

Будзило Е. Е., *Збицкая В. В., Псюк М. Ю.
Донбасский государственный технический университет
*E-mail: kilrilch@mail.ru

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА РЕКОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

В работе рассматривается проблема повышения эксплуатационной надежности здания, в первую очередь за счет своевременного восстановления элементов покрытия. Приведены результаты аналитических исследований устройства покрытий на примере общественных зданий.

Ключевые слова: покрытие, реконструкция, общественное многоэтажное здание, техническое состояние, оптимальный вариант реконструкции.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Эксплуатационная сохранность зданий связана со своевременным выполнением ремонтных работ. В первую очередь это касается состояния кровли, так как со временем любой вид кровли изнашивается [1, 2].

Виды и объемы ремонтных работ должны соответствовать техническому состоянию самой конструкции крыши, т. к. нарушение ее целостности может привести к ухудшению показателей надежности всех несущих конструктивных элементов здания. Защита зданий от влияния атмосферных осадков позволяет поддерживать в них оптимальный тепловлажностный режим и увеличить срок эксплуатации конструктивных элементов здания.

Качественная эксплуатация крыш, своевременное проведение ремонтных работ и реконструкции элементов покрытия создает предпосылки для значительного увеличения срока эксплуатации здания.

Реконструкция и модернизация общественных зданий являются важной народнохозяйственной и достаточно сложной инженерной и социально-экономической задачей, требующей использования достижений различных областей знаний в материаловедении, строительной механике, теплотехнике, технологии и организации, экономике строительства.

Направленность работы совпадает с одной из главных задач повышения надеж-

ности эксплуатации зданий — систематизации подходов, в результате которых принимаются решения по выбору рациональных принципов, методов и технологий реконструкций зданий и сооружений.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнена на кафедре строительства и архитектуры (переименована с кафедры промышленного строительства в 2024 г.) Донбасского государственного университета и отвечает актуальным направлениям научно-технической политики в области реконструкции зданий и сооружений общественного назначения.

Целью работы является повышение эксплуатационной надежности здания путем выбора оптимального варианта восстановления элементов покрытия с точки зрения организационно-технологических мероприятий.

Поставленная цель достигалась решением следующих **задач**:

- совершенствование модели технологического проектирования проведения реконструкции элементов покрытия, а именно чердачных крыш общественных зданий;
- оценка технического состояния элементов крыши;
- определение порядка производства работ по замене элементов чердачной крыши;
- определение оптимальных параметров элементов организации работ по реконструкции в условиях городской застройки.

СТРОИТЕЛЬСТВО

Объект исследования — четырехэтажное общественное здание.

Предмет исследования — покрытие здания с учетом моделирования вариантов технологического проектирования проведения реконструкции элементов покрытия.

Методика исследований — анализ литературных и нормативных источников; аналитическое исследование устройства покрытий на примере общественных зданий.

Изложение материала. Жизненный цикл общественных зданий — это время от момента обоснования необходимости их возведения до наступления экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации. Периоды жизненного цикла представлены в таблице [3].

Критерии выбора стратегии обновления зданий во многом предопределяются его техническим состоянием на данный период эксплуатации. Они напрямую зависят как от внешних, например климатических, так и

внутренних воздействий, таких как перегрузка фундаментов, перекрытий, несвоевременное проведение ремонтных работ при обслуживании, несоответствие нормам энергоэффективности, то есть геотехнических и эксплуатационных факторов. Учитывая, что под их влиянием в здании могут происходить существенные изменения его состояния, связанные не только с износом и устареванием отдельных конструкций, но и частичным их повреждением, появляется необходимость уменьшения рисков их воздействий.

Изменение приоритетных характеристик здания, таких как его прочность, устойчивость, энергоэффективность, надежность, ведет к снижению его несущей способности, аварийности, деформациям и трещинам в конструкциях. Это значительно увеличивает затраты при их эксплуатации. Если данные переходные процессы не контролировать, потребуются не только досрочная их реконструкция, но и даже снос.

Таблица

Периоды жизненного цикла общественных зданий

Период	Общая характеристика
I	Технико-экономическое обоснование возведения
II	Конструирование и проектирование
III	Возведение с разработкой технологических карт производства, планирование организации с учетом наличия материально-технических ресурсов
IV	Предэксплуатационное освоение (пуско-наладочные работы) с настройкой коммуникационных и технических систем здания
V	Разработка эффективных вариантов по снижению затрат, направленных на использование площадей введенного в эксплуатацию сооружения
VI	С учетом паспорта здания в случае выявления дефектов в конструкциях или системах его обслуживания (электроснабжение, водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция, лифты и т. д.) проведение профилактических ремонтных работ как планово-предупредительных (например, устранение трещин, чистка и замена фильтров системы вентиляции), так и капитальных (усиление конструктивных элементов, замена кровли, трубопроводов и т. д.)
VII	При физическом износе в пределах 30–60 процентов (в зависимости от назначения и области использования здания или сооружения) и его несоответствии функциональным и комфортным требованиям, включая безопасность, необходимо проводить модернизацию, включающую не только использование современных инженерных систем, но и проведение работ по утеплению фасадов и частичной перепланировке
VIII	Если физический износ составляет 60–80 %, необходима реконструкция с обязательным усилением существующих конструктивных элементов с полной заменой сетей на основании технической документации ее проведения

Следовательно, на начальной стадии переходного периода при появлении первых, даже незначительных трещин в несущих конструкциях зданий, что в значительной мере связано с качеством проведения кровельных работ, необходимо проводить раннюю диагностику по выявленным дефектам покрытия здания.

При возникновении критической фазы в работе конструкций необходимо определиться с методами устранения данных отклонений в их работе, что зачастую связано с использованием современных технологий по их восстановлению. При производстве данных работ в обязательном порядке необходим учет местоположения здания (градообразующие составляющие), исторической его ценности и предполагаемых, возможных путей не только его реконструкции, но и градации (вписывания) в микрорайон после восстановительных работ.

Целесообразность выполнения работ по восстановлению элементов (конструкций) существующего здания напрямую связана и зависит от стоимости их выполнения в реальных условиях эксплуатации (рис. 1).

Анализ данных показывает, что физический износ зданий прогрессирует нелинейно, а затраты на устранение выявленных дефектов резко возрастают после преодоления порога в 50–60 %. В этом случае необходимо принимать стратегические решения, направленные как на реконструкцию, модернизацию объекта, так и на его снос.

Учитывая, что данные показатели непосредственно связаны с условиями эксплуатации существующего общественного здания, необходим анализ обработки факторов, повлекших непосредственное изменение его качественных параметров.

В случае, если при обработке исходной информации паспорта здания выявлено, что с точки зрения архитектурной значимости здание является памятником архитектуры, в данном конкретном случае при анализе, даже если уровень физического износа непрерывно увеличивается с течением времени и затраты на его устранение могут превысить стоимость самого здания, этот фактор не является критичным, и здание в обязательном порядке реконструируется как за счет бюджетных средств, так и при участии спонсоров.

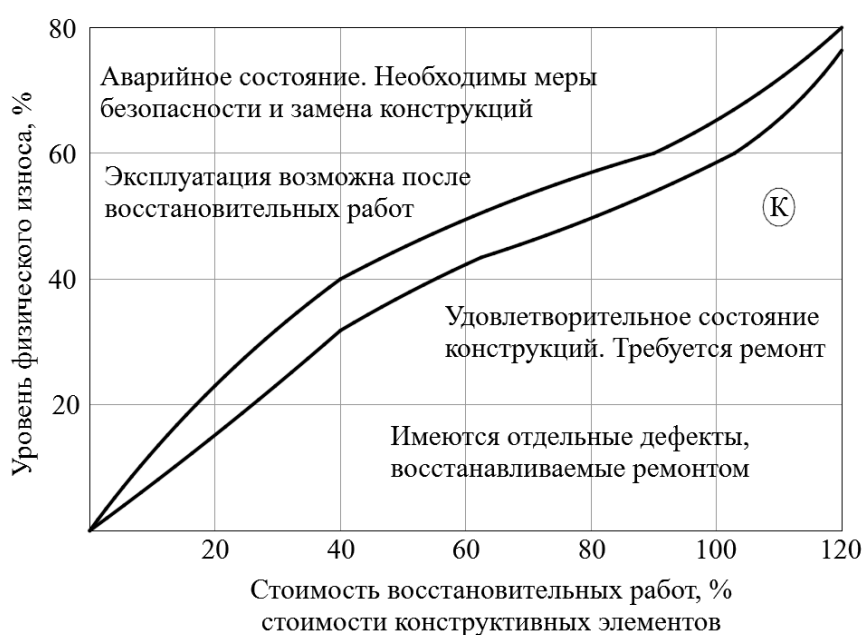


Рисунок 1 — Стоимость восстановительных работ, % стоимости конструктивных элементов

Для определения и в дальнейшем учета влияния факторов «случайности» на расчет эксплуатационных затрат по восстановлению или частичному ремонту существующего объекта в обязательном порядке необходим учет непосредственных причин их возникновения в рассматриваемых периодах эксплуатации здания (даже с учетом случайных факторов, вызванных стихийными бедствиями) с обязательным поэтапным решением данной проблемы в целом, а именно:

- в начальный период эксплуатации — непосредственное влияние уровня качества строительно-монтажных работ (СМР), что позволит значительно уменьшить затраты на обслуживание здания, а именно исключить ремонтные работы по восстановлению дефектных и некачественных элементов здания, что может касаться даже проведения работ по усилению его фундаментной части;

- на этапе регулярной (постоянной) эксплуатации существующего общественного здания в обязательном порядке производится проверка уровня качества проектирования (степени совершенства проектных решений) и методов управления эксплуатацией зданий (технологий обслуживания зданий);

- на стадии износа — срок службы материалов и несущих элементов, а также их ремонтпригодность, что включает долговечность примененных материалов и также конструктивные решения с потенциалом их дальнейшего восстановления в процессе эксплуатации.

Снижение жизненного цикла зданий обусловлено снижением эксплуатационной надежности основных их конструктивных элементов, что в значительной мере определяется условиями эксплуатации и качеством покрытий.

Очевидно, что сохранение фонда общественных зданий — это единственный способ предотвратить их массовый выход из эксплуатации. Промедление с решением этой проблемы значительно увеличивает

стоимость восстановительных работ. Эффективность выбора наилучшего решения определяется оцениванием экономических инвестиций в сфере реконструкции, а именно использования капитальных затрат на проведение работ в реальных условиях.

Наибольшее распространение в общественных зданиях получили покрытия в виде деревянных ферм или стропильных элементов из древесины.

В ходе обследования несущих элементов кровельных конструкций применяются следующие методы:

- визуальный осмотр (совместный осмотр конструктивных элементов покрытия представителями как заказчика, так и проектной организации);

- натурные измерения (замеры геометрических параметров и сечений используемых конструкций);

- дефектоскопия (выявление и анализ повреждений элементов покрытия);

- контроль деформаций (измерение прогибов и искривлений несущих конструкций, особенно это касается ферм и стропильных систем скатных крыш);

- инструментальный анализ (проверка прочностных характеристик материалов конструкций покрытия);

- оценка износа (определение степени деградации деревянных несущих элементов);

- изучение проектно-технической документации, в которой приведены особенности конструкций покрытий и условия их эксплуатации (включая проведение ремонтных работ);

- анализ документации (изучение проектных и эксплуатационных данных, включая историю ремонтов) [3].

При проведении визуального осмотра оцениваются следующие параметры:

- физическое состояние конструктивных элементов покрытия;

- дефекты и повреждения;

- фиксация общих и локальных деформаций — проектных ошибок;

- фиксация нарушений технологии производства работ по изготовлению, транс-

портировке или монтажу элементов покрытий;

– нарушения правил эксплуатации зданий.

Выявленные визуальным осмотром повреждения необходимо акцентировать подробным описанием с приложением схем и места их обнаружения [4, 5].

В крепежных соединениях элементов покрытия исследуются узлы с целью выявления отсутствия достаточной прочности.

Болтовые соединения проверяются на плотность и усилие затяжки. Усилие затяжки болтов устанавливается динамометрическим ключом.

Степень опасности дефектов и повреждений несущих элементов покрытий устанавливается на основании исследования характера выявленных повреждений (отклонения конструкций от проектного положения, величины их деформации с учетом наличия сечений с уменьшенными параметрами), что должно подтверждаться поверочными расчетами несущей способности в реальных условиях эксплуатации объекта исследования.

В случае обнаружения критических повреждений, незамедлительно проводятся работы по временному укреплению аварийных конструкций покрытия.

Древесина подвержена биологическим повреждениям, которые могут быть вызваны жизнедеятельностью плесени, грибов, насекомых и грызунов. Эти повреждения обычно обнаруживаются в первую очередь [6, 7].

Проектирование замены конструктивных элементов покрытия производится с учетом подбора сечения несущих элементов с последующей проработкой в условиях реального производства работ по замене узлов сопряжения, если они имели существенные дефекты, возникшие при эксплуатации здания, например, при постоянной протечке кровли.

При разработке соединительных узлов необходимо обеспечить их технологичность (простоту изготовления и монтажа) с учетом следующих параметров, а именно:

надежности (распределением и передачей усилий в эксплуатируемых конструкциях стропильной системы покрытия), прочности (устойчивостью ко всем эксплуатационным нагрузкам, как вертикальным, так и горизонтальным). При этом необходимо исключить распорные эффекты в данных элементах с учетом влаго- и огнестойкости.

На продолжительность эксплуатации деревянных элементов кровли существенное влияние оказывают также мероприятия по их защите от увлажнения и возгорания с созданием нормального температурно-влажностного режима и воздухообмена в чердачных помещениях эксплуатируемого здания.

Возможные сочетания факторов для развития процессов гниения деревянных покрытий:

- споры дереворазрушающих грибов;
- наличие кислорода;
- положительная температура на чердаке от 0 до +50 °С;
- влажностный режим при эксплуатации.

Недостаточная квалификация плотников и работников по монтажу может привести к появлению дополнительных дефектов деревянных конструкций элементов покрытий.

Особо опасно применение для производства деревянных конструкций покрытий материалов, которые не прошли достаточную сушку.

Установка шипов на стыках стропильных ног и прогонов может привести к скоплению влаги в местах крепления. Кроме того, вырубленные гнезда ослабляют сечение и снижают несущую способность конструкции.

Более надежным решением является использование стальных штырей, которые устанавливаются в заранее подготовленные отверстия. В прогонах сверлятся сквозные отверстия, в которые затем вставляются штыри. Для предотвращения скопления влаги в отверстиях их верхнюю часть рекомендуется заполнить антисептической пастой.

Данные обследований показывают наличие следующих дефектов узлов деревянных конструкций покрытий эксплуатируемых кровель:

- отсутствие в узлах сопряжения деревянных элементов предусмотренных проектом соединительных элементов;
- недостаточная натяжка болтовых соединений;
- нагели, гвозди, скобы, скрутки установлены без достаточной прочности.

Наличие трещин от усушки древесины не должно превышать допустимых нормативных показателей.

Практика выполнения обследований позволяет убедиться, что при производстве работ по устройству деревянных покрытий бывают случаи отсутствия защиты в зонах контакта со стенами или крепежными деталями этих покрытий. Подобные нарушения могут вызвать ускоренное разрушение конструкций вследствие образования конденсата, появления плесени, коррозионных процессов в элементах крепления. Мероприятия по повышению био- и огнестой-

кости конструкций, как правило, осуществляются с нарушением технологии и требований нормативных документов или не выполняются, что также сказывается на эксплуатационной их надежности.

Выводы и направление дальнейших исследований. Реконструкция элементов покрытия общественных зданий в целом позволяет решать следующие задачи:

- повышение эксплуатационной надежности;
- защита зданий от влияния атмосферных осадков;
- поддержание нормативных параметров тепловлажностного режима здания;
- увеличение срока эксплуатации как конструктивных элементов, так и здания в целом.

Проведенные исследования, результаты и выводы могут быть использованы при дальнейшем проектировании реконструкции и реализации оптимального экономического варианта реконструкции элементов чердачной крыши на практике.

Список источников

1. Федоров В. В. Реконструкция и реставрация зданий. М. : ИНФРА-М, 2024. 208 с.
2. Котенко И. А. Методика реставрации и реконструкции. Реставрация и ремонт деревянных зданий. М. : Ай Пи Ар Медиа, 2020. 100 с. EDN INAFCI
3. Афанасьев А. А., Матвеев Е. П. Реконструкция жилых зданий : учебно-методическое пособие : в 2 ч. Ч. 1 : Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. М., 2008. URL: https://gostrf.com/norma_data/53/53641/index.htm/ (дата обращения: 01.05.2025).
4. Кровля. Современные материалы и технология / В. И. Теличенко [и др.]. М. : АСВ, 2012. 816 с. EDN QNQEAF
5. Токарев Е. А. Методы защиты древесины от биоповреждений и огня // Строительство и реконструкция : сборник научных трудов 3-й всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров / отв. ред. С. В. Дубраков. Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 390–393. EDN YQEEDH
6. Фомичев В. Т., Камкова С. В., Филимонова Н. А. Повышение биостойкости строительных материалов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия : Строительство и архитектура. 2012. Вып. 27 (46). С. 34–38. EDN PDXNFZ
7. Повышение надежности деревянных строительных конструкций при реконструкции зданий / А. Ю. Сергеева, Р. Ю. Мясцев, Ю. Д. Сергеев, И. И. Найчук // Строительство и недвижимость. 2024. № 1 (14). С. 31–36. EDN KMLRGJ

**Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. СА ДонГТУ Псюком В. В.,
к.т.н., гл. инженером проекта НПЦ «Сваркон» Антошиной Т. В.**

Статья поступила в редакцию 23.05.2025.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Будзило Елена Евгеньевна, канд. техн. наук, доцент каф. строительства и архитектуры
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Збицкая Валентина Викторовна, канд. техн. наук, доцент каф. строительства и архитектуры
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: ki1ri1ch@mail.ru

Псюк Марина Юрьевна, старший преподаватель каф. строительства и архитектуры
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Budzilo E. E., *Zbitskaya V. V., Psiuk M. Yu. (Donbass State Technical University, Alchevsk,
Russia, *e-mail: ki1ri1ch@mail.ru)

CHOOSING THE BEST WAY FOR THE RECONSTRUCTION OF PUBLIC BUILDING COVERING

The paper addresses the issue of improving the operational reliability of building, primarily through the well-timed restoration of covering components. The results of analytical studies of pavement construction on the example of public buildings are given.

Key words: covering, reconstruction, public multistory building, engineering status, the best way for the re-construction.

References

1. Fedorov V. V. Reconstruction and restoration of buildings [Rekonstrukciya i restavraciya zdaniy]. M. : INFRA-M, 2024. 208 p.
2. Kotenko I. A. Restoration and renovation techniques. Restoration and repair of wooden buildings [Metodika restavratsii i rekonstrukcii. Restavraciya i remont derevyannyh zdaniy]. M. : IPR MEDIA, 2020. 100 p. EDN INAFCI
3. Afanas'ev A. A., Matveev E. P. Reconstruction of residential buildings : training manual : in 2 parts.. Part I. Technologies for restoring the operational reliability of residential buildings [Rekonstrukciya zhilyh zdaniy. Chast' I. Tekhnologii vosstanovleniya ekspluatatsionnoj nadezhnosti zhilyh zdaniy : uchebno-metodicheskoe posobie : v 2 ch.]. M., 2008. URL: https://gostrf.com/norma_data/53/53641/index.htm/ (date of treatment: 01.05.2025).
4. Telichenko V. I., Kas'yanov V. F., Sokova S. D. [et al.]. Modern materials and technology [Krovlya. Sovremennye materialy i tekhnologiya]. M. : ACB, 2012. 816 p. EDN QNQEAF
5. Tokarev E. A. Methods of wood protection against biodeterioration and fire [Metody zashchity drevesiny ot biopovrezhdenij i ognya]. Stroitel'stvo i rekonstrukciya : sbornik nauchnyh trudov 3-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, aspirantov, magistrov i bakalavrov. otvet. redaktor S. V. Dubrakov. Kursk : Southwest State University, 2021. Pp. 390–393. EDN YQEEDH
6. Fomichev V. T., Kamkova S. V., Filimonova N. A. Improving the bio-resistance of building materials [Povyshenie biostojkosti stroitel'nyh materialov]. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. The series : Construction and Architecture. 2012. Iss. 27 (46). Pp. 34–38. EDN PDXNFZ
7. Sergeeva A. Yu., Myasishchev R. Yu., Sergeev Yu. D., Najchuk I. I. Improving the reliability of wooden building structures in the reconstruction of buildings [Povyshenie nadezhnosti derevyannyh

strojkonstrukcij pri rekonstrukcii zdaniij]. Stroitel'stvo i nedvizhimost'. 2024. No. 1 (14). Pp. 31–36. EDN KMLRGJ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Budzilo Elena Evgeniievna, PhD in Engineering, Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Building and Architecture
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

Zbitskaya Valentina Viktorovna, PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Building and Architecture
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: ki1ri1ch@mail.ru

Psiuk Marina Yuriievna, Senior Lecturer of the Department of Building and Architecture
Donbass State Technical University
Alchevsk, Russia