

УДК 699.841

doi: 10.33622/0869-7019.2023.06.??-??

# О порядке цифрового регулирования безопасной эксплуатации объектов гражданского строительства

**Владимир Владимирович ГУРЬЕВ**<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор, руководитель Управления сейсмической безопасности и снижения риска бедствий, 89150902767@mail.ru

**Александр Николаевич ДМИТРИЕВ**<sup>2</sup>, доктор технических наук, профессор, alexander.dmitriev@inbox.ru

**Рустам Тоганович АКБИЕВ**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, руководитель Департамента комплексной градостроительной безопасности, akbi.rust@gmail.com

**Владислав Игоревич БУЛЫКИН**<sup>3</sup>, главный специалист структурного подразделения «Жилищное обеспечение граждан», vi.bulykin@fondrt.ru

**Татьяна Викторовна МОРОЗОВА**<sup>1</sup>, руководитель Управления профессиональной оценки и развития квалификаций, t.morozova@cniipminstroy.ru

<sup>1</sup> Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (ЦНИИП Минстроя России), 119331 Москва, просп. Вернадского, 29

<sup>2</sup> Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, 117997 Москва, Стремянный пер., 36

<sup>3</sup> Фонд развития территорий, 115088 Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 5

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам регулирования безопасной эксплуатации объектов гражданского строительства и жилищно-коммунального хозяйства на этапах их жизненного цикла. Рассмотрены мероприятия, формирующие условия для безопасного и устойчивого пространственного развития территорий России, предусмотренные стратегией развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства. Проанализированы законодательная и нормативно-техническая базы регулирования безопасности строительных объектов и выполнен анализ исполнительной документации по эксплуатации жилых домов. Представлены инструменты управления безопасностью объекта на этапах жизненного цикла, основанные на паспортизации объектов с использованием цифрового информационного моделирования. На основе существующих требований и установившейся практики разработана предварительная форма единого цифрового паспорта строительного объекта, подготовлены рекомендации по систематизации правовой и нормативной базы в сфере градостроительной деятельности. Даны предложения по обеспечению безопасности при эксплуатации объектов гражданского строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в том числе на сейсмически активных территориях.

**Ключевые слова:** гражданское строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, безопасная эксплуатация объектов, системы мониторинга и контроля, единый цифровой паспорт строительного объекта

**Для цитирования:** Гурьев В. В., Дмитриев А. Н., Акбиев Р. Т., Булыкин В. И., Морозова Т. В. О порядке цифрового регулирования безопасной эксплуатации объектов гражданского строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 6. С. ?? – ??. doi: 10.33622/0869-7019.2023.06.??-??

## ABOUT THE PROCEDURE FOR DIGITAL REGULATION OF SAFE OPERATION OF CIVIL CONSTRUCTION

**Vladimir V. GURYEV**<sup>1</sup>, 89150902767@mail.ru

**Alexander N. DMITRIEV**<sup>2</sup>, alexander.dmitriev@inbox.ru

**Rustam T. AKBIEV**<sup>1</sup>, akbi.rust@gmail.com

**Vladislav I. BULYKIN**<sup>3</sup>, vi.bulykin@fondrt.ru

**Tatiana V. MOROZOVA**<sup>1</sup>, t.morozova@cniipminstroy.ru

<sup>1</sup> Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, prosp. Vernadskogo, 29, Moscow 119331, Russian Federation

<sup>2</sup> Plekhanov Russian University of Economics, 117997 Moscow, Stremyany per., 36, Russian Federation

<sup>3</sup> Fund for the Development of Territories, ul. Sharikopodshipnikovskaya, 5, Moscow 115088, Russian Federation

**Abstract.** The article is devoted to the regulation of the safe operation of civil construction and housing and communal services facilities at the stages of their life cycle. The measures forming conditions for safe and sustainable spatial development of the territories of Russia, provided for by the strategy of development of the construction industry and housing and communal services, are considered. The legislative and regulatory and technical bases for regulating the

safety of construction facilities are analyzed and the analysis of the executive documentation for the operation of residential buildings is carried out. The article presents the tools for managing the safety of an object at the stages of its life cycle, based on the certification of objects using digital information modeling. Based on the existing requirements and established practice, a preliminary form of a single digital passport of a construction object has been developed, recommendations have been prepared for the systematization of the legal and regulatory framework in the field of urban planning. Proposals are made to ensure safety during the operation of civil construction and housing and communal services, including in seismically active territories.

**Keywords:** civil engineering, housing and communal services, safe operation of facilities, monitoring and control systems, a single digital passport of a construction object

**For citation:** Guryev V. V., Dmitriev A. N., Akbiev R. T., Bulykin V. I., Morozova T. V. About the procedure for digital regulation of safe operation of civil construction. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2023, no. 6, pp. ??–??. (In Russ.). doi: 10.33622/0869-7019.2023.06.??-??

## Введение

Стратегией развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) до 2030 г. с прогнозом до 2035 г. (далее — Стратегия) предусматривается регулирование этих секторов экономики в парадигме перехода на единую систему управления объектами капитального строительства (ОКС) на всем протяжении их жизненного цикла<sup>1</sup>. При этом строительство, обеспечивая воспроизводство основных фондов, а ЖКХ — сохранение, капитальный ремонт и их модернизацию, в совокупности формируют условия для безопасного и устойчивого пространственного развития территорий Российской Федерации.

Центральной тематикой в рамках Стратегии, требующей особого и постоянного внимания, мониторинга и соответствующего регулирования являются эксплуатируемые здания, определяющие жилищный фонд, структуру которого образуют многоэтажные здания массовой застройки типовых серий, а также дополняющие их объекты индивидуального жилищного строительства.

В конце 2020 г. общая площадь жилищного фонда в нашей стране составила 3,9 млрд м<sup>2</sup>, включая свыше 1 млн многоквартирных домов (МКД) площадью 2,9 млрд м<sup>2</sup>, в том числе до 50 % этого фонда составляют дома массовых серий 1950-х—1990-х

гг. постройки. Согласно Стратегии, намечено ежегодное проведение капитального ремонта МКД площадью не менее 170 млн м<sup>2</sup>, что превышает объемы ввода объектов нового строительства.

Особого внимания заслуживает безопасность объектов жилищно-гражданского строительства и ЖКХ на сейсмически активных территориях, на которых расположены 29 субъектов Российской Федерации, из них 27 — указаны в Перечне, утвержденном Постановлением правительства РФ от 30.12.2017 г. № 1710, а также Республика Крым и г. Севастополь. Здесь в большей степени риски связаны не с новым строительством, а с эксплуатируемым жилищным фондом, прежде всего со старой и постсоветской застройкой индустриального домостроения. Проблема заключается в сохранении сейсмостойкости объектов при эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла, поскольку их объем существенно выше по сравнению с новыми вводимыми объектами.

Согласно предварительной оценке в соответствии с Поручением президента РФ от 7 октября 2022 г. № Пр-1883, объем жилищного фонда, имеющего дефицит сейсмостойкости, составляет 143 млн м<sup>2</sup>, что в случае признания его не пригодным для проживания многократно (более

620 %) увеличит аварийный жилищный фонд страны [1].

Таким образом, масштаб и значимость проблем безопасной эксплуатации объектов жилищно-гражданского строительства и ЖКХ требуют проведения совокупности взаимоувязанных мероприятий, направленных на эффективное управление жилищным фондом, предупреждение перехода конструкций в ограниченно работоспособное или аварийное состояние, а также создание эффективных прозрачных механизмов и необходимых для этого инструментов, позволяющих контролировать и обеспечивать безопасность объектов на этапах жизненного цикла [2–5].

Между тем современная нормативно-техническая база, более чем на 95 % посвящена периоду проектирования и строительства, на котором закладываются свойства и параметры объектов, и не охватывает в должной мере самый продолжительный период жизненного цикла — эксплуатацию, где проявляются безопасность и эффективность принятых конструктивных решений. Согласно Стратегии по данным единой системы мониторинга и контроля на объектах ЖКХ ежемесячно происходит в среднем 6000 происшествий, поэтому должны быть разработаны надежные инструменты контроля технического состояния, своевременного проведения комплекса мероприятий по поддержанию жилищно-

<sup>1</sup> Распоряжение правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268-р.

го фонда в нормативном и работоспособном состоянии, увеличению сроков его эксплуатации и сокращению объема аварийного жилого фонда.

В этой связи цель работы — разработка подходов к обеспечению безопасной эксплуатации объектов жилищно-гражданского строительства и коммунального хозяйства на основе единого цифрового паспорта строительного объекта.

**Законодательная и нормативно-техническая базы регулирования безопасности строительных объектов и анализ исполнительной документации по эксплуатации жилых домов**

Регулирование отношений участников строительства и эксплуатации по обеспечению безопасности строительных объектов предусмотрено федеральными законами от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» и от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (далее — Технический регламент). В них установлены основные требования обеспечения безопасности зданий и сооружений при архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, эксплуатации и сносе ОКС. Однако обширный объем передаваемой документации при вводе объекта в эксплуатацию содержит информацию о безопасности в общем виде, без конкретных регламентов, сроков, способов эксплуатационных мероприятий, периодичности проведения капитального ремонта и т. д.

В постановлении правительства РФ от 13 августа 2006 г. № 491 «Об утверждении правил содержания общего имущества в многоквартирном доме...» установлено, что сведения о его составе и состоянии отражаются в технической документации, кото-

рая включает в себя помимо документов технического учета, проверок, осмотров, ремонтов и др. также инструкцию по эксплуатации многоквартирного дома. В ней даны рекомендации застройщика (подрядчика) по содержанию и ремонту общего имущества, срокам службы его отдельных частей, в том числе рекомендации проектировщиков, поставщиков строительных материалов и оборудования, субподрядчиков.

Во исполнение этого постановления приказом Минрегиона РФ от 1 июня 2007 г. № 45 утверждено Положение о разработке, передаче, пользовании и хранении инструкции по эксплуатации многоквартирного дома, в котором также в общем виде представлен перечень рекомендаций по эксплуатации помещений общего пользования, ограниченный только зданиями МКД без указания их срока службы.

Постановлением правительства РФ от 27 мая 2022 г. № 963 «О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов правительства Российской Федерации» (п. 3, разд.10) установлена обязанность проектировщиков и технического заказчика к разработке требований по обеспечению безопасной эксплуатации строительных объектов. К ним относятся способы проведения мероприятий по техническому обслуживанию, сведения о минимальной периодичности осуществления проверок, осмотров, мониторинга и освидетельствования состояния конструкций, о значениях эксплуатационных нагрузок на строительные конструкции и сети инженерно-технического обеспечения и др., которые входят в проектную документацию, в том числе в форме

цифровой информационной модели в составе сопроводительной документации при вводе объекта в эксплуатацию.

Анализ нормативно-технических документов, разработанных для этапов жизненного цикла в соответствии с требованиями Технического регламента, свидетельствует о подавляющем преимуществе документов самого короткого периода — «Проектирование и строительство». Он включает в себя более 400 сводов правил и свыше 1000 национальных стандартов, против периода «Эксплуатация», для которого разработаны только отдельные документы (24 ед.), не охватывающие всей номенклатуры функциональных элементов строительных объектов и всех стадий этого жизненного цикла. Практически отсутствуют документы, регламентирующие процесс сноса и утилизации зданий и сооружений [6, 7].

Так, в СП 68.13330.2017 «СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения» установлен порядок приемки в эксплуатацию законченных строительством и реконструированных ОКС производственного и непроизводственного назначения, а также комплектования, хранения и передачи исполнительной и эксплуатационной документации.

В СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» предусмотрено нормативное обеспечение разделов по эксплуатации Технического регламента с установлением общих требований к зданиям и сооружениям в условиях нормальной эксплуатации. Он не распространяется на их демонтаж и утилизацию, а также на особо опасные, технически сложные и линейные объекты. В составе документа предусматриваются следующие паспорта:

- на здание (сооружение) и участок;
- эксплуатационный, энергетический и санитарный паспорта;
- безопасности (в предусмотренных законодательством случаях);
- систем инженерно-технического обеспечения, системы общего мониторинга технического состояния несущих строительных конструкций.

Кроме того, в данный документ входит журнал эксплуатации здания (сооружения), а также информация об ограничениях его функционирования.

Рекомендуется техническую и эксплуатационную документацию длительного хранения корректировать по мере изменения технического состояния, переоценки основных фондов, проведения капитального ремонта или реконструкции и дублировать на магнитных носителях.

Общие требования по безопасной эксплуатации и ремонту, связанные с особенностями функционального назначения объектов, предусмотрены в СП 372.1325800, СП 368.1325800, СП 319.1325800, СП 306.1325800, СП 324.1325800, СП 307.1325800, СП 377.1325800 и др. Требования по сносу и демонтажу строительных объектов изложены в СП 325.1325800.

Эксплуатационные требования к конструктивным системам зданий и сооружений изложены в СП 304.1325800, СП 349.1325800, СП 497.1325800, СП 327.1325800, а к инженерным системам в СП 336.1325800, СП 347.1325800 и др.

В ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» предусмотрен порядок обследований и автоматизированный мониторинг эксплуатационных параметров, включаемых в паспорт здания (сооружения).

Приказом от 17 августа 2006 г.

№ 244 утверждена форма технического паспорта объекта индивидуального жилищного строительства и порядок его оформления организацией (органом) по учету объектов недвижимого имущества, в котором отсутствуют правила безопасной эксплуатации строительного объекта. По некоторым оценкам, данный документ имеется в наличии примерно в 70 % МКД в крупных населенных пунктах и порядка 50 % в малонаселенных, труднодоступных муниципальных образованиях. Однако содержащаяся в этом документе информация не позволяет объективно судить о техническом состоянии зданий и условиях их безопасной эксплуатации [8–10].

С точки зрения рассматриваемой проблемы показателен московский опыт массовой паспортизации жилых помещений (квартир) в многоквартирных домах-новостройках при сдаче их в эксплуатацию [11, 12], проведенной в соответствии с постановлениями от 10 февраля 1998 г. № 117 «Целевая комплексная программа паспортизации жилищного фонда Москвы», от 31 декабря 2006 г. № 59-ПП «О порядке проведения технической паспортизации жилых помещений (квартир) в городе Москве» и законом Москвы от 3 ноября 2004 г. № 66 «О паспортизации жилых помещений (квартир) в г. Москве».

Застройщик совместно с проектировщиком в составе проектно-сметной документации разрабатывает технические паспорта жилых помещений (квартир), которые при вводе объекта в эксплуатацию через управляющую организацию передаются собственникам помещений, обеспечивая при этом возможность управления имуществом [13, 14]. Следует отметить, что сюда также входит информация паспорта БТИ по учету объектов недвижимого имущества. В период

2002–2007 гг. было паспортизировано порядка 3000 многоквартирных домов-новостроек, что позволило в этих зданиях значительно сократить количество несанкционированных переустройств жилых помещений.

Таким образом, даже поверхностный анализ рассмотренных документов свидетельствует о том, что вопросы безопасности на стадии эксплуатации представлены не в полной мере. Сведения приведены либо в форме инструкций по эксплуатации, имеющих рекомендательный характер, либо в форме разнообразных паспортов, содержащих ограниченную информацию о техническом состоянии и эксплуатационных параметрах. Отсутствует детерминированная связь между проектными параметрами и регламентными сроками осмотров, обследований, ремонтов и других эксплуатационных мероприятий, связанных с долговечностью материалов, принятыми конструктивными решениями, типологическими особенностями объектов, их функциональным назначением и др.

После отмены обязательных для применения строительных норм и правил советского периода, якобы имевших избыточные требования и мешавших развитию рыночной экономики, был взят курс на либерализацию строительного нормирования, заимствованный из зарубежных моделей без учета компенсирующих страховых механизмов обеспечения безопасности, что привело за последние 12 лет в основном к их добровольному применению [15].

Многие представители строительного бизнеса восприняли это как возможность свободной трактовки требований норм, позволяющей экономить при проектировании и строительстве, что снижает надежность и качество строительных объектов, увеличи-



Рис. 1. Обрушение Басманного рынка в Москве



Рис. 2. Последствия пожара в здании ночного клуба (Пермь, 2009 г.)

вает эксплуатационные затраты и приводит к дополнительным рискам при обеспечении безопасности в период эксплуатации.

Как показывает практика, после передачи объекта в эксплуатацию в течение непродолжительного времени имеют место случаи, когда утрачивается сопроводительная документация, а ответственность за безопасную эксплуатацию зданий и сооружений возлагается на пользователя, не являющегося их разработчиком, что приводит к серьезным нарушениям и аварийным ситуациям.

Характерным примером является обрушение Басманного рынка в г. Москве в 2006 г. после 30-летней эксплуатации, вызванное коррозионным износом (до 50 %) отдельных элементов несущих конструкций оболочки, а также увеличением эксплуатационных нагрузок в результате внутреннего переустройства помещений и складирования большого количества товаров на консольном перекрытии (рис. 1).

Неправильная эксплуатация построенного в 1980-х гг. нежилого объекта в г. Перми, связанная с его перепрофилированием и изменением функционального назначения в совокупности с применением горючих отделочных материалов и несоблюдением требований пожарной безопас-

ности, привели к обрушению здания и массовой гибели людей при пожаре в 2009 г. (рис. 2).

Отсутствие у пользователей жилых помещений в многоквартирных домах эксплуатационных документов, устанавливающих в том числе ограничения и пределы безопасного переустройства помещений, провоцирует массовые несанкционированные перепланировки квартир с повреждением несущих конструкций, способствующих снижению механической безопасности здания в целом (рис. 3).

Таким образом, в нормативно-правовой и нормативно-технической базах представлены различные типы паспортов, содержащие наиболее общие требования по безопасной эксплуатации объектов. Однако в проектной документации, выполненной заказчиком в соответствии с этими требованиями и передаваемой при вводе его в эксплуатацию пользователю, отсутствует легитимный отдельный четкий документ по безопасной эксплуатации конкретного объекта единой формы, отражающий исходное техническое состояние и динамику его изменения в процессе эксплуатации, регламентные мероприятия со сроками и способами по поддержанию, капитальному ремонту и

т. д., а также сопровождающий объект на всех этапах жизненного цикла.

#### **Паспортизация объектов с использованием цифрового информационного моделирования**

Один из эффективных транспарентных механизмов управления безопасностью объекта — паспортизация самого здания и его частей, регистрирующая техническое состояние на протяжении всего жизненного цикла [16].

Паспортизация — это динамично развивающаяся многоцелевая информационно-техническая система сбора, обработки, накопления, хранения и прогноза изменения параметров объекта в виде документальной паспортной информации, позволяющей обеспечивать его безопасную эксплуатацию.

Анализ нормативно-технической базы показал, что необходима разработка нормативного документа в формате единого цифрового паспорта строительного объекта (ЕЦПСО), содержащего сведения о техническом состоянии объекта, проектных параметрах и их изменениях во времени, методах оценки этих параметров, способах поддержания, восстановления и ремонта, а также удовлетворяющего требованиям Технического регламента.



**Рис. 3.** Обрушение в результате вырубки проема в несущей стене жилого дома в процессе самовольной перепланировки, Санкт-Петербург (<https://soglas-proekt.ru/infoblog/Kamennooostrovskiy-57-samovolnaya-pereplanirovka/>)

Основа общих требований формирования ЕЦПСО — совокупность результатов проектирования и строительства, а также регламентов технической эксплуатации зданий и сооружений, представляющих собой комплекс мер, направленных на обеспечение безопасности, сохранности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений на протяжении их жизненного цикла [14].

В этой связи ЕЦПСО — это основной сводный документ объекта, содержащий как проектные параметры до ввода в эксплуатацию, так и правила мониторинга его безопасной эксплуатации, регламентные работы по сохранению объекта, организации надлежащего ухода за ним, постоянного технического контроля за его состоянием и т.д. Иными словами в ЕЦПСО присутствуют сведения об истории технического состояния объекта и проводимых мероприятиях по обеспечению его безопасности на всех этапах жизненного цикла в цифровом формате.

### **Предлагаемая форма и содержание ЕЦПСО**

#### Содержание

0 № государственной регистрации

0.1 Наименование уполномоченного регионального органа

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения

4 Обозначения и сокращения

5 Общие сведения о производителе объекта

5.1 Наименование организации заказчика

5.2 Наименование организации подрядчика

5.3 Наименование проектной организации

6 Общие сведения о пользователе объекта

6.1 Наименование эксплуатирующей организации

6.2 Принадлежность эксплуатирующей организации

7 Общие сведения об объекте

7.1 Наименование объекта

7.2 Назначение объекта

7.3 Вместимость, объем, площадь, масса и т.д.

7.4 Класс объекта (по ответственности, сейсмостойкости, энергоэффективности, степени огнестойкости и др.)

7.5 Год введения в эксплуатацию

7.6 Основные архитектурно-конструктивные характеристики

7.6.1 Площадка строительства

7.6.2 Основания и фундаменты

7.6.3 Несущие конструкции

7.6.4 Ограждающие конструкции и др.

7.6.5 Антисейсмические пояса и др.

8 Внутренние сети (электрические, тепловые, газовые и др.)

9 Инженерное оборудование (отопление, вентиляция и кондиционирование, водопровод, канализация, вертикальный транспорт и др.)

10 Противопожарное оборудование

11 Устройства и средства контроля механической безопасности

12 Устройства и средства контроля пожарной безопасности

13 Основные технико-эксплуатационные параметры

13.1 Энергопотребление (электрическое, тепловое, газовое и др.)

13.2 Водопотребление, канализация

13.3 Срок службы

13.4 Гарантийный срок службы

14. Правила безопасной эксплуатации

14.1 Обследование

14.2 Автоматизированный мониторинг

14.3 Обслуживание и ремонт, включая регламентные сроки их проведения по п.п.7.6.1-12

14.4 Перечень применяемых материалов и изделий

14.5 Машины и механизмы

14.6 Оборудование и инструменты

14.7 Техника безопасности при проведении работ

14.8 Ограничения и предупре-

ждения, обеспечивающие допустимые границы безопасной эксплуатации

15 Основные правила демонстража и утилизации объекта

15.1 Конструкции

15.2 Изделия, инженерное оборудование и прочее

15.3 Машины и механизмы

15.4 Техника безопасности

15.5 Охрана окружающей среды

Следует отметить, что с переходом на технологию цифрового информационного моделирования (ЦИМ) для этапа эксплуатации важно иметь не статичный документ на стадии сдачи объекта в эксплуатацию при завершении проектирования и строительства, а постоянно меняющуюся динамическую модель, отражающую изменение во времени его важнейших параметров [17].

#### Цифровой двойник как способ наполнения единого цифрового паспорта строительного объекта

С о г л а с н о СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве» исполнительная цифровая модель уровня эксплуатации содержит взаимосвязанные графические и атрибутивные данные, а именно: архитектурные, технические и технологические параметры объекта капитального строительства, включающие в себя регламенты и технологические карты технического обслуживания.

Полнота ЦИМ эксплуатации определяется требованиями к уровню проработки информационной модели и проверяется на соответствие обязательным и нормативным документам, в том числе Техническому регламенту и документам по эксплуатационному паспорту.

Итак, цифровая модель — неотъемлемая часть проектно-сметной документации, передаваемой застройщиком или техни-

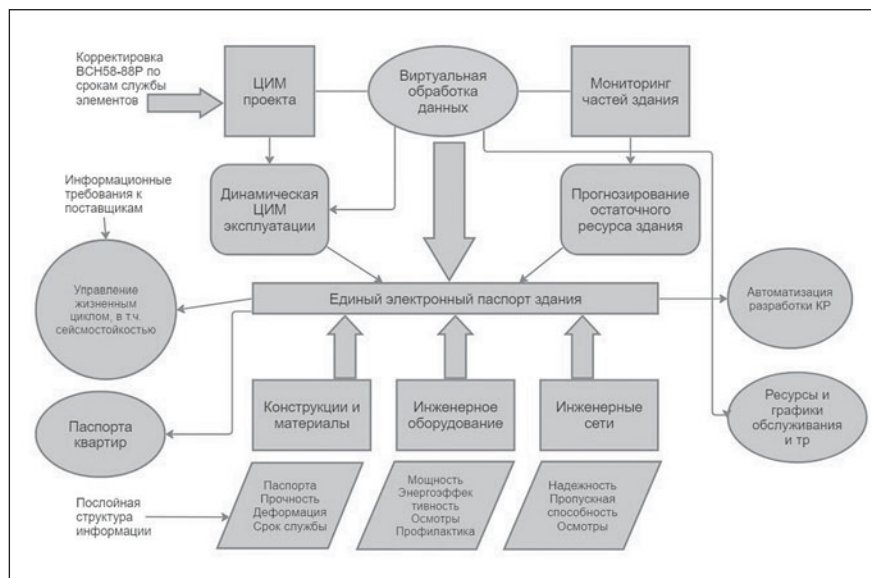


Рис. 4. Схема взаимодействия цифровой информационной модели и электронного паспорта объекта капитального строительства

ческим заказчиком после ввода объекта в эксплуатацию, в которой должны быть сведения о безопасной эксплуатации объекта, сведенные в цифровой эксплуатационный паспорт. Однако при эксплуатации она не может работать в режиме реального времени и появляется новая задача — перевести ее в динамическую форму и получать электронный паспорт в каждый момент времени, что обеспечивает цифровой двойник ОКС [18].

Согласно Стратегии, цифровой двойник ОКС — это синхронизированная цифровая копия объекта капитального строительства, представляющая собой виртуальную модель, воспроизводящую форму оригинального объекта и все характерные для такого оригинала процессы. Таким образом, это более высокий уровень информационного моделирования ОКС для эксплуатации в режиме реального времени. Однако единого нормативного подхода к определению структуры и задач цифрового двойника для строительства пока не сформировано.

Основные преимущества использования цифрового двойни-

ка в строительстве напрямую перекликаются с формированием «цифрового актива» объекта. Он получается на основе BIM-модели стадии LOD 500 «как построено» (asbuilt) или исполнительной модели. В дальнейшем эта модель становится динамическим цифровым двойником и изменяется вместе с реальным объектом благодаря многочисленным датчикам обратной связи и системам обслуживания и ремонта, а таких на жизненном цикле объекта капитального строительства много — текущие и планово-предупредительные, капитальные ремонты.

Таким образом, цифровой двойник в любой момент времени является виртуальной копией реального физического объекта и изменяется вместе с ним, изменяя и его паспортные характеристики. Для наполнения его послойной информацией по эксплуатационным характеристикам согласно паспортам и сертификатам элементов (конструкции, оборудование, детали и др.), в том числе по сроку службы или долговечности, периодичности обслуживания и ремонта, необходимо от поставщиков получать

соответствующую информацию в электронном виде, совместимую по интерфейсам с ЦИМ (рис. 4).

В сочетании с фактическими данными от датчиков и результатами обследований или автоматизированных систем мониторинга это даст прогностическую возможность предиктивного анализа остаточного ресурса и прогнозирования срока службы всего здания, а также своевременного принятия мер по сохранению работоспособного состояния объекта.

Помимо очевидных преимуществ использование цифровых двойников позволяет в виртуальном режиме тестировать различные архитектурные и инженерные решения. Например, прогностические функции цифрового двойника применяются для проверки пригодности новых материалов.

Единый цифровой паспорт должен разрабатываться в виде динамической цифровой информационной модели на основе концепции цифрового двойника объекта с послойным представлением информации по составляющим его отдельным элементам и инженерным системам, а в итоге и по зданию в целом.

#### Выводы

1. В составе сопроводительной документации при вводе объектов в эксплуатацию отсутствует документ единой формы по безопасной эксплуатации, отвечающий требованиям законодательства и нормативных документов, что снижает уровень безопасности и увеличивает риски аварийности на последующих этапах жизненного цикла объекта.

2. В рамках цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства России до 2030 г. (Распоряжение правительства РФ от 27 декабря 2021 г. № 3883-р), в целях повышения безопасности объектов на всех этапах жизненного цикла необходимо разработать и внедрить единый цифровой паспорт строительного объекта, содержащий сведения о его техническом состоянии, прогнозе изменения и проводимых мероприятиях по обеспечению безопасной эксплуатации.

3. Необходимо внести изменения в законодательные и нормативные акты, в том числе в Градостроительный кодекс и Технический регламент в части включения в состав проектно-сметной документации при вводе объектов в эксплуатацию ЕЦПСО. Кроме того, согласно постановлению правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» в раздел безопасной эксплуатации строительных объектов включить ЕЦПСО как самостоятельный документ.

4. В целях расширения применения технологии цифровых двойников при паспортизации объектов капитального строительства необходимо разработать национальный стандарт с единой терминологией и требованиями к структуре, аппаратным средствам автоматизированного мониторинга механической безопасности зданий и программному обеспечению для предиктивного анализа и моделирования изменения основных свойств объектов в процессе эксплуатации.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гурьев В. В., Дорофеев В. М., Акбиев Р. Т., Булыкин В. И. О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда на сейсмически активных территориях // Жилищное строительство. 2023. № 3. С. 50–61.
2. Гурьев В. В., Акбиев Р. Т., Гранев В. В. [и др.]. Цифровые технологии и контроль безопасности строительных объектов для комплексного устойчивого развития сейсмоопасных территорий // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2021. № 6 (55). С. 19–25.
3. Гурьев В. В., Дорофеев В. М., Лысов Д. А., Акбиев Р. Т. Основы мониторинга строительных объектов в период эксплуатации с использованием анализа изменения их динамических параметров // Academia. Архитектура и строительство. 2021. № 3. С. 89–100.
4. Травуш В. И., Гурьев В. В., Дмитриев А. Н. [и др.]. О концепции развития нормативно-технической базы строительных объектов в период их эксплуатации // Academia. Архитектура и строительство. 2021. № 1. С. 121–133.
5. Вильнер М. Я. О регулировании градостроительной деятельности в современной России // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 4 (980). С. 41–44.
6. Вильнер М. Я. Информационные основы совершенствования территориального планирования в Российской Федерации // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 1. С. 61–64.
7. Вильнер М. Я. О проблемах градостроительной безопасности // Градостроительство. 2013. № 1(23). С. 25–27.
8. Ресин В. И. Формирование динамической эксплуатационной модели для получения единого электронного паспорта здания на платформе «Цифрового двойника» и задачи развития ЦИМ // Материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 14 апреля 2023 г.). М. : РЭУ им. Г. В.Плеханова, 2023. С. 12–20.



9. Акбиев Р. Т., Могушков И. М., Морозова Т. В. Инженерный паспорт здания или сооружения для оценки сейсмостойкости и использования в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011. № 3. С. 59–62.
10. Пат. РФ на полезную модель № 10167. Инженерный паспорт для идентификации строительного объекта, отражения его технического содержания в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, оценки уровня энергетической эффективности, конструктивной безопасности и уязвимости к внешним воздействиям / Акбиев Р. Т. 2011. Оpubл. 27.01.2011.
11. Гурьев В. В., Сапрыкин П. В., Долгушина О. В. [и др.]. О паспортизации жилищного фонда в Москве // Промышленное и гражданское строительство. 2003. № 11. С. 38–40.
12. Смирнова Э. А., Чудновский Л. С., Лабезный П. В. [и др.]. О новых направлениях в развитии системы паспортизации жилых помещений многоквартирных домов // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 5. С. 28–31.
13. Пат. РФ № 2243341. Способ индивидуализации состояния возводимого или возведенного объекта жилищного фонда / Григорьев Ю. П., Гурьев В. В. [и др.]. 2004. Оpubл. 27.12.2004.
14. Вильнер М. Я. Проблемы градостроительной безопасности и территориального планирования // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2011. № 1. С. 29–33.
15. Вильнер М. Я., Левченко Е. С., Климов Д. В. [и др.]. Особенности проблем и мер обеспечения градостроительной безопасности в сейсмических районах // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2013. № 6. С. 19–22.
16. Десяткин А. Г., Марков Н. Н. Паспортизация и информационное обеспечение градостроительной деятельности // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2007. № 3. С. 42–47.
17. Могушков И. М. Технические методы идентификации градостроительных объектов и систем для обеспечения безопасности и защиты территорий // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2011. № 2. С. 52–55.
18. Акбиев Р. Т., Марков Н. Н. Методы идентификации объектов при решении задач паспортизации // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2007. № 4. С. 56–58.

## REFERENCES

1. Guryev V. V., Dorofeev V. M., Akbiev R. T., Bulykin V. I. On the criteria for the lack of seismic resistance in the operation of housing facilities in seismically active territories. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2023, no. 3, pp. 50–61. (In Russ.).
2. Guryev V. V., Akbiev R. T., Granev V. V. et al. Digital technologies and safety control of construction facilities for integrated sustainable development of earthquake-prone areas. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2021, no. 6 (55), pp. 19–25. (In Russ.).
3. Guryev V. V., Dorofeev V. M., Lysov D. A., Akbiev R. T. Fundamentals of monitoring of construction objects during operation using analysis of changes in their dynamic parameters. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*, 2021, no. 3, pp. 89–100. (In Russ.).
4. Travush V. I., Guryev V. V., Dmitriev A. N. et al. About the concept of development of the regulatory and technical base of construction objects during their operation. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*, 2021, no. 1, pp. 121–133. (In Russ.).
5. Vil'ner M. Ya. On the regulation of urban development in modern Russia. *BST: Byulleten' stroitel'noy tekhniki*, 2016, no. 4 (980), pp. 41–44. (In Russ.).
6. Vil'ner M. Ya. Information bases for improving territorial planning in the Russian Federation. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*, 2015, no. 1, pp. 61–64. (In Russ.).
7. Vil'ner M. Ya. About the problems of urban planning security. *Gradostroitel'stvo*, 2013, no. 1(23), pp. 25–27. (In Russ.).
8. Resin V. I. Formation of a dynamic operational model for obtaining a single electronic passport of a building on the "Digital Twin" platform and the tasks of CIM development. *Materialy VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference (Moscow, April 14, 2023)]. Moscow, REU im. G. V. Plekhanova Publ., 2023. Pp. 12–20. (In Russ.).
9. Akbiev R. T., Mogushkov I. M., Morozova T. V. Engineering passport of a building or structure for assessing earthquake resistance and use in information systems for urban planning activities. *Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2011, no. 3, pp. 59–62. (In Russ.).
10. Pat. RF No. 10167. Engineering passport for identification of a construction object, reflection of its technical content in information systems for urban planning, assessment of the level of energy efficiency, structural safety and vulnerability to external influences. Akbiev R. T. 2011. Publ. 27.01.2011. (In Russ.).
11. Guryev V. V., Saprykin P. V., Dolgushina O. V. et al. About certification of housing stock in Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2003, no. 11, pp. 38–40. (In Russ.).
12. Smirnova E. A., Cuudnovskiy L. S., Labeznyi P. V. et al. About new directions in the development of the system of certification of residential premises of apartment buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2007, no. 5, pp. 28–31. (In Russ.).
13. Pat. RF No. 2243341. The method of individualization of the state of the housing stock being built or erected. Grigor'ev Yu. P., Gur'ev V. V. et al. 2004. Publ. 27.12.2004. (In Russ.).
14. Vil'ner M. Ya. Problems of urban security and territorial planning. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2011, no. 1, pp. 29–33. (In Russ.).

15. Vil'ner M. Ya., Levchenko E. S., Klimov D. V. et al. Features of problems and measures to ensure urban security in seismic areas. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2013, no. 6, pp. 19–22. (In Russ.).
16. Desyatkin A. G., Markov N. N. Certification and information support of urban development activities. *Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2007, no. 3, pp. 42–47. (In Russ.).
17. Mogushkov I. M. Technical methods of identification of urban development facilities and systems to ensure the safety and protection of territories. *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2011, no. 2, pp. 52–55. (In Russ.).
18. Akbiev R. T., Markov N. N. Methods of identification of objects in solving problems of certification. *Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy*, 2007, no. 4, pp. 56–58. (In Russ.). ■