

DOI: 10.15393/j2.art.2020.5242

УДК 69.059.4; 699.8

Статья

Влияние условий эксплуатации на разрушение конструкций жилых домов из древесины

Девятникова Людмила Анатольевна

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства, Петрозаводский государственный университет (Российская Федерация), dev@petrsu.ru

Симонова Анастасия Алексеевна

инженер, ГКУ РК «Центр энергосбережения Карелии» (Российская Федерация), Obchie@mail.ru

Получена: 20 марта 2020 / Принята: 20 сентября 2020 / Опубликовано: 23 сентября 2020

Аннотация: Рассматриваются основные причины, приводящие к ускоренному износу конструкций и инженерных систем жилых домов. Управление фондом аварийных и ветхих домов находится в центре внимания федеральных и региональных органов власти. На федеральном уровне постепенно решаются вопросы расселения жителей аварийных домов, в том числе в рамках реализации национального проекта «Жилье и городская среда». Цель работы: обоснование рекомендаций по улучшению условий проживания за счет снижения интенсивности износа несущих и ограждающих конструкций домов, повышение их энергоэффективности и профилактика аварийности. Для достижения данной цели использованы экспертные оценки авторов с учетом нормативно-правовых документов, известные методы анализа технического состояния объектов строительства, в том числе фотофиксация и отраженный в научно-технической литературе опыт предыдущих обследований. Методология и результаты работы рассмотрены на примере реального объекта - деревянного двухэтажного жилого дома в Республике Карелия. Обоснованы рекомендации по профилактике аварийности домов. Подтверждено, что нарушения режима эксплуатации домов сокращают продолжительность их безопасной эксплуатации. Недостаточно активная информационная работа об основных механизмах региональной программы расселения аварийного жилья является сдерживающим фактором, тормозящим инициативу проживающих в таком жилье граждан. Необходима разработка дополнительных мероприятий правового и институционального характера на государственном и региональном уровне для решения задач

повышения качества жилищно-коммунальных услуг для населения при обеспечении доступности тарифов на эти услуги.

Ключевые слова: деревянные конструкции, аварийный жилой фонд, режим эксплуатации домов, физический износ

DOI: 10.15393/j2.art.2020.5242

Article

Influence of operating conditions on the destruction of wooden residential houses constructions

L. A. Deviatnikova

Ph. D., associate Professor of the Department of construction technology and organization, Petrozavodsk state University (Russian Federation), dev@petrsu.ru

A. A. Simonova

engineer, of the government Agency of the Republic of Karelia «Energy saving Center of Republic of Karelia» (Russian Federation), Obchie@mail.ru

Received: 20 March 2020 / Accepted: 20 September 2020 / Published: 23 September 2020

Abstract: The subject of the work is related to the main factors leading to accelerated wear of structures and engineering systems of residential buildings. At the federal level, issues of resettlement of residents of emergency houses are gradually being addressed, in particular as part of the national project "Housing and Urban Environment." The purpose of the work is to provide recommendations to improve living conditions by reducing the wear rate of load-bearing and enclosure structures, to increase their energy efficiency and prevent accidents. To achieve this goal, the authors used expert assessments taking into account regulatory documents, well-known methods for analyzing the technical condition of construction projects, including photographic fixation and the reports of previous surveys published in the scientific and technical literature. The methodology and results of the work are considered on the example of a real object - a wooden two-story residential building in the Republic of Karelia. It has been confirmed that operation disturbance reduce the duration of buildings safe operation. The lack of public-awareness efforts on the main mechanisms of the regional emergency housing relocation program is a constraining factor for citizens living in such housing. It is necessary to develop additional legal and institutional measures at the state and regional level to solve the problems of improving the quality of housing and communal services for the population while ensuring the availability of tariffs for these services.

Keywords: emergency housing stock, building operation conditions, physical wear and tear

1. Введение

С 2014 г. Росстат больше не ведёт учёт доли аварийного жилья, а все данные предоставляются регионами и суммируются в Минстрое России. В 2014 г. доля площади аварийного жилищного фонда в общей площади жилищного фонда в РФ составляла 0,7 %, в Республике Карелия — 1,3 %. Цифры в процентах кажутся небольшими, но в пересчёте на жилую площадь — это миллионы квадратных метров. Эту жилую площадь занимают люди, дома которых уже получили статус аварийных и которые ждут расселения, или жители домов, не получивших статус аварийного жилья, но фактически в таком состоянии находящиеся.

Согласно действующей Конституции РФ (ст. 40 [1]), каждый гражданин имеет право на жильё, а ст. 15 Жилищного кодекса РФ [2] уточняет, что жильё должно отвечать установленным санитарным и техническим правилам и нормам.

Практика показала, что в настоящее время проблему управления в сфере аварийных и ветхих домов можно разделить на несколько основных подпроблем:

- неэффективность существующих механизмов реконструкции домов;
- новое строительство домов не поспевает за выбытием жилищного фонда в силу его старения;
- решение проблем аварийных и ветхих домов без достаточно прочной опоры на принципы комплексности и координации, учёт которых придал бы импульс производственному сектору, создающему дороги, коммунальную и социально-бытовую инфраструктуру за счёт проявления мультипликативного эффекта в экономике региона [8].

Внимание к обозначенной проблеме объясняется необходимостью повышения эффективности использования ресурсов, предназначенных для её решения. Проблема находится в центре внимания федеральных и региональных органов власти. На федеральном уровне постепенно решаются вопросы расселения жителей аварийных домов, в том числе в рамках реализации национального проекта «Жильё и городская среда». Минстрой России по итогам 2019 г. одним из самых успешных определил федеральный проект переселения из аварийного жилья.

Принят Федеральный закон от 27.12.2019 № 473-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и Федеральный закон "О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства" в части переселения граждан из аварийного жилищного фонда», нововведением которого являются возможность регионов на строительство маневренного и наёмного жилья, включение в выкупную стоимость жилья стоимость участка под ним, инструменты привлечения инвесторов и другие меры государственной поддержки.

Вносятся изменения и уточнения в существующие нормативные документы. Так, в изменённом постановлении Правительства РФ от 28.01.2006 № 47 (с изм. на 29 ноября 2019 г.) «Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания, многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции, садового дома жилым домом и жилого дома садовым домом» дано

более конкретное основание для признания многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции (п. 34).

Идёт реализация масштабного проекта по расселению и ликвидации аварийного жилищного фонда, создаются региональные программы. Однако, например, в новый этап программы расселения аварийного жилья в период с 2019 по 2025 г. вошли дома, признанные таковыми с 01 января 2012 г. по 01 января 2017 г. Поэтому проблемы домов, признанных аварийными позже, пока трудноразрешимы.

Следует отметить, что возведение зданий при постоянно изменяющемся законодательстве, смена собственников строительных объектов приводят к тому, что на некоторые строительные объекты документация отсутствует или представлена не в полном объёме, в результате чего невозможно объективно и своевременно оценить состояние объекта. В таких условиях сложно планировать расходование ресурсов на поддержание объекта в функциональном состоянии, как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективе, что приводит к снижению безопасности эксплуатации зданий.

Таким образом, в перечисленных условиях комплекс актуальных проблем реконструкции домов включает ряд трудноразрешимых задач, к которым относятся: обоснование экономической целесообразности инвестирования в реконструкцию; поиск оптимальных моделей финансирования мероприятий по реконструкции; совершенствование технических и технологических решений в области реконструкции. Кроме того, к актуальным проблемам следует отнести вопрос нарушения норм эксплуатации зданий, что приводит к преждевременному снижению качества жилья и увеличению расходов на его ремонт.

У каждого здания существует свой рекомендуемый срок службы, значения которого указаны в документе [5] в зависимости от назначения и конструктивных особенностей. А вот расчётные сроки службы элементов и систем зданий (сооружений) могут отличаться от срока службы здания в целом. Периодичность капитального ремонта (замены) отдельных строительных конструкций и систем инженерно-технического обеспечения следует предусматривать в соответствии с их расчётными сроками службы.

Нарушение эксплуатационного режима является одной из главных причин преждевременного возникновения дефектов в конструктивных элементах зданий. Так, наличие протечек кровли приводит к недопустимому увлажнению элементов стенового ограждения, перекрытий, балконных плит, козырьков и других выступающих элементов, подвергаемых воздействию внешней среды. В этих случаях происходит замораживание и оттаивание элементов несущих и ограждающих конструкций. Как следствие, после определённого числа циклов эти элементы ускоренно разрушаются. Протечки, связанные с авариями системы водоснабжения или канализации, способствуют переувлажнению основания, суффозии и размыву подошвы фундаментов, что нередко приводит к потере устойчивости здания, вызванной неравномерными осадками [10].

Цель работы: обоснование рекомендаций по улучшению условий проживания за счёт снижения интенсивности износа жилых зданий, повышения их энергоэффективности и профилактики аварийности.

Для достижения данной цели использованы экспертные оценки авторов с учётом нормативно-правовых документов [1—7], известные методы анализа технического состояния объектов строительства, в том числе фотофиксация и отражённый в научно-технической литературе опыт предыдущих обследований [8—10]. Методология и результаты работы рассмотрены на примере реального объекта.

2. Объект и методика исследования

В качестве примера для иллюстрации последствий нарушения эксплуатационного режима рассмотрим обследованное в 2019 г. жилое здание, которое было построено в 1951 г. в пос. Гирвас Кондопожского района Республики Карелия (фото 1).



Фото 1. Общий вид фасада здания

Photo 1. General view of the facade of the building

Постановлением Правительства Республики Карелия от 26 ноября 2014 г. № 346-П была утверждена «Региональная программа капитального ремонта общего имущества

в многоквартирных домах, расположенных на территории Республики Карелия, на 2015—2044 годы», в соответствии с которой в сентябре 2019 г. и была проведена экспертиза жилого дома по адресу: пос. Гирвас, ул. Советская, д. 6.

Здание представляет собой двухэтажный четырёхквартирный жилой дом, площадь застройки которого составляет 130,73 м² (площадь самого здания 119,07 м² и пристройки входной группы 11,66 м²), полезная площадь 179 м². Высота здания от цоколя до карнизного свеса составляет 6,4 м.

Инженерное обеспечение здания:

- отопление — печное;
- вентиляция — естественная через окна с открывающимися створками;
- электроснабжение — открытая проводка до квартир с установкой электросчётчиков в квартирах;
- холодное водоснабжение — централизованное, внутренние сети из полипропиленовых труб;
- горячее водоснабжение — от индивидуальных бойлеров, установленных в квартирах;
- водоотведение — по чугунным трубам централизованно в местную сеть хозяйственно-бытовой канализации;
- газоснабжение здания — индивидуальные газовые баллоны, установленные в металлическом шкафу.

Работы по обследованию и определению технического состояния конструкций здания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», а также СП 13-102-2003 «Правила обследования зданий и сооружений». По результатам экспертизы оформлено техническое заключение — оценка технического состояния общего имущества многоквартирного дома, по результатам детального (инструментального) обследования конструктивных элементов и инженерных систем. Составлен акт технического обследования в присутствии представителей ООО «Судебно-строительная экспертиза», Администрации поселения и уполномоченного собственника МКД.

На момент обследования объекта отсутствовали проектная и исполнительная документация, материалы инженерно-геологических изысканий, акты осмотров здания, выполненные персоналом эксплуатирующей организации, акты и отчёты по ранее проводившимся обследованиям здания и иная техническая документация. Был предоставлен только технический паспорт, на основании которого выполнен сбор информации об объекте.

Оценка физического износа жилого дома в целом проведена по данным оценки физического износа всех конструктивных элементов сооружения (таблица 6 приложения 1 [3]).

3. Результаты и обсуждение

Фотофиксация здания позволила определить выявленные при осмотре дефекты: неравномерная осадка здания; износ и биоповреждение обшивки здания; коробление стен; вынос карнизного свеса менее 0,6 м при неорганизованном водоотводе; поражение гнилью подшивки карнизного свеса; ходовые мостики сгнили и потому отсутствуют; повреждение кровельного покрытия; деревянные оконные блоки рассохлись, все сопряжения элементов конструкций нарушены; перекос оконных проёмов; деструкция кирпичной кладки печных труб; продухи отсутствуют; отмостка у здания отсутствует; на прилегающей к объекту территории отсутствует ливневая канализация и дренаж.

В 1989 г. уже проводилось обследование здания на предмет определения физического износа. Физический износ на 01 августа 1989 г. составил 48 %. На тот момент уже были выявлены признаки износа, при устранении которых удалось бы предотвратить аварийное разрушение конструкций здания, а именно: повреждения и гниль венцов стен (износ 60 %), выпадение отдельных элементов на крыше (износ 45 %) и, как следствие, гниль в местах заделки балок чердачного перекрытия (износ 45 %). Однако капитальный ремонт не был выполнен, работа была ограничена только обследованием состояния дома и его конструкций.

По результатам обследования в 2019 г. в соответствии с документом [4] для каждого соответствующего конструктивного элемента и системы здания определена продолжительность эксплуатации до капитального ремонта. Таким образом, самые долговечные из имеющихся в здании конструкций — это ленточный бутовый фундамент на сложном или цементном растворе (срок до капитального ремонта 50 лет) и оштукатуренные междуэтажные перекрытия деревянные по деревянным балкам (срок до капитального ремонта 60 лет), у остальных элементов и систем здания этот срок службы составил от 10 до 50 лет. Учитывая, что фактическая продолжительность эксплуатации здания составляет 68 лет, а капитальный ремонт не проводился ни разу, то очевиден вывод, что в здании нет ни одного неизношенного элемента.

В результате работ по обследованию отдельных элементов здания также с помощью измерительных приборов и фотофиксации был выявлен ряд дефектов. Наиболее характерные повреждения указаны на фото 2—10.

По результатам обследования экспертной организацией было сделано заключение о возможности или нецелесообразности проведения капитального ремонта: установленная категория технического состояния объекта — аварийное. Аварийное техническое состояние имеют: фундамент, цокольное и чердачное перекрытие, стены и перегородки, кровельное покрытие, конструкция входной группы, система хозяйственно-бытовой канализации. Согласно документу [3], для приведения фундамента и перекрытий в работоспособное техническое состояние требуется полная замена фундаментов, переборка перекрытий, замена несущих стен. В соответствии с Методическими рекомендациями [7] конструкции фундаментов, несущих стен и перекрытий являются несменяемыми. Капитальный ремонт не предусматривает полной замены несменяемых конструкций. Данные работы выполняются

в рамках реконструкции, поэтому капитальный ремонт здания невозможен. В соответствии с установленной категорией технического состояния объект является неремонтопригодным (в рамках региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Республики Карелия, на 2015—2044 гг., утверждённой постановлением Правительства Республики Карелия от 26.11.2014 № 346-П). Проектная организация, составившая данное техническое заключение, рекомендует признать многоквартирный дом аварийным и подлежащим сносу в соответствии с постановлением Правительства РФ от 28.01.2006 № 47 (ред. от 02.08.2016) [6].



Фото 2. Продухи на уровне земли
Photo 2. Destruction at ground level



Фото 3. Трещины и выбоины по фундаменту
Photo 3. Cracks and potholes on the foundation



Фото 4. Биоповреждение цоколя. Поражение гнилью обшивки наружных стен здания
Photo 4. Bioamage of the basement of the building. Rotting of the cladding of the exterior walls of the building



Фото 5. Следы протечек кровли по элементам стропильной системы

Photo 5. Traces of roof leaks on the elements of the rafter system



Фото 6. Поражение гнилью и разрушение элементов

Photo 6. Rotting and destruction of elements



Фото 7. Коррозия трубопровода канализации

Photo 7. Corrosion of the sewer pipeline



Фото 8. Деструкция кирпичной кладки печных труб

Photo 8. Destruction of masonry chimneys



Фото 9. Трещины по перекрытиям и стенам, отслоение штукатурки. Следы протечки

Photo 9. Cracks in the ceilings and walls, peeling plaster. Humidification places



Фото 10. Следы протечек по элементам стропильной системы, поражение гнилью и разрушение элементов

Photo 10. Humidification of the elements of the rafter system, damage from rotting and destruction of elements

Очевидно, что если жилой дом относят к категории аварийных и подлежащих сносу, то договоры найма и аренды жилых помещений должны расторгаться, а людям должно быть предоставлено пригодное для проживания жильё. Но ввиду указанных выше причин и того, что в новый этап программы расселения аварийного жилья в период с 2019 по 2025 г. не вошли дома, признанные таковыми после 01 января 2017 г., процесс расселения рассмотренного конкретного жилого дома принимает затяжной характер.

В то же время, если бы своевременно были устранены выявленные ещё в 1989 г. повреждения конструкций, а также вовремя устраняла бы управляющая компания протечки

кровли и производила бы защиту от воздействия окружающей среды, то удалось бы продлить жизненный цикл жилого дома.

Но, к сожалению, в настоящее время здание фактически остаётся жилым, несмотря на выявленные дефекты (см. фото 3, 9 и 10): загнивание балок чердачного утепленного перекрытия, аварийные перекрытия и стены, ограниченно работоспособный фундамент и др. Конечно, в процессе эксплуатации любое здание подвергается физико-механическим и химическим воздействиям, это напряжения, вызывающие микротрещины в материале; увлажнение и высушивание; погодные замораживания и оттаивания; перепады температур, приводящие к неоднородным деформациям и разрушениям структуры материала; химическое воздействие кислот и солей; коррозия металла; загнивание древесины. Всё это приводит к повышенному износу конструкций и сокращает срок службы здания.

Аналогичные вопросы, но с учётом региональных особенностей, изучены в работах [9, 11—13].

Анализ развития физического износа конструктивных элементов свидетельствует, что срок их службы существенно превышает усреднённые и нормативные значения, поэтому в условиях нормальной эксплуатации здание могло бы оставаться пригодным для проживания.

Фактический срок службы рассматриваемого жилого дома в пос. Гирвас составляет 68 лет, а регламентированный срок службы до капитального ремонта — 50 лет. Однако ни через 50 лет, ни позже капитальный ремонт здания не проводился, что и привело к его аварийному состоянию.

4. Выводы

Логика выполненного исследования и полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Чтобы обеспечить максимальную сохранность конструкций здания, необходимо соблюдать график текущего и капитального ремонта, а собственникам помещений быть более инициативными при принятии решений о ремонтных работах, особенно если возникает необходимость этих работ раньше срока.

2. На разрушение конструкций рассмотренного в работе жилого дома в условиях эксплуатации повлияли не устранённые вовремя повреждения конструкций, выявленные ещё в 1989 г., а также возникшие позже протечки кровли и разрушения ограждающих конструкций в результате невыполненной защиты ограждающих конструкций от воздействия окружающей среды.

3. Целесообразно активизировать информационную работу об основных механизмах региональной программы расселения аварийного жилья, т. к. часть аварийных домов не вошла в программу расселения аварийного жилья в период с 2019 по 2025 г. по причине того, что население плохо информировано о том, как признать дом аварийным.

4. Управляющим организациям необходимо уделять особое внимание правильности формирования и хранения технической документации на жилые дома, независимо от того,

переданы ли перечисленные документы от застройщика, предыдущей управляющей организации или собственников.

5. Необходима разработка дополнительных мероприятий правового и институционального характера на государственном и региональном уровнях для решения задач сохранения жилищного фонда, а также обеспечения доступности услуг жилищно-коммунального хозяйства.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учётом поправок, внесённых законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ).
2. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 06.02.2020).
3. ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий». М., 1988.
4. ВСН 58-88(р) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения». М., 1989.
5. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения (с изм. № 1).
6. Положение о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания и многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции [утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 28.01.2006 № 47 (ред. от 02.08.2016)].
7. Методические рекомендации по формированию состава работ по капитальному ремонту многоквартирных домов, финансируемых за счёт средств, предусмотренных Федеральным законом от 21 июля 2007 г. № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства (утв. ГК «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» от 15.02.2013).
8. *Бутова Т. В., Цороева З. Б.* Проблема сноса ветхого и аварийного жилья // Муниципальная академия. 2017. № 1. С. 92—97.
9. *Девятникова Л. А., Зайцева М. И., Мухин С. Ю.* Анализ теплотехнических свойств наружной стены на основе тепловизионной съёмки // Resources and Technology. 2016. Т. 13, № 3. С. 30—41.
10. *Дедюхина Е. С.* Проблемы ветхого и аварийного жилого фонда при реализации инновационных решений в жилищно-коммунальном хозяйстве // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. № 4 (9). С. 19—25.
11. *Ann Kristin Kvellheim, Sigrid Damman, Anne Gunnarshaug Lien.* Business models for nZEB renovation of small wooden buildings // Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 352, 1st Nordic conference on Zero Emission and Plus Energy Buildings (6—7 November 2019). Trondheim, Norway. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/352/1/012018/pdf>.
12. *Gullbrekken Lars, Time Berit.* Towards Upgrading Strategies for nZEB-Dwellings in Norway // Journal of sustainable architecture and civil engineering — JSACE. 2019. Vol. 25, № 2. P. 35—42.
13. *Vlatko Milić, Klas Ekelöv, Maria Andersson, Bahram Moshfeghab.* Evaluation of energy renovation strategies for 12 historic building types using LCC optimization // Energy and Buildings. 2019. Vol. 197. P. 156—170.

References

1. The Constitution of the Russian Federation (adopted by popular vote 12.12.1993) (as amended, amended Laws of the Russian Federation on amendments to the Constitution of the Russian Federation from 30.12.2008 No. 6-FKZ, from 30.12.2008 No. 7-FCL from 05.02.2014 No. 2-FKZ, from 21.07.2014 No. 11-FCL). (In Russ.)
2. Housing code of the Russian Federation from 29.12.2004 No. 188-FZ (ed. from 06.02.2020). (In Russ.)
3. VSN 53-86(p) «Rules for assessing physical wear and tear of residential buildings». Moscow, 1988. (In Russ.)
4. VSN 58-88(p) «Regulations on the organization and conduct of reconstruction, repair and maintenance of buildings, communal and socio-cultural facilities». Moscow, 1989. (In Russ.)
5. SP 255.1325800.2016 Buildings and structures. Operating rule. The main provisions (with Change No. 1). (In Russ.)
6. Regulations on the recognition of residential premises as residential premises, residential premises unfit for habitation and multi-apartment buildings as emergency and subject to demolition or reconstruction, approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of 28.01.2006 No. 47 (ed. from 02.08.2016). (In Russ.)
7. Methodological recommendations on the composition of works on capital repairs of apartment buildings financed by funds provided by the Federal law from 21 July 2007 No. 185-FZ «About Fund of assistance to reforming of housing and communal services» approved by the state Corporation «Fund of assistance to reforming of housing and communal services» dated 15.02.2013. (In Russ.)
8. *Butova T. V., Tsareva Z. B.* the Problem of demolition of dilapidated and emergency housing // Municipal Academy. 2017. No. 1. P. 92—97. (In Russ.)
9. *Devyatnikova L. A., Zaitseva M. I., Mukhin S. Yu.* Analysis of thermal properties of the outer wall based on thermal imaging // Resources and Technology. 2016. Vol. 13, No. 3. P. 30—41. (In Russ.)
10. *Dedyukhina E. S.* Problems of dilapidated and emergency housing stock in the implementation of innovative solutions in housing and communal services // Izvestiya vuzov. Investment. Construction. Realty. 2014. № 4 (9). P. 19—25. (In Russ.)
11. *Ann Kristin Kvellheim, Sigrid Damman, Anne Gunnarshaug Lien.* Business models for nZEB renovation of small wooden buildings // Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 352, 1st Nordic conference on Zero Emission and Plus Energy Buildings (6—7 November 2019). Trondheim, Norway. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/352/1/012018/pdf>. (In Russ.)
12. *Gullbrekken Lars, Time Berit.* Towards Upgrading Strategies for nZEB-Dwellings in Norway // Journal of sustainable architecture and civil engineering — JSACE. 2019. Vol. 25, № 2. P. 35—42. (In Russ.)
13. *Vlatko Milić, Klas Ekelöw, Maria Andersson, Bahram Moshfeghab.* Evaluation of energy renovation strategies for 12 historic building types using LCC optimization // Energy and Buildings. 2019. Vol. 197. P. 156—170. (In Russ.)