



ЭКОНОМИКА

УДК 332.812.123

DOI: 10.18324/2224-1833-2024-2-9-16

Совершенствование методики определения очередности проведения капитального ремонта многоквартирных домов в зависимости от различных стадий жизненного цикла и иных параметров функционирования дома

А.С. Астафьев

Байкальский государственный университет, ул. Ленина, 11, Иркутск, Россия
astafiev1999@mail.ru

Статья поступила 08.05.2024, принята 10.06.2024

В статье рассматривается актуальная проблема совершенствования методики определения очередности проведения капитального ремонта многоквартирных домов. Предлагается усовершенствованный подход, основанный на комплексной оценке ряда ключевых показателей, влияющих на техническое состояние зданий и необходимость первоочередного ремонта. Особое внимание уделяется учету сейсмической активности региона, в котором расположен дом. Также в методику включен критерий материала стен здания, поскольку кирпичные, панельные и монолитные дома имеют разную сейсмостойкость и долговечность. Еще одним важным фактором является возраст дома – год ввода его в эксплуатацию. С увеличением эксплуатационного периода возрастает износ конструкций и инженерных систем. Все перечисленные показатели интегрируются в единый рейтинговый балл, по значению которого осуществляется ранжирование домов для формирования плана капитального ремонта. Для определения важности критериев при ранжировании домов был проведен экспертный опрос. Результаты показали, что наиболее важным параметром, влияющим на износ здания, является срок ввода в эксплуатацию, на втором месте находится материал стен, из которого изготовлено здание, на третьем месте – класс сейсмической активности территории, на которой находится здание. Более точное планирование проведения капитального ремонта многоквартирных домов позволит прежде всего сэкономить деньги собственников, поскольку несвоевременный запуск процедуры ремонта и накопление износа приведут в дальнейшем к непропорциональному увеличению затрат собственников на приведение здания к нормативному состоянию. По опросам экспертов, удорожание может составить до 15 %.

Ключевые слова: капитальный ремонт; жилищный фонд; многоквартирные дома; ранжирование домов; техническое состояние.

Improving the methodology for determining the priority of capital repairs of apartment buildings depending on various stages of the life cycle and other home functioning parameters

A.S. Astafiev

Baikal State University; 11, Lenin St., Irkutsk, Russia
astafiev1999@mail.ru

Received 08.05.2024, accepted 10.06.2024

The article deals with the actual problem of improving the methodology for determining the order of major repairs of apartment buildings. An improved approach is proposed based on a comprehensive assessment of a number of key indicators affecting the technical condition of buildings and the need for priority repairs. Special attention is paid to accounting for the seismic activity of the region in

which the house is located. The methodology also includes a criterion for the material of the walls of the building, since brick, panel and monolithic houses have different seismic resistance and durability. Another important factor is the age of the house - the year of its commissioning. With an increase in the operational period, the wear of structures and engineering systems increases. All these indicators are integrated into a single rating score, by the value of which houses are ranked to form a capital repair plan. An expert survey was conducted to determine the importance of criteria in ranking houses. The results show that the most important parameter affecting the wear of a building is the commissioning period, in second place is the material of the walls from which the building is made, and in third place is the class of seismic activity of the territory on which the building is located. More precise planning of major repairs of apartment buildings will allow, first of all, to save money for owners, since the untimely start of the repair procedure and the accumulation of wear will further lead to a disproportionate increase in the costs of owners to bring the building to a standard condition. According to expert surveys, the price increase can be up to 15%.

Keywords: capital repairs; housing stock; apartment buildings; ranking of houses; technical condition.

Обеспечение качественных и безопасных условий проживания в многоквартирных домах является одной из важнейших задач для государства и общества [1-3]. Программа капитального ремонта, действующая во многих регионах страны, призвана решить эту проблему путем планомерного обновления жилищного фонда.

Однако на практике реализация данной программы зачастую сталкивается с рядом трудностей, связанных с финансированием, организацией работ и определением приоритетов [4-6].

Нередко возникают ситуации, когда капитальный ремонт проводится в домах, которые не являются наиболее проблемными или аварийными. Это может быть вызвано несовершенством методик оценки технического состояния зданий, отсутствием прозрачности в процессе формирования очередности ремонта, а также влиянием субъективных факторов и лоббированием интересов отдельных групп. В результате средства расходуются неэффективно, а проблема обветшания жилищного фонда не решается должным образом (рис. 1).



Рис. 1. Повреждения фасада многоквартирного дома

Кроме того, зачастую сами жильцы домов не вовлечены в процесс принятия решений о капитальном ремонте, что приводит к недовольству и конфликтам. Ведь процедура установления очередности ремонта, видов и объемов работ имеет определенный порядок (рис. 2). Отсутствие понимания критериев, на основании которых принима-

ются решения, порождает недоверие к программе и снижает ее эффективность.



Рис. 2. Схема проведения общего собрания собственников

В связи с этим возникает необходимость критически оценить существующий порядок проведения капитального ремонта и внести коррективы в программу. Усовершенствование механизмов отбора домов для ремонта, прозрачности процесса и эффективного расходования средств позволит повысить качество ремонтных работ и комфорт проживания граждан. Важно также учитывать мнение самих жильцов и обеспечить гибкий подход к формированию очередности ремонта, уделяя приоритетное внимание наиболее проблемным объектам [7-9].

Одним из ключевых аспектов совершенствования Программы капитального ремонта является оптимизация порядка обследования многоквартирных домов и формирования приоритетного списка объектов для проведения работ. Существующая методика определения очередности обследования многоквартирных домов для проведения капитального ремонта опирается в основном на срок ввода здания в эксплуатацию [10; 11]. Этот параметр является объективным и отражает естественный процесс старения конструкций и инженерных систем с течением времени. Однако данный подход не учитывает ряд других значимых факторов, которые могут существенно ускорять износ зданий и повышать их потребность в капремонте.

Предлагаемое усовершенствование методики основывается на том, что на первом этапе необходимо привлечь экспертов в соответствующих областях для определения значимости или весовых коэффициентов различных параметров, оказывающих влияние на интенсивность износа зданий. Эксперты смогут оценить, насколько сильно тот или иной фактор может ускорять процессы разрушения конструкций и требовать более раннего проведения капремонта. Такой подход позволит сформировать комплексную и сбалансированную методику ранжирования домов.

Одним из наиболее важных факторов, который также следует учитывать, является сейсмическая активность региона, где расположено здание. В районах с повышенной сейсмической опасностью дома могут подвергаться значительным нагрузкам и повреждениям во время землетрясений. Даже при относительно небольшой продолжительности эксплуатации такие здания могут иметь существенный износ несущих конструкций, трещины и другие дефекты, представляющие угрозу безопасности. Соответственно, они должны быть включены в программу капремонта в приоритетном порядке для проведения соответствующих усиления и восстановительных работ.

Немаловажную роль играет также материал несущих стен здания, который определяет его капитальность и ожидаемый срок службы. Кирпичные и каменные дома, как правило, обладают большей долговечностью и устойчивостью к различным внешним воздействиям, таким как перепады температур, осадки, ветровые нагрузки и т. д. Панельные и деревянные конструкции могут быстрее приходить в негодность из-за более низкой прочности материалов и подверженности гниению или коррозии. Таким образом, здания с менее капитальными стенами нуждаются в более частых и ранних капремонтах, даже если они были введены в эксплуатацию относительно недавно.

Кроме того, следует проводить тщательный мониторинг технического состояния домов, принимая во внимание данные инструментальных обследований и жалобы жильцов. Наличие критических дефектов конструкций или инженерных систем, представляющих угрозу безопасности, должно служить основанием для незамедлительного включения дома в программу капремонта вне зависимости от других факторов.

Важно также учитывать социально-экономические факторы, такие как наличие в доме льготных категорий граждан (инвалидов, многодетных семей, пенсионеров с низкими доходами), уровень доходов жильцов в целом и их готовность участвовать в финансировании ремонтных работ. Дома с преобладанием малообеспеченных жителей могут

нуждаться в приоритетном ремонте за счет государственных средств, поскольку жильцы не в состоянии самостоятельно оплачивать значительные расходы.

Для реализации предлагаемой методики планируется проанализировать уже имеющиеся у фондов капитального ремонта данные по каждому дому или информацию, которую можно оперативно получить из открытых источников. Это позволит избежать необходимости проводить трудоемкое и дорогостоящее обследование всех домов сразу.

Для повышения объективности при определении степени износа многоквартирных домов (МКД) и их приоритизации для проведения капитального ремонта предлагается использовать метод экспертных оценок. В рамках этого метода была сформирована рабочая группа из специалистов в области строительства и эксплуатации жилых зданий, которые оценили значимость различных факторов, влияющих на износ конструкций. Экспертам было предложено заполнить специально разработанную анкету, в которой они распределяли удельные веса между данными факторами в соответствии со степенью их влияния на техническое состояние зданий.

При проведении экспертного опроса с целью определения весовых коэффициентов факторов износа конструкций многоквартирных домов первоначально было получено 15 заполненных анкет от привлеченных экспертов в области строительства и эксплуатации зданий. Однако на этапе предварительной обработки собранных данных методом статистического анализа были выявлены 3 анкеты, содержащие ответы, значительно отклоняющиеся от основной совокупности результатов остальных экспертов.

С целью повышения достоверности и репрезентативности выборочных данных, а также устранения влияния грубых выбросов на получаемые результаты было принято обоснованное решение исключить данные трех наблюдений из дальнейшей статистической обработки и расчетов.

Таким образом, для получения итоговых весовых коэффициентов факторов износа различных конструктивных элементов многоквартирных домов и построения интегральной модели комплексной оценки их технического состояния использовались данные из оставшихся 12 анкет после процедуры отбраковки выбросов методом исключения наблюдений с наибольшими отклонениями от центральных тенденций распределения.

Теперь подробнее рассмотрим конкретные вопросы анкеты и распределение ответов экспертов, для этого обратимся к рис. 3–7, отражающим результаты опроса в графическом виде.

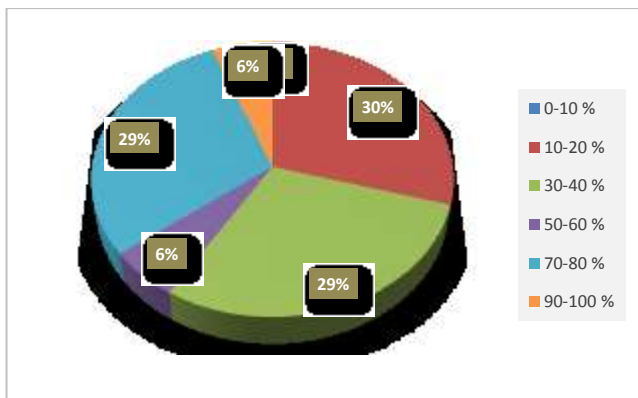


Рис. 3. Вопрос № 1. Как вы считаете, на сколько % в среднем проведенный капитальный ремонт ликвидирует накопленные проблемы дома?

В первом вопросе респондентам предлагалось определить, на сколько процентов проведенный капитальный ремонт ликвидирует накопленные проблемы дома.

30 % опрошенных считают, что капитальный ремонт ликвидирует только 30–40 % накопленных проблем дома. Это может означать, что они видят ограниченную эффективность капитального ремонта в решении всех существующих проблем здания.

Еще 29 % респондентов полагают, что капитальный ремонт способен устранить 70–80 % проблем. Они, вероятно, считают такой ремонт достаточно масштабным для решения большинства накопившихся вопросов.

Также 29 % опрошенных придерживаются мнения, что капитальный ремонт ликвидирует лишь 10–20 % проблем дома. Это может свидетельствовать о скептическом взгляде на возможности капремонта в решении большей части накопленных проблем.

Таким образом, мы видим разброс мнений экспертов относительно эффективности капитального ремонта в устранении проблем многоквартирных домов, что отражает сложность и многогранность данного вопроса.

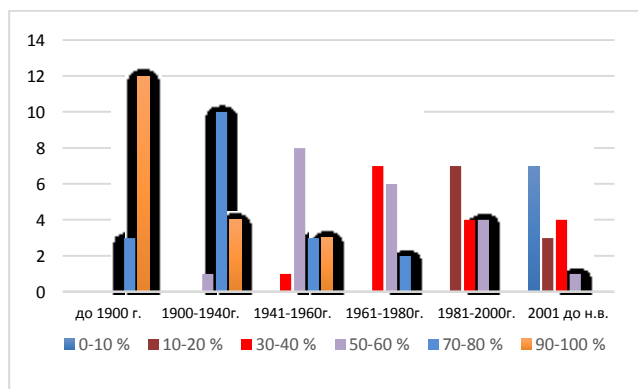


Рис. 4. Вопрос № 2. Оцените уровень износа дома в зависимости от года ввода его в эксплуатацию, %

При ответе на второй вопрос эксперты, вероятно, ориентировались на нормативные сроки службы зданий различных типов конструкций. Соответственно, дома старше 80–100 лет оценивались как изношенные на 90–100 %, дома возрастом 50–80 лет — на 50–80 %, а относительно новые здания до 30 лет эксплуатации — на 0–30 % износа.

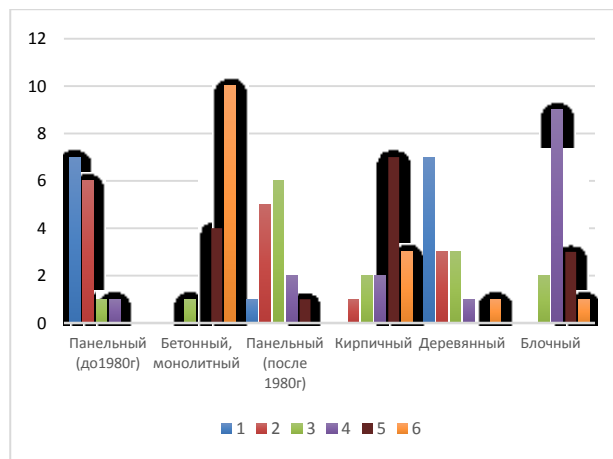


Рис. 5. Вопрос № 3. Как вы считаете, дома из каких материалов подвержены интенсивному износу и требуют первоочередного капитального ремонта?

В третьем вопросе респондентам предлагалось распределить дома по очередности капитального ремонта в зависимости от материала постройки дома. 1 — ремонт в первую очередь, 6 — ремонт в последнюю очередь.

При ответе на этот вопрос эксперты, скорее всего, ориентировались на долговечность различных строительных материалов и конструкций, а также на их устойчивость к внешним воздействиям, включая воздействие окружающей среды, климатических факторов и нагрузок. Оценка долговечности зданий является важной задачей, поскольку она напрямую влияет на безопасность и комфорт проживания людей, а также на экономическую эффективность эксплуатации недвижимости.

Наиболее уязвимыми к преждевременному износу и разрушению считаются деревянные дома, особенно старой постройки. Древесина, будучи натуральным материалом, со временем подвергается гниению, растрескиванию, поражению насекомыми-вредителями и грибками, что существенно снижает ее прочностные характеристики и несущую способность конструкций.

Дома из старых некачественных панельных конструкций, широко распространенных в массовом строительстве прошлого века, также могут быстро приходить в негодность из-за промерзания стыков, разрушения бетона, коррозии арматуры и других факторов. Эти проблемы усугубляются плохим качеством строительных материалов и некачественным выполнением работ в те времена.

Кирпичные и бетонные здания традиционно считаются более долговечными и надежными, однако со временем и они тоже могут давать трещины, осыпаться из-за проседания фундамента, коррозии арматуры, воздействия агрессивных сред и других причин. Для поддержания их в надлежащем состоянии требуются регулярный ремонт и профилактическое обслуживание.

Таким образом, при планировании капитального ремонта и распределении ресурсов приоритет отдавался деревянным домам и ветхим панельным многоквартирным домам, находящимся в наиболее критическом состоянии и представляющим потенциальную угрозу безопасности жильцов. Однако и другие типы зданий также нуждаются в своевременном ремонте для продления их эксплуатационного ресурса.

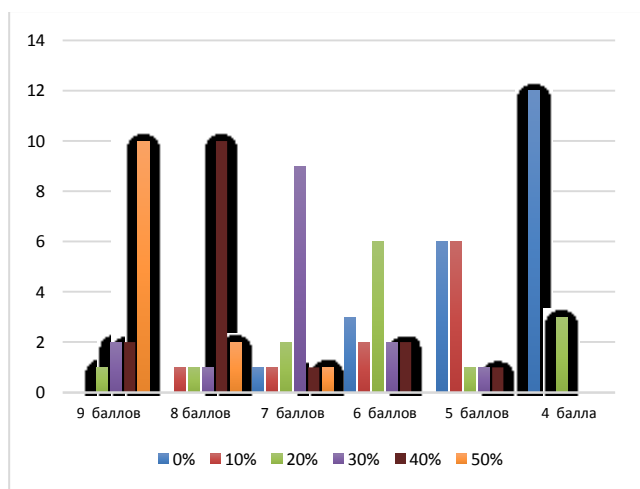


Рис. 6. Вопрос № 4. Как вы считаете, на сколько % влияет сейсмичность района на износ конструктивных элементов дома?

В четвертом вопросе анкеты экспертам предлагалось оценить влияние такого важного фактора, как сейсмичность района расположения многоквартирного дома, на уровень износа его конструктивных элементов и скорость их деградации.

Анализируя ответы экспертов, можно сделать вывод, что в сейсмоопасных районах с баллом 7 и выше износ несейсмостойких или старых зданий, не рассчитанных на такие нагрузки, может ускориться на 30–50 % по сравнению с нормативными сроками службы. Под воздействием редких, но достаточно сильных подземных толчков в таких домах могут образовываться трещины, нарушаться целостность несущих конструкций, происходить сдвиг и разрушение фундамента и т. д.

В то же время, в регионах с пониженной 6-балльной и менее сейсмической активностью данный фактор оказывает менее существенное влияние, по оценкам экспертов — от 0 до 20 % ускорения износа. Небольшие подземные колебания не приводят к критическим нагрузкам на здания, хотя и могут способствовать постепенному ухудшению их состояния.

Таким образом, уровень сейсмического риска в районе строительства является важной составляющей для определения долговечности зданий и планирования сроков их капитального ремонта и реконструкции. Игнорирование данного фактора может привести к преждевременному выходу из строя многоквартирных домов и угрозе для жизни их жильцов.

В пятом вопросе необходимо было распределить показатели, влияющие на очередность капитального ремонта МКД. 1 — влияет в первую очередь, 4 — влияет в последнюю очередь.

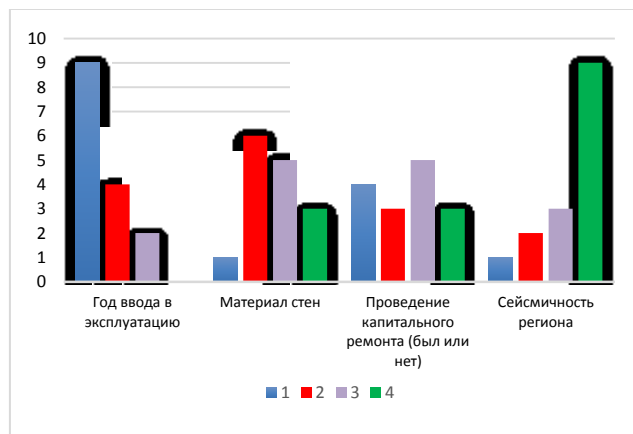


Рис. 7. Вопрос № 5. Оцените влияние показателей на очередность проведения капитального ремонта

По результатам ответов видно, что наибольшее влияние на срок проведения капремонта принадлежит году ввода МКД в эксплуатацию, далее идет материал стен, третьим является факт проведения капремонта, т. е. проводился ли он раньше, на четвертый план вышла сейсмичность района.

Сразу стоит отметить, что в дальнейшем для использования методики ранжирования МКД показатель проведения капитального ремонта не играет существенную роль, так как основное назначение методики — это сравнение домов, у которых еще не было проведено капитального ремонта, поэтому данный показатель далее не использовался.

Для выбора наиболее значимых показателей был использован метод экспертных оценок. В соответствии с [12], количество экспертов должно быть не менее трех. В частности, при заданных параметрах: вариация составляет 50 %, допустимая ошибка среднего — 20 %, а требуемая вероятность находится в диапазоне 0,80–0,90, минимальное количество экспертов должно быть в пределах 10–17 чел. При этом предполагается, что распределение оценок экспертов подчиняется либо распределению Стьюдента, либо гамма-распределению. В соответствии с [13], минимальное количество экспертов определяется по формуле:

$$N = 0,5 \times \left(\frac{3}{a} + 5 \right),$$

где a – параметр, задающий уровень ошибки экспертизы; N – минимальное количество экспертов.

В соответствии с [14], как правило, для группового оценивания необходимо привлечение не менее 7–9 экспертов.

Согласно [15], эмпирическим путем установлено, что эксперты в количестве 13–15 чел. могут рассматриваться как достаточно представительная группа.

Таблица 1. Сводная матрица рангов

Эксперты / Факторы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сумма рангов	d	d ²
x ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	-12	144
x ₂	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	28	4	16
x ₃	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	32	8	64
∑	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72	-	224

Теперь найдем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - 3)},$$

где S – сумма квадратов отклонения от среднего; n – число факторов; m – число экспертов.

Подставим имеющиеся значения в формулу:

$$W = \frac{12 * 224}{12^2(3^3 - 3)} = 0,778$$

Коэффициент конкордации составил 0,778, что

В результате можно заключить, что для получения достоверного результата экспертного оценивания в соответствии с разными источниками рекомендуемое количество экспертов должно составлять 10–15 чел.

На основе данных анкетного опроса для оценки средней степени согласованности мнений всех экспертов, посчитаем коэффициент конкордации. Перед этим составим сводную матрицу рангов, в которой d – отклонение от средней суммы рангов; d^2 – квадрат отклонения (табл. 1).

говорит о наличии высокой степени согласованности мнений экспертов.

Для вычисления показателей весомости того или иного фактора в табл. 2 матрицу опроса преобразуем в матрицу преобразованных рангов по формуле:

$$S_{ij} = X_{\max} - X_{ij},$$

где $X_{\max} = 4$.

Таблица 2. Матрица преобразованных рангов

№ п.п. / Эксперты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	∑	Вес λ
1	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	33	0.62
2	1	2	2	0	1	1	2	1	0	2	0	1	13	0.24
3	2	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	7	0.13
Итого													53	1

Согласно результатам опроса экспертов, каждому фактору, влияющему на техническое состояние многоквартирного дома, был присвоен определенный вес или уровень значимости, кото-

рый выделен красным цветом и расположен наверху рис. 6 (год ввода – 0,62, материал стен – 0,25, сейсмичность – 0,13).

	0,62	0,25	0,13	Средневзвешенное	
МКД	Год ввода в эксплуатацию	Материал стен	Сейсмичность района		
г. Иркутск, Первомайский 13	1989	Панельный, после 1980г.	9	0,394	Состояние лучше - проверить вторые
г. Братск, Бульвар космонавтов 52	1982	Панельный, после 1980г.	5	0,350	Состояние лучше - проверить вторые
г. Зима, Проминского 10а	2006	Кирпич, камень	7	0,224	Состояние лучше - проверить третьи
...					
13998					
13999					
14000					

Рис. 8. Пример составления рейтинга домов для проведения обследования

После обработки всех заполненных анкет были рассчитаны средневзвешенные оценки для каждого из факторов, которые отображены на рис. 7. Эти усредненные оценочные показатели в дальнейшем легли в основу разработанной методики

комплексной интегральной оценки технического состояния многоквартирных домов. Данная методика учитывает совокупное влияние всех значимых факторов, выявленных в ходе экспертного опроса, на степень износа зданий.

Год ввода в эксплуатацию	до 1900 г.	1900-1940 г.	1941-1960 г.	1961-1980 г.	1981-2000 г.	2001 г. до н.в.
		0,91	0,79	0,66	0,48	0,31
Материал стен	Панельный, до 1980г.	Бетон, монолит	Панельный, после 1980г.	Кирпич, камень	Дерево	Блок
	0,74	0,17	0,58	0,31	0,68	0,37
Сейсмичность района	9	8	7	6	5	4
	0,44	0,37	0,27	0,19	0,1	0,04

Рис. 9. Удельные веса показателей для ранжирования МКД

Так, например, у панельного дома 1989-го года ввода в эксплуатацию, который находится в 9-й сейсмической зоне, средневзвешенное значение интегрального рейтингового балла получилось 0,394, что является наибольшим числом среди приведенных в примере домов. Соответственно, данный дом будет первым в списках на техническое обследование. Вторым по порядку обследования домом в нашем примере получился панельный дом 1982-го года ввода в эксплуатацию с 8-й сейсмической зоной.

Т. е. мы сможем взять любые многоквартирные дома, определить их характеристики, далее, зная удельные веса того или иного параметра, сможем рассчитать количество баллов для конкретного дома. Чем больше дом набирает баллов, тем хуже его состояние, что ставит его в первую очередь на обследование.

На основании полученных рейтинговых баллов формируются списки многоквартирных домов, ранжированные по степени износа. Это позволит органам местной власти и фондам капитального ремонта МКД выявлять наиболее проблемные объекты и включать их в первоочередные программы капремонта. Внедрение такого подхода обеспечит эффективное распределение средств на обследование и реновацию жилого фонда в соответствии с

реальными потребностями.

Стоит отметить, что предлагаемая методика является универсальной и может применяться для оценки жилых зданий в любом регионе страны. Более того, ее можно адаптировать под специфику каждого конкретного населенного пункта путем введения дополнительных корректирующих коэффициентов, учитывающих локальные условия, такие как климат, грунты, антропогенная нагрузка и т. д.

В ходе апробации данного подхода на пилотных территориях было выявлено, что применение интегрального рейтингового балла позволяет более объективно и своевременно идентифицировать проблемные здания, нуждающиеся в проведении ремонтно-восстановительных работ. Это особенно важно для районов с повышенной сейсмической и техногенной опасностью.

В конечном итоге, внедрение усовершенствованной методики на всей территории страны будет способствовать своевременному проведению необходимых работ по капремонту, что в значительной степени повысит качество и безопасность проживания граждан во всех регионах. Более эффективное расходование бюджетных средств также позволит оптимизировать затраты на содержание жилого фонда.

Литература

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 06.04.2024, с изм. от 25.04.2024).
2. О фонде содействия реформирования жилищно-коммунального хозяйства: федер. закон от 21 июля 2007 г. № 185-ФЗ.
3. Об осуществлении мониторинга использования жилищного фонда и обеспечения его сохранности: постановление Правительства РФ от 29 окт. 2014 г. № 1115.
4. Ларченко Д.А. Новая система капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах: правовые проблемы и пути совершенствования // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых: сб. тр. V Всерос. науч.-практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (26 апр. 2016 г.). Челябинск, 2016. С. 487-490.
5. Маринина М.В. Совершенствование механизмов управления техническим состоянием жилищного фонда в части проведения капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов // Форум молодых ученых. 2016. № 4 (4). С. 622-632.
6. Рыжкова К.Ю. Актуальные вопросы совершенствования системы проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах // Молодой ученый. 2018. № 6 (192). С. 101-103. URL: <https://moluch.ru/archive/192/48213/> (дата обращения: 03.05.2024).
7. Архипова А.Д. Совершенствование организационных аспектов проведения капитального ремонта многоквартирных домов // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 26. С. 1649-1653.

8. Пырков А.Б. Некоторые вопросы планирования капитального ремонта жилищного фонда муниципалитета // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки: сб. ст. Самара, 2016. С. 299-303.
9. Калашников С.Ю., Возжина И.А. Региональные особенности формирования программ капитального ремонта многоквартирных домов (на примере г. Волгограда) // Вестн. Поволжского гос. технологического ун-та. Сер. Материалы. Конструкции. Технологии. 2020. № 4. С. 109-117.
10. Об организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах на территории Иркутской области: закон Иркутской обл. от 27.12.2013 № 167-ОЗ (ред. от 05.07.2023).
11. Кузьмина Т.К., Бабушкина Д.Д. Систематизация критериев определения очередности проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах // Инженерный вестн. Дона. 2023. № 9 (105). С. 405-416.
12. Рупосов В.Л. Методы определения количества экспертов // Вестн. Иркутского гос. технического ун-та. 2015. № 3 (98). С. 286-292.
13. Чернышева Т.Ю. Иерархическая модель оценки и отбора экспертов // Доклады Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2009. № 1-1 (19). С. 168-173.
14. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Изд-во «Финансы и статистика», 2000. 368 с.
15. Крянев А.В., Семенов С.С. К вопросу о качестве и надежности экспертных оценок при определении технического уровня сложных систем // Надежность. 2013. № 4. С. 90-109.