

Анализ надежности скатных крыш индивидуальных жилых домов с использованием технологии комплексной оценки



**Курякова
Наталья
Борисовна**

кандидат технических наук, доцент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, Российская Федерация

e-mail: tashatasha11@bk.ru



**Райзих
Екатерина
Викторовна**

магистрант, кафедра архитектуры и урбанистики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), Пермь, Российская Федерация

e-mail: 34hotter@mail.ru

Авторами обосновано влияние надежности на долговечность крыш. Рассмотрен комплексный подход к обеспечению скатных крыш. Для обеспечения корректности и качественного использования данного подхода использован математический аппарат и задействованы математические модели. Выполнен расчет надежности скатных крыш с использованием программного продукта «Декон» с апробированием построенной модели на трех случайных крышах. Полученные результаты позволяют говорить о корректности построенной расчетной модели для комплексной оценки скатных крыш.

Ключевые слова: крыша, надежность, фактор, долговечность, комплексная оценка, математический аппарат, программный комплекс «Декон».

Kuryakova N. B., Rayzikh E. V.

Reliability analysis of pitched roofs of individual residential houses using integrated assessment technology

The authors substantiate the influence of reliability on the durability of roofs. An integrated approach to providing pitched roofs is considered. To ensure the correctness and high-quality use of this approach, a mathematical apparatus was used and mathematical models were involved. Calculation of the reliability of pitched roofs using the software product «Decon» with approbation of the constructed model on three random roofs was carried out. The results obtained allow us to speak about the correctness of the constructed calculation model for a comprehensive assessment of pitched roofs.

Keywords: roof, reliability, factor, durability, comprehensive assessment, mathematical apparatus, Decon software package.

Крыши, особенно скатные, заслуженно называют пятым фасадом здания. Многообразие архитектурно-конструктивных решений скатных крыш, их усложнение, адаптируемое к желаниям потребителей, неизбежно приводит к появлению проблем, на первом месте из которых, бесспорно, стоит надежность [2].

Решению этого вопроса уделено внимание в теоретических и прикладных работах ведущих специалистов, например, Г. М. Судейкина, И. А. Шерешевского и др. Однако имеющиеся решения по проблеме обеспечения надежности скатных крыш не рассматривались комплексно, не привлекался математический аппарат, способный учитывать субъективные мнения экспертов и давать независимую объективную оценку. Авторам представилось полезным, возможным и нужным, используя возможности вычислительного комплекса «Декон», создать корректно работающую модель, оценивающую надежность скатных крыш. Данная модель позволяет специалистам получать комплексную оценку состояния скатных кровель, при этом

варьируя количество экспертных мнений по необходимости или потребности.

Ранее нами отобраны факторы, оказывающие влияние на надежность крыш, определены свертки и на основании экспертного мнения построена рабочая модель. Проведена апробация модели при комплексной оценке надежности скатных крыш над индивидуальными жилыми домами Пермского края. Для этого из ряда исследований случайным образом отобраны три объекта, полученные для них результаты обсуждены с экспертами и проанализированы. При использовании модели для определения комплексной надежности скатной крыши на объекте № 2 в исходные данные были введены данные «плацебо». Величины «плацебо», хотя и были поставлены случайным образом, в целом незначительно отличались от величин экспертов по этим же критериям. Результаты проведенных исследований представлены в данной статье. Целью работы являлась проверка корректности работы модели комплексной оценки надежности крыш и оценка полученных результатов. Принятая качественная

Таблица 1. Качественная интерпретация результатов экспертизы

Величина комплексной оценки надежности крыши	Качественная интерпретация величины
1	Наличие критических неустраняемых дефектов — аварийное состояние, срочный демонтаж крыши
2	Наличие критических устранимых дефектов, ветхое состояние
2,5	Наличие значительных неустраняемых дефектов, недопустимое рабочее состояние
3	Наличие значительных устранимых дефектов, недопустимое рабочее состояние
3,25	Наличие малозначительных неустраняемых дефектов, ограниченно работоспособное состояние
3,5	Наличие малозначительных устранимых дефектов, работоспособное состояние
3,75	Наличие малозначительных устранимых дефектов, исправное состояние
4	Дефектов не наблюдается. Исправное состояние

интерпретация результатов экспертизы приведена в Таблице 1.

Далее описаны объекты, этапы работы и полученные промежуточные результаты.

Первый объект расположен в г. Пермь, Орджоникидзевский р-н, ул. Декабря, д. 26. Год постройки — 1995.

Второй объект расположен в г. Пермь, Свердловский р-н, ул. Смо- родинская, д. 58. Год постройки — 2014.

Третий объект расположен в Пермском районе, пос. Сытва, ул. Спортивная, д. 14. Год постройки неизвестен (Иллюстрация 1).

Экспертами оценивается надежность крыши. Шкала оценок — от одного до четырех. Интерпретация оценок: 4 — безопасно, фактор либо вообще не оказывает влияния, либо его влияние ничтожно мало и им можно пренебречь; 3 — безопасность крыши при влиянии на нее данного фактора выше среднего, т. е., вероятнее всего, данный фактор не окажет значительного влияния на крышу и не приведет к ежегодным финансовым вложениям в ремонт; 2 — безопасность крыши при влиянии на нее данного фактора ниже среднего, т. е., вероятнее всего, данный фактор окажет значительное влияние на крышу и способен привести к практически ежегодным финансовым вложениям в ремонт; 1 — крайне низкая степень безопасности (надежности) крыши при влиянии на нее данного фактора. Данный фактор ежегодно приведет к необходимости финансовых вложений в ремонт.

Результаты опроса экспертов занесли в таблицы согласно влиянию факторов и формированию сверток. Далее, для исключения случайных значений проведена активная экспертиза с использованием программы «Активная экспертиза» комплекса «Декон». Результаты представлены в Таблицах 2–5.

Графическое представление обработки результатов приведено в качестве примера на Иллюстрации 2.

Методом взвешенных коэффициентов получены результаты. Пример расчета взвешенных коэффициентов приведен в Таблице 6. Результаты занесены в Таблицу 7. При нормировании коэффициентов не были применены эталоны.

На основании полученных результатов построены критериальные деревья (Иллюстрация 3) для каждого из объектов и, далее, с использованием программы «Декон-2 табл» проведены вычисления матриц и построение функций чувствительности.

Пример вычисления матрицы приведен на Иллюстрации 4.

Построенные функции чувствительности надежности скатных крыш от рассматриваемых факторов позволяют глубже и полнее проанализировать полученные результаты расчетов. А также получить данные о степени влияния отдельного фактора на надежность скатных крыш. Что, в свою очередь, также приводит к пояснению и уточнению полученной комплексной оценки. Построенные функции чувствительности приведены на Иллюстрации 5, где показана зависимость надежности крыш от:

X1 — выполнения нулевого цикла здания;

X2 — архитектурно-строительного решения здания;

X3 — конструктивного решения здания;

X4 — строительного решения по кровле;

X5 — особенностей производства работ;

X6 — материальных вложений;

X7 — силовых факторов (снеговой нагрузки);

X8 — действия ветра;

X9 — действия осадков.

С целью проверки адекватности и тиражируемости применения модели выполнена комплексная оценка



Иллюстрация 1. Объекты со скатной крышей: а — объект 1; б, в — объект 2; г — объект 3. Фото: Е. В. Райзих. Весна 2022 г.

ряда крыш индивидуальных жилых домов Пермского края. Объекты для исследования и апробации работы модели совместно отобраны авторами статьи и экспертами. Важно, что для каждого выбранного объекта ранее была выполнена техническая экспертиза, таким образом, с факти-

Таблица 2. Оценка экспертами надежности крыши от влияния нулевого цикла, от влияния архитектурно-конструктивного решения здания

№ Объекта	Надежность крыши в зависимости от								
	УГВ	типа грунта	материала фундамента	конструктивного решения фундамента	сложности рельефа	конструкции здания	материала и конструкции несущих стен	сложности здания в плане	сложности пластики фасада
Эксперт 1									
1	4,0	3,7	3,8	3,8	3,7	2,8	3,8	3,5	4,0
2	1,0	2,7	3,6	2,7	4,0	2,8	3,3	3,5	3,4
3	4,0	3,7	4,0	3,7	4,0	3,8	3,3	3,5	4,0
Эксперт 2									
1	3,8	3,2	3,0	4,0	3,4	2,6	3,6	3,9	3,7
2	1,8	2,2	3,0	3,0	4,0	2,6	3,3	3,4	3,4
3	4,0	3,8	3,9	3,7	4,0	3,6	3,3	3,4	3,8
Эксперт 3									
1	4,0	3,9	3,3	3,6	3,5	3,3	4,0	3,3	3,5
2	1,5	2,5	3,3	2,6	4,0	2,7	3,6	3,3	3,2
3	3,9	3,9	3,9	3,6	4,0	2,7	3,1	3,6	3,9
Результаты активной экспертизы									
1	3,8	3,2	3,0	3,6	3,4	2,8	3,6	3,3	3,5
2	1,8	2,5	3,0	2,7	4,0	2,7	3,3	3,3	3,2
3	3,9	3,7	3,9	3,6	4,0	3,0	3,1	3,4	3,8

Таблица 3. Оценка экспертами надежности от их конструктивного решения крыш, от строительного решения покрытия

№ Объекта	Надежность крыши в зависимости от												
	величины пролета	наличия внутренних опор	типа перекрытия	материала несущих конструкций перекрытий	наличия расчетов стропильной системы	угла наклона крыши	типа несущих конструкций крыши	материала несущих конструкций крыши	способа использования подкровельного пространства	вида кровельного материала	типа кровли по форме скатов	вида ТЗИ материала	типа эксплуатации кровли
Эксперт 1													
1	2,9	3,2	3,1	2,2	2,2	3,2	3,1	3,3	1,8	2,8	2,2	3,4	3,9
2	2,9	3,8	3,1	2,9	3,2	3,2	3,8	3,3	2,9	2,8	1,9	3,4	3,9
3	2,4	3,5	3,7	3,9	2,2	2,2	3,2	3,3	3,5	3,8	3,7	4,0	3,9
Эксперт 2													
1	2,4	3,0	2,7	2,4	2,0	3,8	3,3	3,1	2,1	3,5	2,4	2,8	3,5
2	2,4	3,8	2,7	3,4	3,0	3,8	3,8	3,1	2,7	3,5	2,4	2,8	3,6
3	2,4	3,2	3,7	3,4	2,0	2,8	3,3	3,1	3,7	3,5	3,4	4,0	3,6
Эксперт 3													
1	3,0	2,9	2,7	3,0	1,9	3,9	3,4	3,1	3,7	2,7	2,5	3,1	3,6
2	2,7	3,6	2,7	3,3	3,1	4,0	4,0	2,8	3,7	2,7	1,5	3,1	3,6
3	2,7	3,6	3,7	3,6	2,1	2,0	3,0	2,8	3,7	3,7	3,8	4,0	3,8
Результаты активной экспертизы													
1	2,7	3,6	2,7	3,0	3,0	3,2	3,8	3,0	2,9	2,8	2,0	3,0	3,6
2	2,7	3,6	2,7	3,0	3,0	3,2	3,8	3,0	2,9	2,8	2,0	3,0	3,6
3	2,4	3,2	3,7	3,4	2,1	2,2	3,0	3,0	3,5	3,5	3,4	4,0	3,6

Таблица 4. Оценки экспертами надежности крыш в зависимости от производства работ, в связи с материальными вложениями

№ Объекта	Надежность крыши в зависимости от								
	соответствия крыши нормативным требованиям	выполнения крыш в соответствии с технологией производства работ	температур- ного режима производст- ва работ	способа хранения материа- лов	выполнения крыши в соответствии с проектной документацией	обеспече- ния безопас- ности производ- ства работ	механиза- ции строи- тельной площадки	квалифи- кации рабочих	оплаты труда
Эксперт 1									
1	3,2	3,0	2,1	3,2	1,9	2,3	2,2	3,3	3,3
2	3,5	3,5	3,5	3,2	2,4	2,3	3,6	3,3	3,3
3	2,2	2,5	1,5	3,2	1,4	2,3	2,6	1,7	2,3
Эксперт 2									
1	2,9	2,6	3,7	3,2	1,3	2,3	2,7	2,4	3,2
2	3,4	2,9	3,7	3,0	2,3	2,9	3,7	3,4	3,5
3	2,4	2,9	1,7	3,0	1,3	2,6	2,3	1,4	2,8
Эксперт 3									
1	3,4	3,9	2,9	3,7	2,6	3,4	3,2	2,8	3,9
2	3,4	3,4	3,9	3,5	3,2	3,4	3,2	3,8	3,5
3	2,0	2,3	1,3	3,5	1,2	2,4	2,2	1,8	2,5
Результаты активной экспертизы									
1	3,0	3,0	2,9	3,2	2,0	2,3	2,7	2,8	3,2
2	3,4	3,0	3,5	3,0	2,4	2,9	3,2	3,3	3,3
3	2,2	2,5	1,7	3,0	1,4	2,4	2,3	1,8	2,5

Таблица 5. Оценка экспертами надежности крыш от влияния на них силовых факторов, от влияния на них несиловых факторов

№ Объекта	Надежность крыши в зависимости от						
	действия сил морозного пучения	воздействия вибрации	действия снеговой нагрузки	действия ветра	действия биологических вредителей	ветрового напора	действия осадков
Эксперт 1							
1	3,1	3, 8	3,1	3,1	2,2	1,1	2,0
2	2,1	4, 0	3,8	3,7	3,0	1,1	1,4
3	3,7	4, 0	3,5	3,2	4,0	1,9	3,4
Эксперт 2							
1	3,2	4	3,3	2,3	2,3	2,1	2,1
2	1,6	4,0	3,8	3,3	3,3	2,1	1,1
3	3,6	4,0	3,1	3,2	3,3	2,1	3,7
Эксперт 3							
1	4,0	4	3,1	2,9	2,7	2,5	3,4
2	1,9	4,0	3,6	3,9	2,7	1,5	1,7
3	3,8	4,0	3,6	3,9	3,7	1,8	3,7
Результаты активной экспертизы							
1	3,1	3,8	3,1	2,9	2,3	2,1	2,1
2	2,0	4,0	3,6	3,3	3,0	2,0	1,7
3	3,6	4,0	3,1	3,2	3,3		2,0

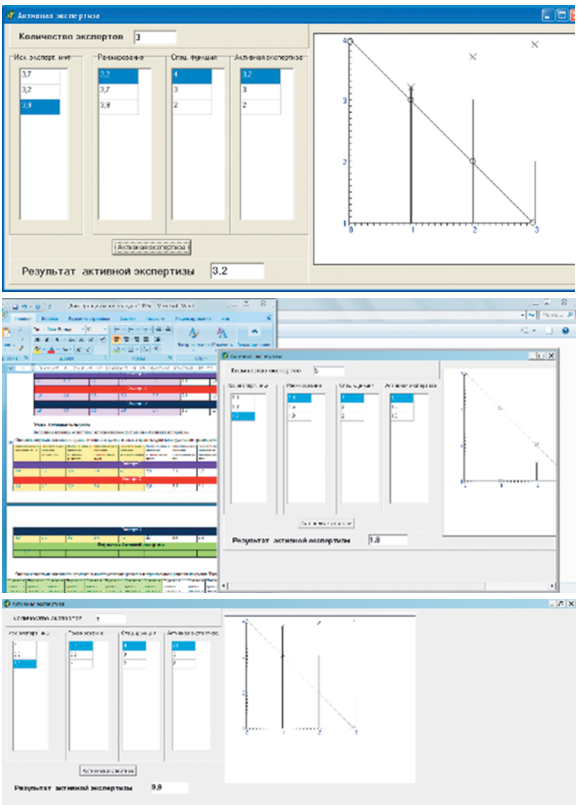


Иллюстрация 2. Полное множество факторов, влияющих на надежность скатных крыш. Автор Н. Б. Курякова

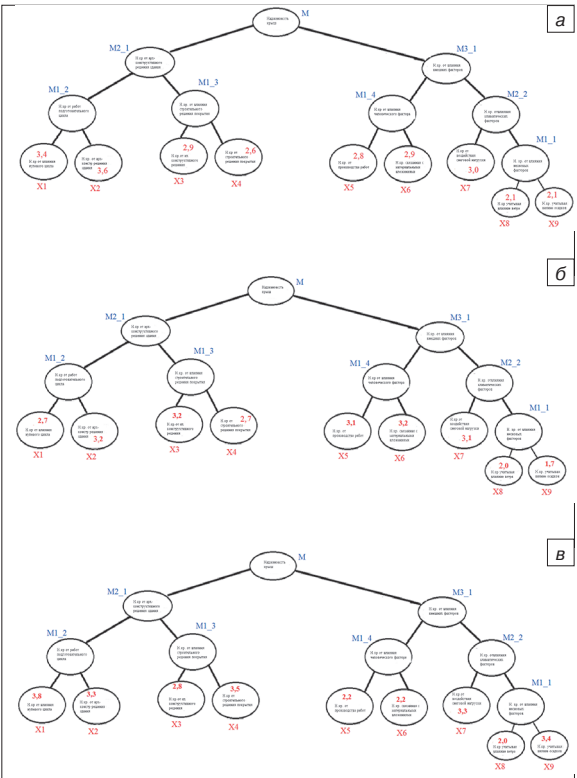


Иллюстрация 3. Критериальное дерево для вычисления комплексной оценки надежности крыш для объекта: а — 1; б — 2; в — 3. Автор Н. Б. Курякова

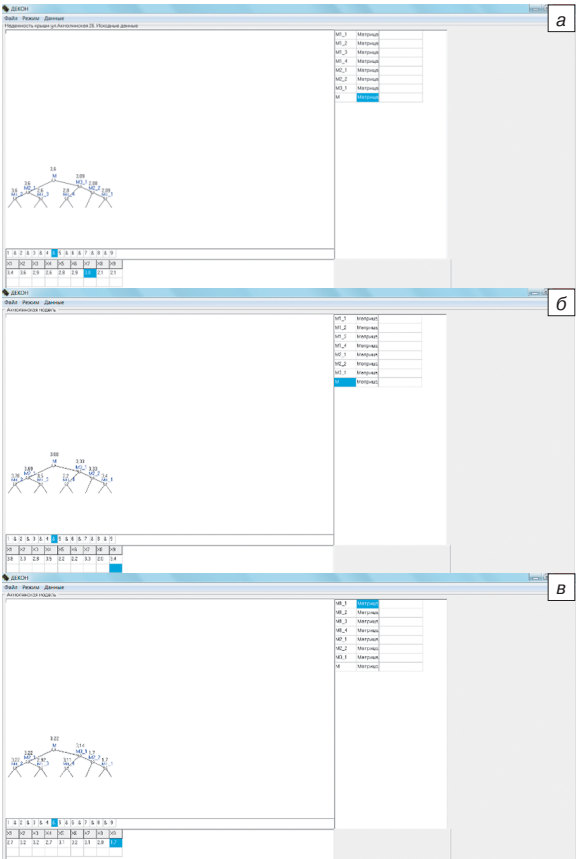


Иллюстрация 4. Вычисление матрицы — результаты расчета комплексной оценки надежности скатных крыш для объекта: а — 1; б — 2; в — 3. Автор Н. Б. Курякова

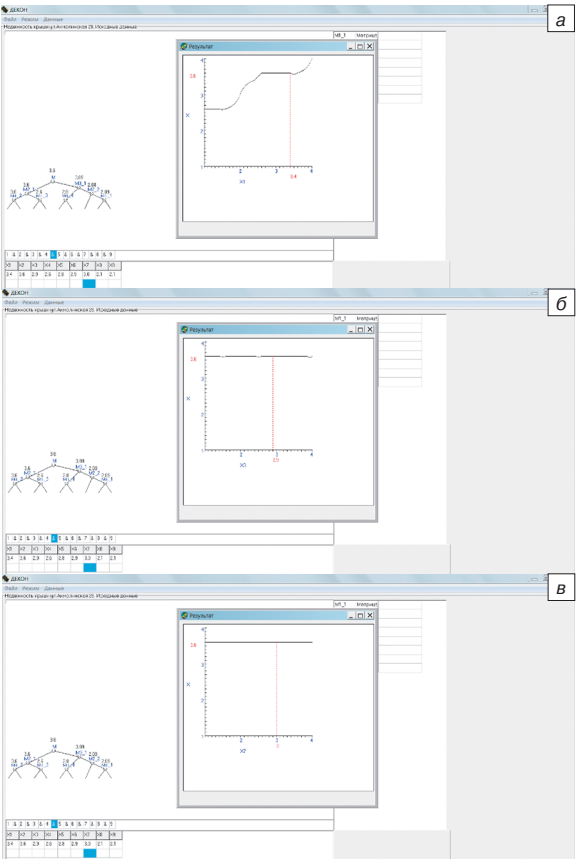


Иллюстрация 5. Отдельно построенные функции чувствительности: а — объект 1 — X от X1; б — объект 1 — X от X3; в — объект 1 — X от X7. Автор Н. Б. Курякова

Таблица 6. Результаты экспертной оценки надежности крыш от влияния нулевого цикла методом взвешенных коэффициентов

Надежность крыш от влияния нулевого цикла	Надежность крыши в зависимости от УГВ (f_1)	Надежность крыши в зависимости от типа грунта (f_2)	Надежность крыши в зависимости от материала фундамента (f_3)	Надежность крыши в зависимости от конструктивного решения фундамента (f_4)	Надежность крыши в зависимости от сложности рельефа (f_5)
X1	3,8	3,2	3,0	3,6	3,4
Важность критерия	4	5	1,5	1,5	3
$\Sigma=5+4+3+1,5+1,5=15$					
	4/15=0,267	5/15=0,334	1,5/15=0,1	1,5/5=0,1	3/15=0,2
$w(x)=0,267f_1+0,334f_2+0,1f_3+0,1f_4+0,2f_5$					
$w(x1)=0,267\cdot3,8+0,334\cdot3,2+0,1\cdot3,0+0,1\cdot3,6+0,2\cdot3,4=3,42$					

Таблица 7. Результаты экспертной оценки надежности скатных крыш от влияния рассматриваемых факторов

Критерий	Надежность крыши от								
	влияния нулевого цикла	влияния архитектурно-конструктивного решения здания	их конструктивного решения	строительного решения покрытий	производства работ	материальных вложений	влияния силовых факторов (снеговой нагрузки)	влияния ветра	влияния осадков
Обозначение	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Результат для объекта 1	3,42	3,55	2,86	2,59	2,82	2,85	3,0	2,12	2,12
Результат для объекта 2	2,68	3,2	3,22	2,74	3,13	3,21	3,08	2,0	1,69
Результат для объекта 3	3,82	3,33	2,878	3,48	2,22	2,18	3,27	2,03	3,37

ческим состоянием крыши и ее надежностью эксперты и авторы были знакомы на практике.

Проанализировав результаты комплексной оценки (получено значение 3,6) для объекта 1 и сопоставив его с реальной картиной состояния и функционирования крыши, можно сделать вывод, что оценка полностью соответствует реальной ситуации. Крыша постройки 1995 г. полностью сохранила свои геометрические размеры и форму, однако внешний вид и теплоизоляционные свойства несколько снижены. Это объясняется, в первую очередь, формой крыши, слабо сочетаемой со снеговыми нагрузками в регионе, а также возведением крыши без проекта.

Анализ функций чувствительности показывает, что значимое влияние на комплексную оценку оказывают критерии X1, X2 и X4, ошутимое – X3, слабовыраженное влияние – X5, X8, X9. К критериям X6 и X7 комплексная оценка не чувствительна.

Сопоставив полученные результаты с накопленным практическим опытом, можно утверждать, что получены адекватные результаты.

Проанализировав результаты комплексной оценки (получено значение 3,22) для объекта 2 и сопоставив его с реальной картиной состояния и функционирования крыши, можно сделать вывод, что оценка полностью соответствует реальной ситуации. По функции чувствительности видно, что значимое влияние оказывают X1, X2, X3 и X4, выраженное влияние – X5, слабовыраженное влияние – X6, X8, X9. Критерий X7 влияния не оказывает.

Сопоставив полученные результаты с накопленным практическим опытом, можно утверждать, что получены адекватные результаты. У объекта гораздо более худшие (по отношению к объекту 1) гидрогеологические условия

на строительной площадке и, следовательно, у крыши появляются гораздо большие напряжения.

Приведем заключение технической экспертизы по вопросу качества устройства скатной крыши над данным объектом с целью наглядности сопоставления фактических данных и полученной оценки, а также для подтверждения адекватности полученных результатов. Совокупность допущенных при выполнении строительно-монтажных работ при устройстве крыши многоквартирного жилого дома, расположенного по адресу: г. Пермь, ул. Смородиновая, д. 67, отступлений от требований нормативно-технических документов (СНиП, СП, ГОСТ, МДС, ТТК и проч.) «не обеспечивает безопасную эксплуатацию здания (выполненная стропильная система дома привела к отклонению от вертикали конструкции стены, выполненная укладка кровельного материала привела к частичной потере работоспособности крыши)» [4; 7].

Ввиду многочисленных дефектов и недостатков выполненных подрядчиком строительно-монтажных работ техническое состояние несущих конструкций жилого дома, согласно положениям гл. 3 СП 13-102-2003, соответствует категории «ограниченно работоспособное состояние», при котором имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации [5].

Неудовлетворительное качество выполненных подрядчиком строительно-монтажных работ, в нарушение требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, также угрожает жизни и здоровью граждан, не обеспечивает надежной эксплуатации жилого дома,

влияет на снижение гидроизоляционных свойств ограждающих конструкций.

Рекомендовано проведение мониторинга состояния конструкции крыши дома и стены по оси 1, выполнение страховочных мероприятий, направленных на погашение распорных усилий, приходящихся на стены от действия стропильных ног и снижения величины прогиба стропильных ног, с особой тщательностью — в месте стыка стропильных ног с конструкцией люкарны.

Для наглядного представления корректности результатов, полученных при использовании матрицы, авторами выполнена комплексная оценка надежности крыш при случайном заполнении матриц (на примере объекта № 2).

При эксперименте со случайными величинами критериев результат получился в первых двух вычислительных экспериментах необоснованно высоким — 3.8, 3.95, в третьем — необоснованно низким — 2.57. Это подтверждает адекватность выбранной модели. Акцентируя внимание, еще раз уточним: при случайном заполнении в матрицу подставлялись величины, близкие к экспертным. Для усиления чистоты вычислительный эксперимент проводился три раза.

При анализе функций чувствительности видно, что, например, критерий ХЗ не оказывает никакого влияния на критерий Х, что в данном случае не соответствует действительности.

Проанализировав результаты комплексной оценки (получено значение 3.68) для объекта 3 и сопоставив его с реальной картиной состояния и функционирования крыши, можно сделать вывод, что оценка полностью соответствует реальной ситуации. Надежность крыши на данном объекте выше предыдущих, что в первую очередь связано с отличными гидрогеологическими условиями и грамотным конструктивным решением здания, а также с тем, что дом строился согласно проекту.

Анализ функций чувствительности показывает, что значимое влияние на комплексную оценку оказывают критерии Х1, Х2 и Х4, слабовыраженное влияние — Х5, Х6, Х9. К критериям Х3, Х7 и Х8 комплексная оценка не чувствительна.

Адекватную работу полученной модели подтверждает тот факт, что в отношении данного объекта критерий ХЗ не оказывает влияния. На практике это обосновывается толщиной стен 770 мм, железобетонным монолитным перекрытием, которое обеспечивает геометрическую неизменяемость здания, оптимальным углом наклона кровли по отношению к используемому кровельному материалу, наличием двух внутренних опор в здании, уменьшающих пролет до 3 м.

Заключение

В результате проведенной работы по оценке надежности при анализе уровня безопасности крыш зданий получена модель комплексной оценки. Модель апробирована для различных объектов Пермского края, экспертами для ее построения выступали специалисты, имеющие большой практический опыт в данном вопросе, а также знакомые с данными объектами. Это позволило обсудить полученные результаты комплексной оценки надежности крыш.

Рассмотренные в статье объекты являются «средними» по полученной комплексной оценке. По каждому объекту были отдельно сделаны выводы. Построенная модель учитывает накопленный опыт экспертов в данном вопросе и корректно его анализирует. Для каждого объекта полученные результаты соответствуют действительности и имеют фактические подтверждения и обоснования.

Список использованной литературы

- [1] Курякова Н. Б., Райзих Е. В., Малых О. В. Технологии комплексной оценки надежности скатных крыш // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2021. — № 4 (51). — С. 60–65.
- [2] Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
- [3] СНиП 3.01.04–87 (1997) Приемка в эксплуатацию законченного строительного объекта. Основные положения.
- [4] СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Госстрой России. — М., 2004. — 26 с.
- [5] СП 13-102-2003. «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»; Постановление Госстроя РФ от 21.08.2003 № 153.
- [6] СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87; Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 25 декабря 2012 г. № 109 / ГС.
- [7] СП 17.13330.2011. Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26–76.

References

- [1] Kuryakova N.B., Rajzih E.V., Malyh O.V. Tekhnologii kompleksnoj ocenki nadezhnosti skatnyh krysh // Akademicheskij vestnik UralNIIProjekt RAASN. — 2021. — № 4 (51). — S. 60–65.
- [2] Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 30 dekabrya 2009 g. № 384-FZ «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij».
- [3] SNiP 3.01.04–87 (1997) Priemka v ekspluataciju zakonchennogo stroitel'nogo ob'ekta. Osnovnye polozheniya.
- [4] SP 13-102-2003 Pravila obsledovaniya nesushchih stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij / Gosstroj Rossii. — M., 2004. — 26 s.
- [5] SP 13-102-2003. «Pravila obsledovaniya nesushchih stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij»; Postanovlenie Gosstroya RF ot 21.08.2003 № 153.
- [6] SP 70.13330.2012 Nesushchie i ograzhdayushchie konstrukcii. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 3.03.01–87; Prikaz Ministerstva regional'nogo razvitiya Rossijskoj Federacii (Minregionov Rossii) ot 25 dekabrya 2012 g. № 109 / GS.
- [7] SP 17.13330.2011. Krovli. Aktualizirovannaya redakciya SNiP II-26–76.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022.

Опубликована 30.12.2022.

Кuryakova Natalia B.

Candidate of Technical Sciences, associate professor, Perm National Research Polytechnic University (PNRPU), Perm, Russian Federation
e-mail: tashatasha11@bk.ru

Raizikh Ekaterina V.

Master's student, Department of Architecture and Urban Studies, Perm National Research Polytechnic University (PNRPU), Perm, Russian Federation
e-mail: 34hotter@mail.ru