya 2008 g. № 274 Ob utverzhenii perechnya vidov rabot po inzhenernym izyskaniyam, po podgotovke dokumentatsii, po stroitelstvu, rekonstruktsii, kapitalnomu

- [67]. Сокова Е.Я., Стражников А.М. Эффективность технического обследования жилищного фонда г.Москвы // Городское хозяйство Москвы. 1997. 245 с.
- [68]. ВСН 57-88 Положение по техническому обследованию жилых зданий.
- [69]. Башкатов В.С. Физический износ при оценке объектов недвижимости // ООО «Региональный Центр Недвижимости». Хабаровск. 2011.
- [70]. Грибовский С.В., Сивец С.А. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества // Финансы и статистика. 2008 г. 368 с.
- [71]. Грибовский С.В. Оценка стоимости недвижимости. Учебное пособие. // Маросейка. 2009. 432 с.
- [72]. Гриненко С.В. Экономика недвижимости. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.
- [73]. Захаров С.А. Методы определения физического износа при оценке стоимости недвижимости // ООО «Северная Корона». Хабаровск. 2011.
- [74]. Бурков В.Н., Буркова И.В. Метод дихотомического программирования в задачах дискретной оптимизации // М.: ЦЕМИРАН, 2003.
- [75]. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства в условиях автоматизированных систем проектирования. М.:Стройиздат, 1973. 312 с.
- [76]. Simankina T., Popova O. Neural network application for scheduling of building construction repair. Applied Mechanics and Materials. 2014. pp. 1944-1950
- [77]. Simankina T., Braila N. Functional performance of piece of property with account for its level of environmental security. Applied Mechanics and Materials. 2014. pp. 723-727
- [78]. Симанкина Т.Л., Ширко Н.В. Оценка физического износа зданий с применением визуального моделирования дефектов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2011. № 7. С. 91-97.
- [79]. Симанкина Т.Л., Ширко Н.В. Создание графических образов физического износа объектов и связанных с ним затрат // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4. С. 30-37.
- [80]. Брайла Н.В. Календарное планирование ремонтно-строительных работ на основе совершенствования методики определения физического износа объектов. Диссертация ... канд. техн. наук: 05.23.08 // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2012.
- [81]. Полова О.Н. Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа. Диссертация ... канд. техн. наук: 05.23.08 // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2014.
- [82]. Мищенко В.Я., Головинский П.А., Драпалюк Д.А. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2009. № 4 (16). С. 111-117.
- [83]. Морозов А.С., Ремнева В.В., Тонких Г.П. и др. Организация и проведение обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. М.: 2001.
- [84]. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2001. 176 с.
- [85]. Шеина С. Г. Методические и организационные основы стоимостной оценки физического износа жилых зданий // Жилищное строительство. 2008. №7.
- [86]. Бузало Г.А., Рак В.И., Якименко И.В. Реляционная модель базы данных информационно-аналитической ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства. (rus)
- [67]. Sokova Ye.Ya., Strazhnikov A.M. Effektivnost tekhnicheskogo obsledovaniya zhilishchnogo fonda g.Moskvy // Gorodskoye khozyaystvo Moskvy. 1997. 245 p. (rus)
- [68]. VSN 57-88 Polozheniye po tekhnicheskomu obsledovaniyu zhilykh zdaniy. (rus)
- [69]. Bashkatov V.S. Fizicheskiy iznos pri otsenke obyektov nedvizhimosti // ООО «Regionalnyy Tsentri Nedvizhimosti». Khabarovsk. 2011. (rus)
- [70]. Gribovskiy S.V., Sivets S.A. Matematicheskiye metody otsenki stoimosti nedvizhimogo imushchestva // Finansy i statistika. 2008 g. 368 p. (rus)
- [71]. Gribovskiy S.V. Otsenka stoimosti nedvizhimosti. Uchebnoye posobiye. // Maroseyka. 2009. 432 p. (rus)
- [72]. Grinenko S.V. Ekonomika nedvizhimosti. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2004. (rus)
- [73]. Zakharov S.A. Metody opredeleniya fizicheskogo iznosa pri otsenke stoimosti nedvizhimosti // ООО «Severnaya Korona». Khabarovsk. 2011. (rus)
- [74]. Burkov V.N., Burkova I.V. Metod dikhotomicheskogo programmirovaniya v zadachakh diskretnoy optimizatsii // M.: TsEMIRAN, 2003. (rus)
- [75]. Gusakov A.A. Organizatsionno-tekhnologicheskaya nadezhnost stroitel'nogo proizvodstva v usloviyakh avtomatizirovannykh sistem proyektirovaniya. M.:Stroyizdat, 1973. 312 p. (rus)
- [76]. Simankina T., Popova O. Neural network application for scheduling of building construction repair. Applied Mechanics and Materials. 2014. Pp. 1944-1950.
- [77]. Simankina T., Braila N. Functional performance of piece of property with account for its level of environmental security. Applied Mechanics and Materials. 2014. Pp. 723-727.
- [78]. Simankina T.L., Shirko N.V. Otsenka fizicheskogo iznosa zdaniy s primeneniym vizual'nogo modelirovaniya defektov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. 2011. No. 7. Pp. 91-97. (rus)
- [79]. Simankina T.L., Shirko N.V. Sozdaniye graficheskikh obrazov fizicheskogo iznosa obyektov i svyazannykh s nim zatrat // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2011. No. 4. Pp. 30-37. (rus)
- [80]. Brayla N.V. Kalendarnoye planirovaniye remontno-stroitelnykh rabot na osnove sovershenstvovaniya metodiki opredeleniya fizicheskogo iznosa obyektov. Dissertatsiya ... kand. tekhn. nauk: 05.23.08 // Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet. Sankt-Peterburg, 2012. (rus)
- [81]. Popova O.N. Metod kalendarnogo planirovaniya remonta zhilykh zdaniy na osnove ikh strukturnogo analiza. Dissertatsiya ... kand. tekhn. nauk: 05.23.08 // Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet. Sankt-Peterburg, 2014. (rus)
- [82]. Mishchenko V.Ya., Golovinskiy P.A., Drapalyuk D.A. Prognozirovaniye temпов iznosa zhilogo fonda na osnove monitoringa defektov stroitelnykh konstruksiy // Nauchnyy vestnik VGASU. Stroitelstvo i arkhitektura. 2009. No. 4 (16). Pp. 111-117. (rus)
- [83]. Morozov A.C., Remneva V.V., Tonkikh G.P. i dr. Organizatsiya i provedeniye obsledovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya stroitelnykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy. M.: 2001. (rus)
- [84]. Guchkin I.S. Diagnostika povrezhdeniy i vosstanovleniye ekspluatatsionnykh kachestv konstruksiy. M.: Izd-vo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov, 2001. 176 p. (rus)

- системы мониторинга технического состояния производственных зданий // Предотвращение аварий зданий и сооружений: электронный журнал. Магнитогорск.
- [87]. Блех Е.М. Экономические проблемы морального износа и модернизации жилых зданий. М.: Изд-во Стройиздат, 1985. 108 с.
- [88]. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н. и др. Модели и механизмы управления недвижимостью. М.: Изд-во «Уланов - пресс». 2007. 310 с.
- [89]. Robert K. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, Third Edition. USA: Indiana. 2003. 455 p.
- [90]. Bedford, D. Environmental warmth and human comfort. Briti Arp Phus. 1990. pp. 33-38.
- [85]. Sheina S. G. Metodicheskiye i organizatsionnyye osnovy stoimostnoy otsenki fizicheskogo iznosa zhilykh zdaniy // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. No. 7. (rus)
- [86]. Buzalo G.A., Rak V.I., Yakimenko I.V. Relyatsionnaya model bazy dannykh informatsionno-analiticheskoy sistemy monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya proizvodstvennykh zdaniy // Predotvrashcheniye avariy zdaniy i sooruzheniy: elektronnyy zhurnal. Magnitogorsk.
- [87]. Blekh Ye.M. Ekonomicheskiye problemy moralnogo iznosa i modernizatsii zhilykh zdaniy. M.: Izd-vo Stroyizdat, 1985. 108 p. (rus)
- [88]. Barkalov S.A., Burkov V.N., Kurochka P.N. i dr. Modeli i mekhanizmy upravleniya nedvizhimostyu. M.: Izd-vo «Ulanov - press». 2007. 310 p. (rus)
- [89]. Robert K. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, Third Edition. USA: Indiana. 2003. 455 p.
- [90]. Bedford, D. Environmental warmth and human comfort. Briti Arp Phus. 1990. Pp. 33-38.
- Gnam, P.A. Analysis of methodologies for technical inspection of buildings to determine their physical wear. Alfabuild. 2019. № 4(11). С. 7-21.*
- Gnam, P.A. Analysis of methodologies for technical inspection of buildings to determine their physical wear. Alfabuild. 2019. 4(11). Pp. 7-21. (rus)*

---

# Analysis of methodologies for technical inspection of buildings to determine their physical wear

P.A. Gnam<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

---

Article info

review article

## Abstract

*The number of dilapidated and emergency buildings and structures is increasing every year. Various factors can lead to this, including obsolescence of structures and natural causes. Besides, maintenance of buildings and structures leads to their aging, that is, to physical wear of structural elements. Therefore, the task of determining the actual technical state of an object becomes important. The article deals with qualitative and quantitative operational characteristics of buildings, as well as an overview of the current state of the real estate fund in St. Petersburg. The purpose of this article is to analyze the change in modern methods and technologies for technical survey and operation of real estate, as well as operational characteristics that affect the normative technical condition of buildings and structures. It has been found necessary to develop a new methodology for calculating the physical wear and tear of a building.*

Keywords:

*Building structures, operational characteristics, deterioration, reliability, durability, housing fund, technical survey*

---

---

*Corresponding author*

1. +79118329417, polina\_padfoot@mail.ru (Gnam Polina, engineer)