

А.В. Белых

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МАССОВОЙ ОЦЕНКИ

Представлены результаты исследования процесса накопления физического износа по данным о 42640 нежилых зданиях, расположенных в Санкт-Петербурге. Приводится анализ существующих расчетных методик, обоснование необходимости разработки современной методики. Результатом исследования является вывод трех уравнений, описывающих процесс накопления физического износа нежилых зданий, выполненных из различных конструктивных материалов.

Ключевые слова: *физический износ зданий; затратный подход; расчетная методика; группа капитальности.*

We offer results of researching the process of physical depreciation of 42649 nondomestic buildings located in St. Petersburg. Analysis of current methods is given and the need to develop a modern method is proved. Three equations describing the process of accumulating physical depreciation of nondomestic buildings made of various materials can be considered the result of the research.

Keywords: *physical depreciation of a building; cost-is-no-object approach; method of calculation; group of building durability.*

Проблема определения величины физического износа является достаточно важной в практике оценочной деятельности. Физический износ строения (здания, сооружения) – это потеря его стоимости за счет естественных процессов старения в процессе эксплуатации, разложения (ветхости), сухого гниения, коррозии или конструктивных дефектов, а также механических повреждений элементов строения, то есть снижение физико-механических характеристик объекта – ухудшение, способное отразиться на долговечности, надежности, удобстве и затратах эксплуатации, а также на эстетических характеристиках объекта.

Определение величины физического износа может быть произведено инструментальным обследованием или на основании нормативно-экспертных методик. Инструментальное обследование дает точные значения физического износа, однако требует существенных материальных и временных затрат. Нормативно-экспертные методики позволяют с большей погрешностью определить степень износа, как отдельных элементов конструкций,

так и здания в целом, при этом требуют значительно меньших стоимостных затрат и времени. К данным методикам можно отнести «Методику определения физического износа гражданских зданий», разработанную Минкомхозом РСФСР, от 27.10.1970 года [3], Ведомственные строительные нормы 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий» от 07.01.1987 года [1] и др. В условиях недостатка информации, при невозможности проведения визуального осмотра объекта или его элементов, в том числе скрытых элементов, или при проведении массовой оценки, использовать указанные методики затруднительно. В подобной ситуации наиболее целесообразно применение расчетных методик. Первую подобную методику ещё в 19 веке разработал архитектор Росс. В дальнейшем данное направление развивалось многими советскими и российскими учеными: Д.Л. Бронером, Б.М. Колотилкиным, В.К. Соколовым, В. Сроковским, С.К. Балашовым, В.В. Анисимовым, В.Е. Николайцевым и др. Одно из последних исследований по разработке расчетной методики определе-

ния физического износа каменных зданий было проведено в 1970 г. В.И. Бабакиным. Возможным объяснением различий в результатах, полученных исследователями, является то, что разработанные методики были получены для зданий в соответствии с разделением их на группы капитальности, а также тот факт, что большинство методик было разработано для жилых зданий. Однако определение групп капитальности изменялось с течением времени [4].

Процесс накопления физического износа по разным методикам имеет свои особенности (рис. 1). Соответственно, каждая из методик имеет свои плюсы и минусы.

Давность проводимых исследований, большие различия, очевидные при сопоставлении методик (рис. 1), а также тот факт, что все приведенные выше методики были получены на основе исследований относительно небольшого количества

зданий, свидетельствуют о необходимости разработки новой методики, которая бы, в том числе не была привязана к группе капитальности.

В данной статье представлено исследование фактического процесса накопления физического износа нежилыми зданиями, выполненное на основании базы данных ГУП ГУИОН, в которой содержатся сведения из технических паспортов, составленных БТИ Санкт-Петербурга о 42640 объектах нежилого назначения.

В используемой базе данных присутствовала информация о материале стен, величине физического износа на дату инвентаризации и год постройки объекта. Для каждого объекта был рассчитан его хронологический возраст на дату инвентаризации. Непосредственная проверка данных не проводилась. Признается возможным наличие в базе данных ошибок, однако принято допущение, что вследствие наличия обширной выборки, они бу-

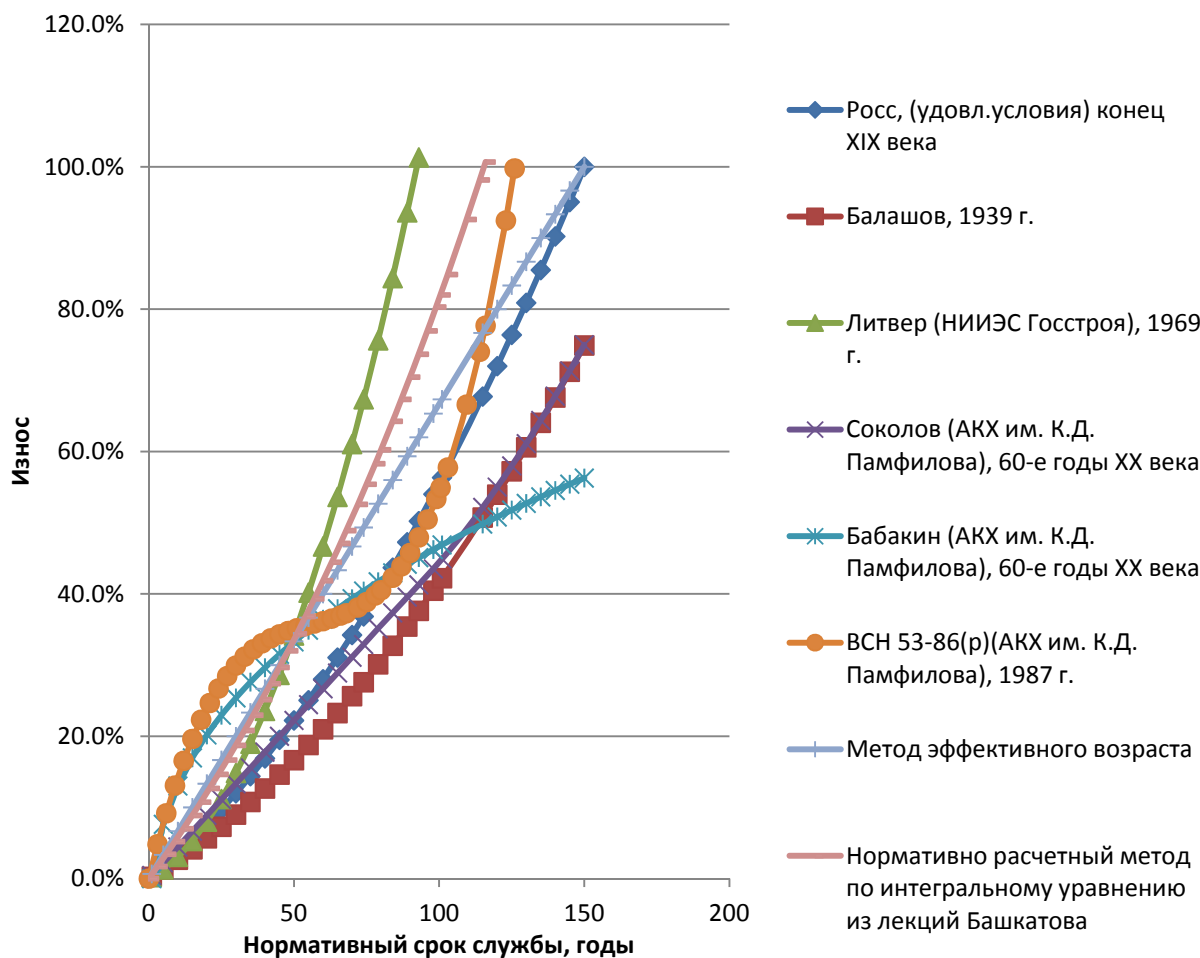


Рис. 1. Сопоставление расчетных методик определения физического износа на примере зданий первой группы капитальности

дуют взаимно нивелированы.

Все объекты были разделены в соответствии с материалом стен на 18 групп (табл. 1). Для каждого объекта в группе был вычислен его хронологический возраст на дату инвентаризации и сопоставлен его физический износ.

Непосредственное сопоставление возраста здания (в годах) и его износа (в %) без учета иных факторов (капитальных ремонтов, условий эксплуатации и пр.) малопригодны для получения уравнения, описывающего процесс накопления физического износа, что может быть продемонстрировано на примере зданий с кирпичными стенами (рис. 2).

Прямое сопоставление не дает удобных к применению результатов. Аппроксимирующие кривые, при условии их построения, будут иметь низкое значение коэффициента детерминации и большую величину средней ошибки аппроксимации.

Значение физического износа на конкретный год представляет собой случайную величину, в связи с этим было принято решение строить модель для среднего значения физического износа, то есть принять интервал осреднения равным од-

ному году. Применение среднего арифметического было обусловлено тем, что оно дает несмещенную и эффективную оценку для случайной величины.

Зависимости средней величины физического износа от хронологического возраста здания были построены для 15 групп. Для групп объектов с материалом стен из природного камня, облицовочного кирпича или с каркасом без обшивки не строились зависимости, по причине малого количества наблюдений в выборках.

Были получены графики процесса накопления физического износа в среднем в зависимости от хронологического возраста, которые характеризуются следующей типичной для всех особенностью: до определенного возраста идет плавное накопление физического износа, затем, начиная с определенного момента, происходит резкое возрастание волатильности данных. Данная особенность может быть проиллюстрирована на примере зданий с кирпичными стенами (рис. 3).

Возможной интерпретацией подобного поведения данных является то, что, начиная с определенного момента, в выборке всё чаще начинают встречаться объекты, в которых проводятся предупреди-

Таблица 1

Разделение на группы в соответствии с материалом стен

| Материал стен | Число объектов |
|---|----------------|
| Кирпич | 31146 |
| Из мелких бетонных блоков | 711 |
| Дощатые | 163 |
| Железобетонные | 300 |
| Монолитные | 747 |
| Из унифицированных железобетонных элементов | 48 |
| Каркасно-засыпные | 369 |
| Каркасно-обшивные | 800 |
| Каркасно-панельные | 2478 |
| Крупноблочные | 206 |
| Крупнопанельные | 1548 |
| Металлические | 2834 |
| Рубленые | 594 |
| Шлакобетонные | 264 |
| Сборно-щитовые | 399 |
| Природный камень | 24 |
| Каркас без обшивки | 3 |
| Облицовочный кирпич ¹ | 6 |

¹ Количество объектов и наименование ограждающих конструкций приведено в полном соответствии с данными предоставленной базы.

Физ.износ зданий с кирпичными стенами

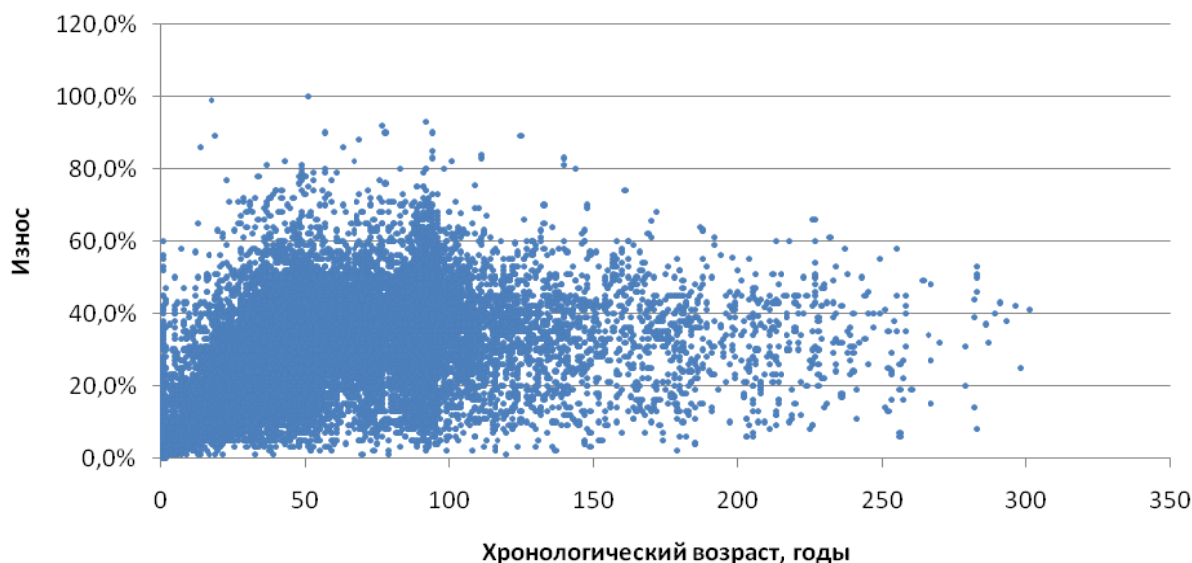


Рис. 2. Сопоставление возраста и величины физического износа для зданий с кирпичными стенами

Физ.износ зданий с кирпичными стенами в среднем

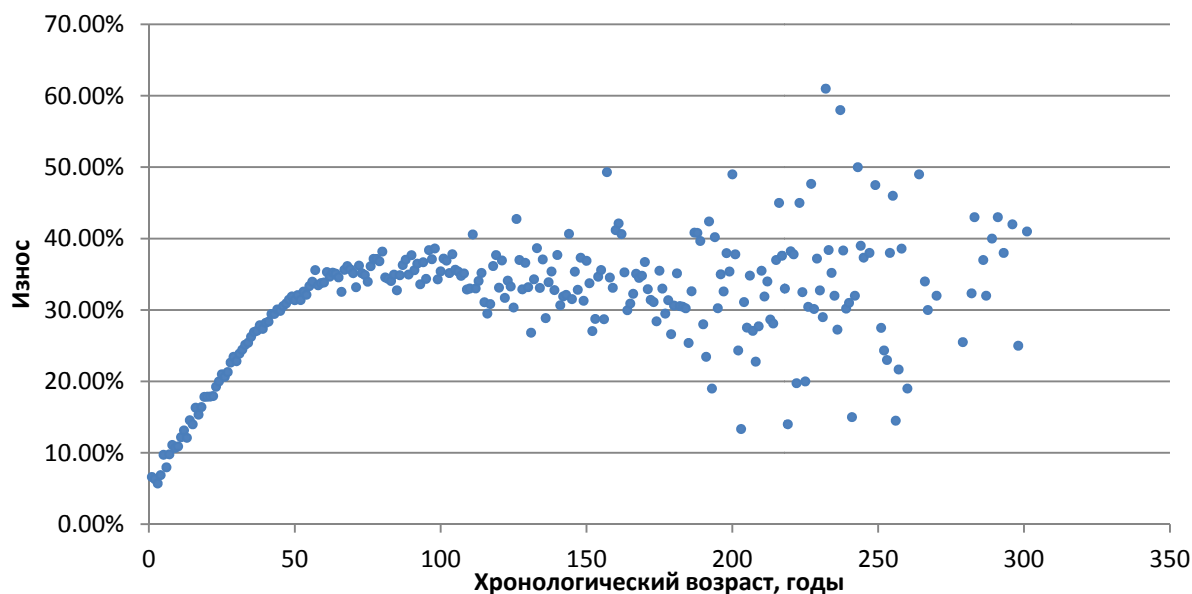


Рис. 3. Сопоставление возраста и величины физического износа в среднем для зданий с кирпичными стенами

тельные или капитальные ремонты, реконструкция, либо, наоборот, наличествуют неудовлетворительные условия эксплуатации, отражающиеся на величине физического износа.

Более точно определить момент, когда начинают превалировать данные по объектам, на которые существенное влияние оказывают условия эксплуатации, создающие, соответственно, существенное смещение среднего, можно, используя

информацию о нормативных требованиях к проведению ремонтных работ для зданий различных групп капитальности.

В Положении о проведении планово-предупредительных ремонтах жилых и общественных зданий [2] указана периодичность проведения капитальных ремонтов (табл. 2).

Для каждой группы было принято значение периодичности проведения капитального ремонта. Так, для зданий с

Периодичность проведения ремонтов

| Группа капитальности | Вид ремонта | Периодичность проведения |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------|
| I | Текущий ремонт | 3 |
| | Выборочный капитальный ремонт | 6 |
| | Комплексный капитальный ремонт | 30 |
| II | Текущий ремонт | 3 |
| | Выборочный капитальный ремонт | 6 |
| | Комплексный капитальный ремонт | 30 |
| III | Текущий ремонт | 3 |
| | Выборочный капитальный ремонт | 6 |
| | Комплексный капитальный ремонт | 24 |
| IV | Текущий ремонт | 3 |
| | Выборочный капитальный ремонт | 6 |
| | Комплексный капитальный ремонт | 18 |
| V | Текущий ремонт | 2 |
| | Выборочный капитальный ремонт | 6 |
| | Комплексный капитальный ремонт | 6 |
| VI | Текущий ремонт | 2 |
| | Выборочный капитальный ремонт | 6 |
| | Комплексный капитальный ремонт | 6 |

Источник: таблица составлена на основании Положения о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий. Введ. 08.09.1964 / Госстрой СССР. М., 1964. 13 с.

кирпичными стенами наиболее вероятным является проведение капитального ремонта через 30 лет. Измеряя последовательно для каждых 30 наблюдений осредненных значений изменение стандартного отклонения средней величины физического износа, можно определить момент, в который оно минимально. Данная точка определит возможный предельный возраст, начиная с которого в выборках вероятнее

всего будут появляться данные по зданиям с проведенным ремонтом, оказывающие существенное влияние на среднее (рис. 4). Так как практикой установлена цикличность проведения ремонта каждые 30-40 лет, аналогичное измерение может быть проведено для периода в 40 лет.

Для остальных групп первый период определялся из положения о проведении капитального ремонта, в качестве второго

Стандартное отклонение среднего физического износа для 30-летних и 40-летних периодов

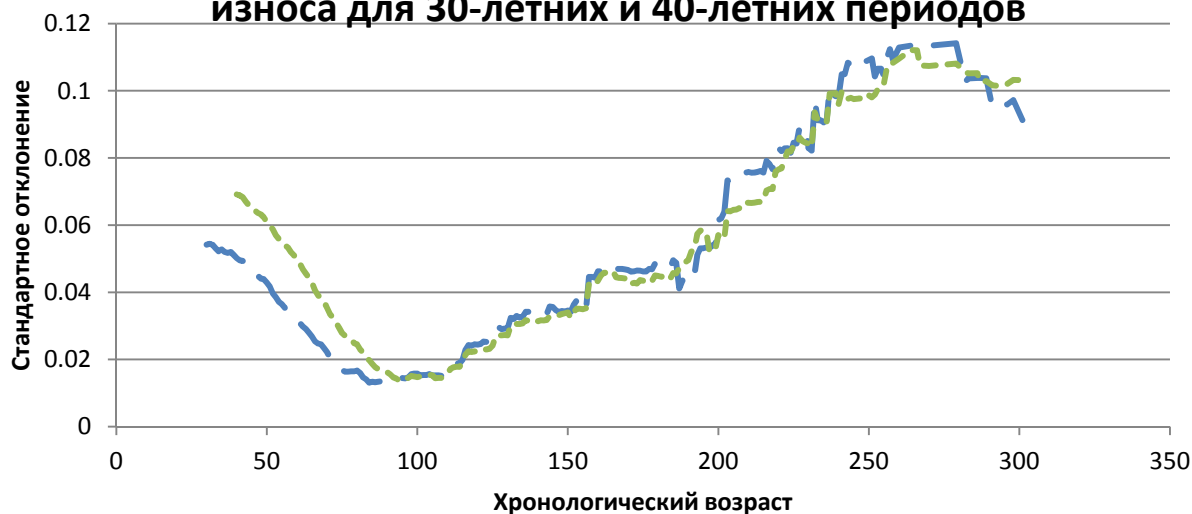


Рис. 4. Изменение стандартного отклонения среднего физического износа для зданий с кирпичными стенами

периода принималось значение на треть больше первого.

Для зданий с кирпичными стенами предельный возраст составил 84 года и 95 лет. В качестве итогового предельного возраста было принято среднее значение. Таким образом, для данной группы объектов может быть получена достаточно корректная модель накопления физического износа вплоть до возраста в 90 лет (рис. 5). Аналогичным образом были получены модели для остальных 14 групп (табл. 3).

При данном разделении на группы только четыре из пятнадцати моделей имеют хорошие прогнозные качества. Также сопоставив между собой графики зависимостей среднего физического износа от хронологического возраста каждой из групп, был сделан вывод о возможности проведения перегруппировки объектов в более укрупненном виде. Выведение уравнений накопления физического износа для укрупненных групп в первую очередь обусловлено потребностями массовой оценки, когда зачастую доступно только довольно грубое описание ограждающих конструкций.

Был сделан вывод, что для облегченных конструкций из дерева темпы накопления физического износа примерно оди-

наковы. Также как одинаковы они и для различных каменных конструкций, близких по своим прочностным характеристикам. Исходя из этого, в первую группу, условно обозначенную как «деревянные», были объединены здания с рубленными, дощатыми, каркасно-засыпными, сборно-щитовыми и каркасно-обшивными стенами. Во вторую группу, условно обозначенную как «каменные», были объединены остальные здания из 15 групп, за исключением имеющих металлические стены. К третьей группе были отнесены металлические здания.

График процесса накопления физического износа в среднем в зависимости от хронологического возраста для первой группы демонстрирует четкую тенденцию до определенного возраста, после чего происходит возрастание изменчивости в данных (рис. 6).

Предельный возраст, до которого можно говорить о низкой зашумленности данных значениями износов объектов, в которых проводились ремонтные работы, был определен по аналогии с ранее освещенным способом. Здания, отнесенные к «деревянному», в настоящее время могут быть причислены к четвертой и пятой группе капитальности. В качестве перио-

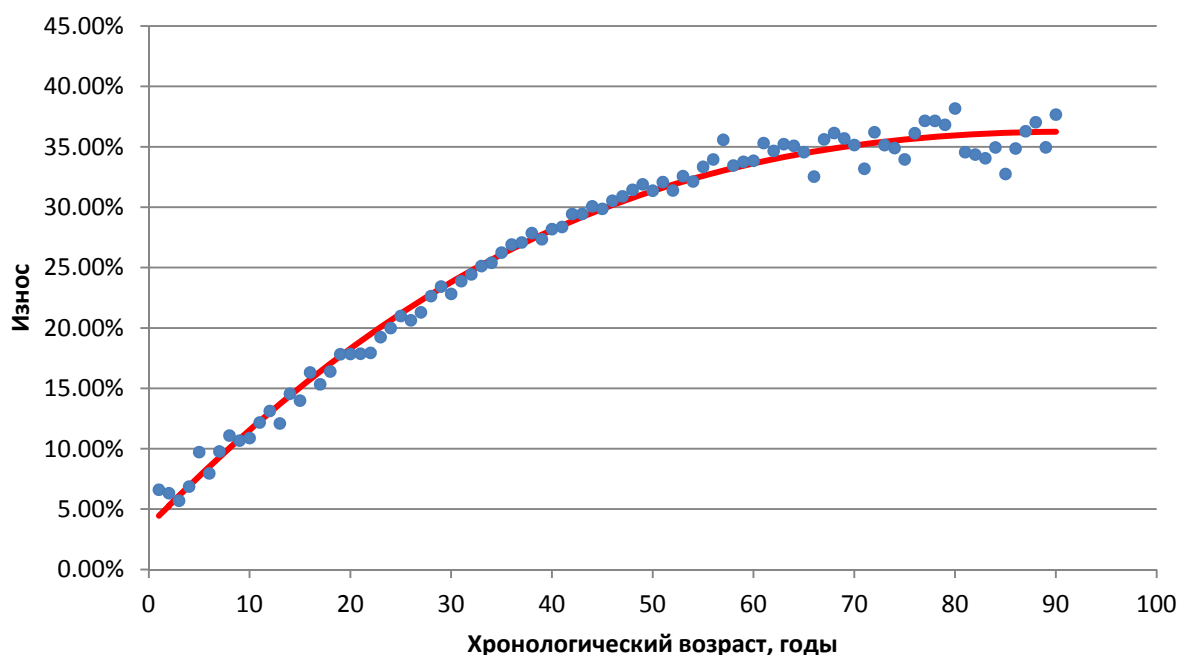


Рис. 5. Процесс накопления физического износа в среднем зданиями с кирпичными стенами

Таблица 3

Модели накопления физического износа для различных групп зданий

| Группа | Уравнение | R ² | Средняя ошибка аппроксимации | Предельный возраст |
|---|--|----------------|------------------------------|--------------------|
| Здания с кирпичными стенами | $y = \frac{0,685 \arctan(0.0124x)}{e^{0,0063x}} + 0,036$ | 0,99 | 3,6% | 90 |
| Здания со стенами из мелких бетонных блоков | $y = 0,0245x^{0,5549}$ | 0,80 | 18,8% | 55 |
| Здания с дощатыми стенами | $y = 0,0067x + 0,1606$ | 0,46 | 73,4% | 48 |
| Здания с железобетонными стенами | $y = 0,0062x + 0,0501$ | 0,75 | 22,9% | 50 |
| Здания с монолитными стенами | $y = 0,0058x + 0,0305$ | 0,88 | 16% | 45 |
| Здания со стенами из унифицированных железобетонных элементов | $y = 0,0468e^{0,0552x}$ | 0,85 | 19% | 35 |
| Здания с каркасно-засыпными стенами | $y = 0,0402x^{0,6196}$ | 0,79 | 24% | 50 |
| Здания с каркасно-обшивными стенами | $y = 0,0408x^{0,5765}$ | 0,71 | 23% | 25 |
| Здания с каркасно-панельными стенами | $y = \frac{0,0021x^{1,08} \ln(x)}{e^{0,017x}} + 0,049$ | 0,97 | 7% | 60 |
| Здания с крупноблочными стенами | $y = 0,0225x^{0,6788}$ | 0,83 | 23% | 60 |
| Здания с крупнопанельными стенами | $y = 0,0059x + 0,041$ | 0,98 | 6% | 44 |
| Здания с металлическими стенами | $y = \frac{0,00047x^{1,9} \ln(x)}{e^{0,055x}} + 0,05$ | 0,94 | 5,1% | 40 |
| Здания с рублеными стенами | $y = 0,0448x^{0,5958}$ | 0,63 | 29% | 60 |
| Здания со шлакобетонными стенами | $y = 0,0218x^{0,7129}$ | 0,60 | 29% | 60 |
| Здания со сборно-щитовыми стенами | $y = 0,0373x^{0,6056}$ | 0,65 | 28% | 20 |

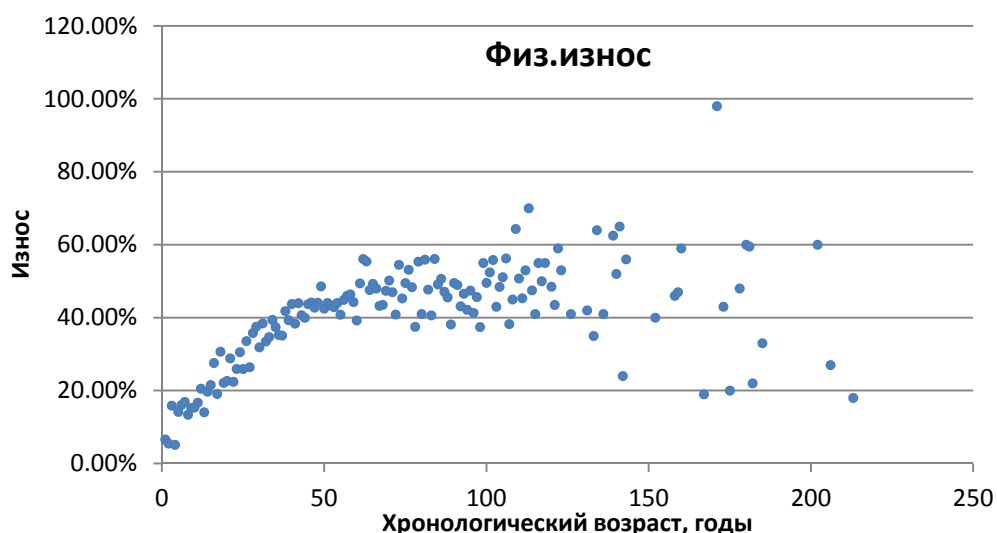


Рис. 6. Сопоставление возраста и величины физического износа в среднем для «деревянных» зданий

дов для расчета стандартного отклонения был выбран средний период проведения капитальных ремонтов для зданий с подобной капиталностью равный 12 годам и период равный 16 годам (рис. 7).

Из графика видно, что вплоть до достижения зданиями 53-59 лет в распоряжении находятся достаточно однородные данные для построения модели (рис. 8).

Уравнение, в наилучшей степени описывающее процесс накопления физического износа «деревянными» зданиями, чей возраст не превышает 55 лет, имеет вид:

$$y = 0,0169 * \ln(x) * x^{0,446} + 0,0661,$$

где y – значение физического износа;
 x – хронологический возраст здания.

Коэффициент детерминации модели равен 0,93, а средняя ошибка аппроксимации $\Delta = 12\%$, что говорит о хороших про-

гнозных качествах модели.

Аналогичный подход и методика проведения исследования были применены для создания модели накопления физического износа объектами из группы «каменных» зданий. Данные, полученные для построения модели накопления физического износа «каменными» зданиями, представлены ниже (рис. 9).

Уравнение, описывающее процесс накопления физического износа «каменными» зданиями, чей возраст не превышает 90 лет, имеет следующий вид:

$$y = 0,4 - 0,357 x^{0,044} / e^{0,0305x}$$

где y – величина физического износа;
 x – хронологический возраст здания.
 Полученная регрессионная модель



Рис. 7. Изменение стандартного отклонения среднего физического износа для «деревянных» зданий

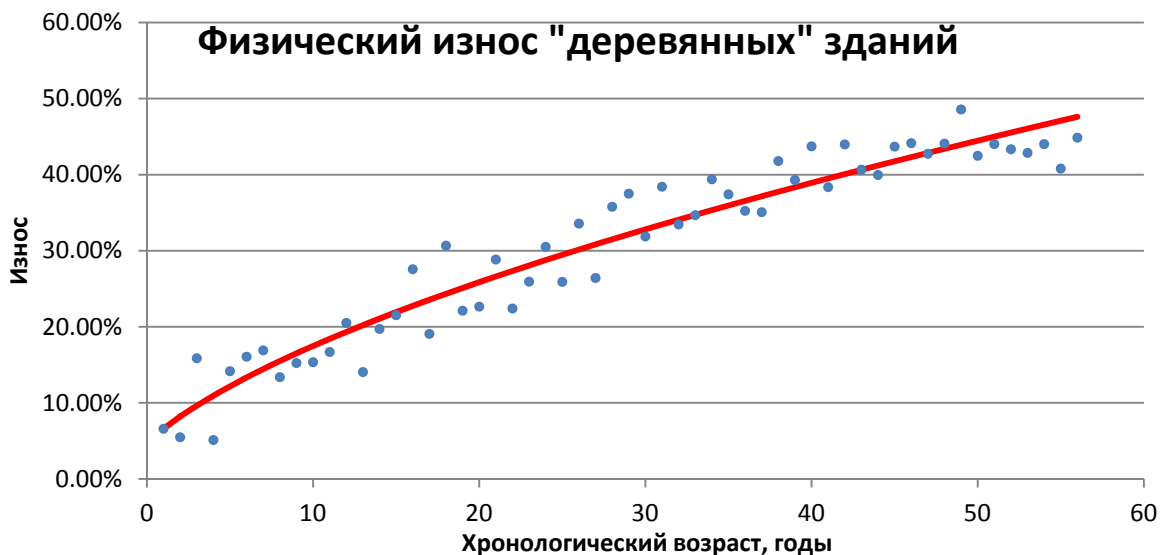


Рис. 8. Процесс накопления физического износа «деревянными» зданиями

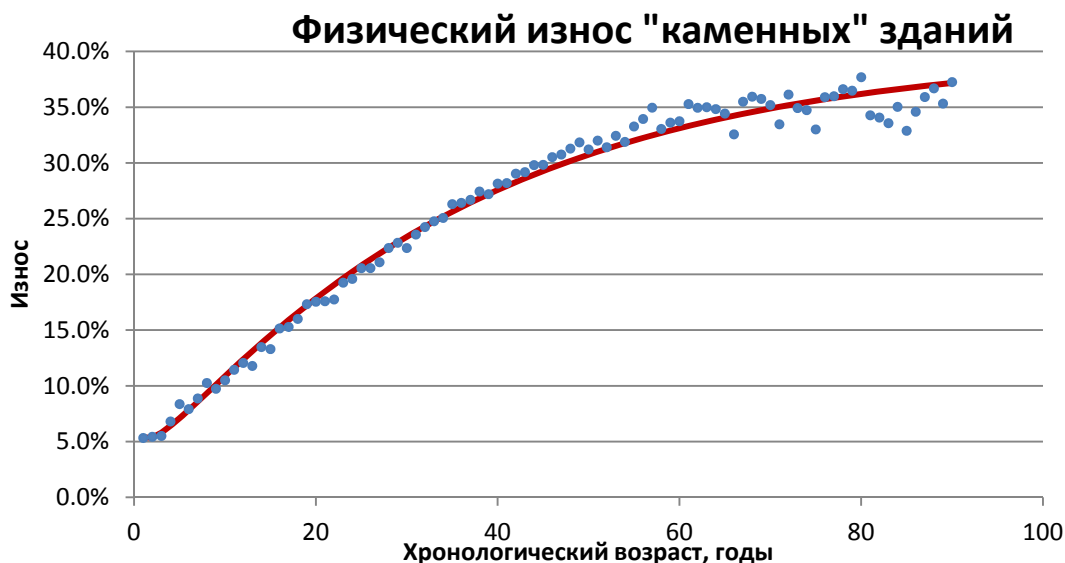


Рис. 9. Процесс накопления физического износа «каменными» зданиями

имеет коэффициент детерминации $R^2=0,99$ и среднюю ошибку аппроксимации $\Delta = 3,3\%$, что говорит об отличных прогнозных качествах модели.

В результате получены три уравнения, описывающие процесс развития физического износа, включая уравнение для «металлических» зданий, которое может применяться, если возраст здания не превышает 40 лет:

$$y = \frac{0,00047x^{1,9} \ln(x)}{e^{0,055x}} + 0,05,$$

где y – величина физического износа;

x – хронологический возраст здания.

Характер протекания процесса накопления физического износа в соответствии с полученными уравнениями совпадает с выводами, сделанными в ходе исследований Д.Л. Бронером и А.Г. Ройтманом.

Таким образом, может быть сделан вывод о корректности применения полученных уравнений в качестве методики определения физического износа зданий с соответствующими ограничениями, притом, что предлагаемая методика существенно расширена появлением уравнений для разных материалов. Также проведенное исследование показывает, что в среднем собственники нежилых зданий эксплуатируют объекты вплоть до достижения ими значений физического износа

равного 30-40%, без проведения капитальных ремонтов. Несмотря на то, что методика разработана для условий Санкт-Петербурга, предполагается возможным распространение результатов применения на II климатический район без внесения дополнительных корректировок. Полученные результаты будут использованы при разработке методики определения затрат на устранения физического износа, чему будет посвящено дальнейшее исследование.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий». Введ. 01.07.1987 г. / Минкомхоз РСФСР. М., 1987. 49 с.
2. Положение о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий. Введ. 08.09.1964 г. / Госстрой СССР. М., 1964. 13 с.
3. Приказ № 404 «Методика определения физического износа гражданских зданий». Введ. 27.10.1970 г. / Минкомхоз РСФСР. М., 1970. 47 с.
4. *Рогонский В.А., Костриц А.И., Шеряков В.Ф. [и др.] Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. СПб.: Стройиздат СПб, 2004.*