



Научная статья

УДК 69.059.22

ГРНТИ: 67 Строительство и архитектура

ВАК: 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения; 2.1.9. Строительная механика

doi:10.51608/26867818_2023_2_24

**ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ
В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

© Авторы 2023
SPIN: 2407-1795
AuthorID: 270310

БАТЫРЕВ Константин Григорьевич
кандидат физико-механических наук, доцент кафедры ССМиК
Тульский государственный университет
(Россия, Тула, e-mail: konstantinbatyrev@yandex.ru)

SPIN: 6011-8919
AuthorID: 640967
ORCID: 0000-0003-4726-2203
ResearcherID: HME-0907-2023

ЧИГИНСКИЙ Дмитрий Сергеевич
кандидат технических наук, главный инженер проектов
ООО «Строительное Проектирование»
(Россия, Тула, e-mail: dmitriy@chiginskiy.ru)

Аннотация. Проведен обзор нормативного регулирования обследования технического состояния зданий и сооружений. Выполнен анализ применения технологий информационного моделирования (ТИМ / BIM-технологий) и автоматизации при обследовании технического состояния зданий и сооружений.

Указано на отсутствие единого подхода к параметризации информации о дефектах и повреждениях строительных конструкций, а также отсутствие общепринятой классификации дефектов и повреждений, что приводит к сложностям на пути широкого внедрения технологий информационного моделирования на этапе обследования.

Предложен вариант классификации дефектов и повреждений металлических строительных конструкций, а также параметризации дефектов и повреждений несущих металлических конструкций, выявленных при обследовании технического состояния зданий и сооружений, на примере Autodesk Revit с возможностью автоматизированной подготовки схем расположения дефектов и составлением дефектных ведомостей, и требований к уровням проработки. Приводятся параметры семейств дефектов информационной модели и пример реализации.

Параметризация дефектов и повреждений строительных конструкций является основой для создания систематизированной библиотеки семейств, которая может быть использована при разработке информационных моделей и документации, подготавливаемой при обследовании технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений.

Ключевые слова: обследование зданий; металлические конструкции; строительные конструкции; дефекты и повреждения; ведомость дефектов; BIM-технологии; технологии информационного моделирования; семейства; безопасность объектов строительства

Для цитирования: Батырев К.Г., Чигинский Д.С. Параметризация дефектов металлических конструкций в рамках технологии информационного моделирования при обследовании зданий и сооружений // Эксперт: теория и практика. 2023. № 2 (21). С. 24-31. doi:10.51608/26867818_2023_2_24.



Original article

PARAMETERIZATION OF DEFECTS OF METAL STRUCTURES WITHIN THE FRAMEWORK OF INFORMATION MODELING TECHNOLOGY DURING INSPECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

© The Author(s) 2023

BATYREV Konstantin Grigoryevich

Candidate of Physical and Mechanical Sciences, Associate Professor of the Department
Tula State University
(Russia, Tula, e-mail: konstantinbatyrev@yandex.ru)

CHIGINSKIY Dmitry Sergeevich

Candidate of Technical Sciences, Chief Project Engineer
LLC "Construction Design"
(Russia, Tula, e-mail: dmitriy@chiginskiy.ru)

Abstract. A review of the regulatory regulation of the survey of the technical condition of buildings and structures is carried out. The analysis of the application of BIM and automation in the examination of the technical condition of buildings and structures is carried out.

It is pointed out that there is no unified approach to parameterization of information about defects and damages of building structures, as well as the absence of a generally accepted classification of defects and damages, which leads to difficulties in the way of widespread introduction of information modeling technologies during the survey.

A variant of classification of defects and damages of metallic building structures, as well as parameterization of defects and damages of load-bearing metal structures identified during the inspection of the technical condition of buildings and structures is proposed, using the example of Autodesk Revit with the possibility of automated preparation of defect location schemes and drawing up defect statements, and requirements for the load of development. The parameters of the families of defects of the information model and an example of implementation are given.

Parameterization of defects and damages of building structures is the basis for creating a systematized library of families, which can be used in the development of information models and documentation prepared during the inspection of the technical condition of building structures.

Keywords: structural investigations; metal structures; building structures; defects and damages; defect register; BIM technologies; building information modeling technologies; Autodesk Revit; families

For citation: Batyrev K.G., Chiginskiy D.S. Parameterization of defects of metal structures within the framework of information modeling technology during inspection of buildings and structures // Expert: theory and practice. 2023. № 2 (21). Pp. 24-31 (InRuss.). doi:10.51608/26867818_2023_2_24.

Введение

С января 2022 года использование технологий информационного моделирования (ТИМ / BIM-технологий) для всех объектов капитального строительства с государственным участием становится обязательным [1-2].

При этом, в исследовании [1] отмечается, что по-прежнему препятствием к внедрению и распространению технологий информационного моделирования являются такие проблемы как недостатки системы государственных стандартов реализации проектов с применением ТИМ и недостатки нормативной базы.

Цифровая информационная модель (ЦИМ), согласно [3], – это объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов.

В частности, в [3] отсутствует какое-либо упоминание цифровой информационной модели (ЦИМ), получаемой в рамках выполнения работ по обследованию технического состояния зданий и сооружений, ни в виде отдельной стадии, ни в рамках описания инженерных изысканий, реконструкции или эксплуатации.

Согласно [4] обследование зданий (сооружений) выполняется регулярно или при обнаружении значительных дефектов и повреждений (при эксплуатации), или при изменении технологического назначения здания (при реконструкции). При этом, существенный объем рассматриваемых в процессе обследования сведений и документальной информации для зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, как правило, представлен на бумажных носителях в виде разрозненных томов документации и редко в электронном виде.

Цифровая информационная модель, подготовленная на этапе обследования, может суще-



ственно отличаться от моделей, подготовленных на этапе проектирования в части типов наполняемый её данных [5], с учётом истории строительства и эксплуатации (перестройки и усиления).

В статье [6] проведён обзор исследований по теме BIM-технологий в России, рассмотрены предложения по использованию BIM при эксплуатации и обследовании зданий и сооружений и предлагается общий подход по реализации информационного моделирования для объектов обследования.

В статье 2010 года [7] отмечается, что при использовании классических методов работы (например, как предлагается в [8-10]) информация о дефектах упрощается, сжимается и обрабатывается в инженерных отчетах для удобства обозрения и принятия решений, но «вшивание» её в BIM-модель может быть крайне трудоемким и неэффективным – по крайней мере, на сегодняшнем этапе развития BIM.

В классификаторе [8] таблица включает в себя параметры: Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов; Классификация дефектов по ГОСТ 15467-79; Методы определения дефектов.

В пособии [9] привязка дефектов выполнена к способам восстановления (усиления) типов строительных конструкций зданий (сооружений) и включают в себя следующие параметры: материал и тип строительной конструкции; категория технического состояния; характер повреждения или вид разрушения; значение контролируемого параметра; требуемые мероприятия.

Рекомендации [10] фактически содержат перечисление вариантов признаков воздействий (силовых и внешней среды), которые могут свидетельствовать о состоянии конструкций.

В пособии [11] реализуется подход, заключающийся в привязке дефектов к периоду появления (проектирование, строительство, эксплуатация) и типам строительных конструкций.

В действующем ГОСТ [4] приводятся классификации дефектов в зависимости от типа конструкций и включает виды дефектов, возможные причины их появления и возможные последствия.

При этом, в [7] указано, что для достаточно большого объекта информация об имеющихся дефектах может иметь огромный объем, что как раз проявляет потенциал к систематизации информации о дефектах и исследованию способов их автоматизированной обработки.

В работах [12-13] сформулирована идея использования BIM-технологий для накопления разрозненных (фрагментарных) сведений об объекте обследования, а также предложены «BIM uses» – задачи внедрения BIM в рамках обследования и уровни проработки информационной модели LOD (Load of Development).

В работе [5] выполнена проработка схемы взаимодействия обследователя с BIM-моделью в течение всего процесса обследования от получения задания до передачи результатов проектировщику в форме BIM-модели.

В работах [14-15] авторами рассмотрены некоторые задачи накопления сведений, получаемых в процессе обследования (в составе информационной модели здания или сооружения), в части моделирования дефектов строительных конструкций и автоматизированного формирования ведомостей дефектов на основе программного комплекса Tekla Structures и Autodesk Revit.

В статье [16] приведён вариант применения BIM-технологий при обследовании промышленного здания, однако, в предложенном исполнении, реализация моделирования дефектов может быть отнесена не к информационному, а только к трёхмерному моделированию.

При этом, в настоящее время уже имеются примеры автоматизированной обработки информационной модели при обследовании зданий и сооружений, так в работе [17] представлен поэтапный алгоритм расчета остаточного ресурса с использованием визуального программирования Dynamo в Revit.

Таким образом, задачи информационного моделирования дефектов строительных конструкций зданий (сооружений) являются актуальными как в научном, так и в прикладном плане.

Методология

Целью работы является систематизация актуальных сведений и описание подхода к использованию инструментов BIM-технологий для моделирования дефектов и повреждений (далее – дефектов), выявленных при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений на примере несущих металлических конструкций.

В рамках работы были поставлены следующие задачи:

- классификация дефектов несущих металлических конструкций;
- описание параметров дефектов строительных конструкций;
- моделирование дефектов и представление дефектных ведомостей.

Для решения поставленных задач использован сравнительный метод исследования, при котором имеющиеся представления и проработанные подходы к классификации дефектов и использованию инструментов BIM-технологий для моделирования строительных конструкций зданий и сооружений, выработанные и апробированные для стадий подготовки проектной документации, переносятся, дополняются и видоизменяются.

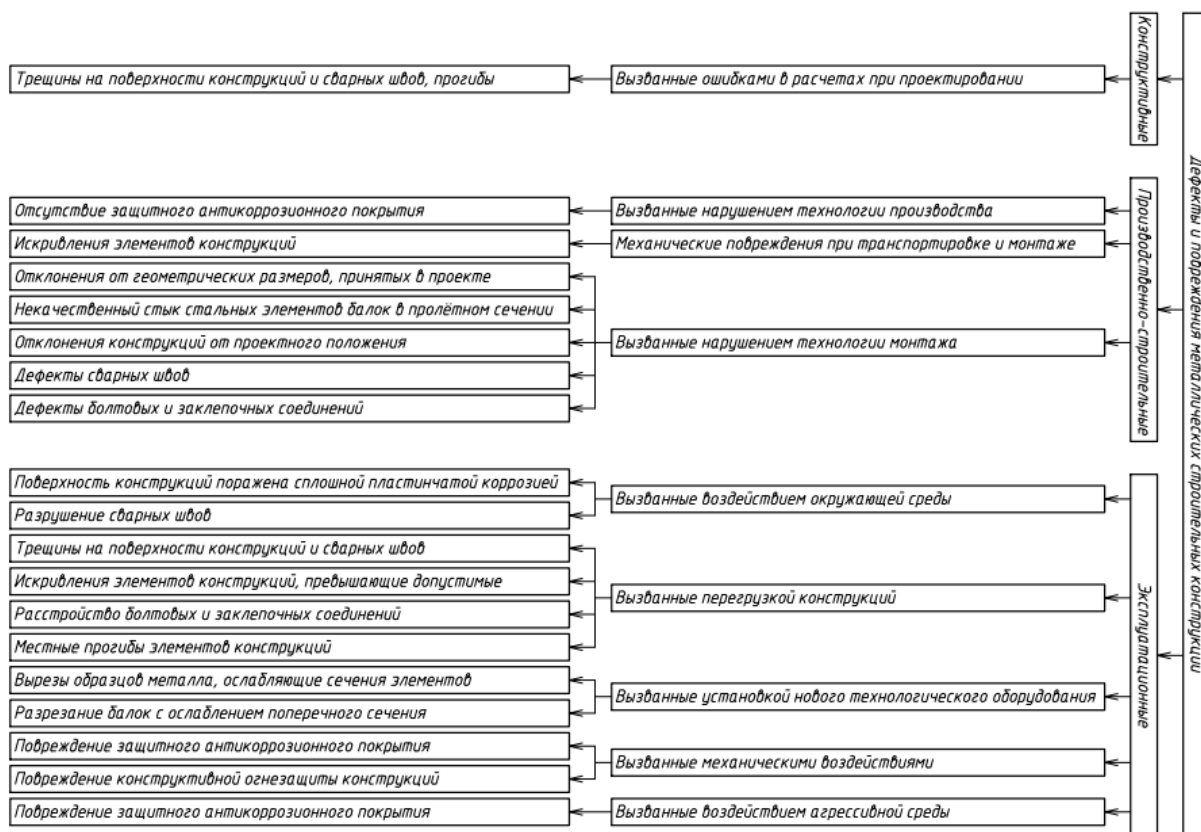


Рисунок 1 – Классификация дефектов несущих металлических конструкций

Моделирование дефектов строительных конструкций выполняется с помощью распространённого программного обеспечения Autodesk Revit 2022 посредством элементов, которые называются «Семейства», содержащих один дефект или группу дефектов и сохраняющих все их необходимые параметры. Создание семейств дефектов выполняется на основе шаблонов загружаемых семейств «Метрическая система, типовая модель» и «Метрическая система, типовая модель на основе грани». Для моделирования дефектов используется встроенный инструмент «Редактор семейств».

Результаты

Предлагается классификация дефектов и повреждений (далее – дефектов) металлических конструкций по ряду признаков. На рисунке 1 предложен вариант такой классификации, которая может быть использована для их последующего информационного моделирования.

При моделировании дефектов, семействам назначаются атрибуты, которые в свою очередь обладают определенным типом данных и подразделяются на параметры типа или параметры экземпляра (см. таблицу 1).

Тип атрибута для каждого параметра назначен в соответствии с работой [18].

В столбце «Формула» приводится формула, по которой рассчитывается данный параметр либо дается указание на то, что данные вводятся вручную. Также в таблице 1 указано какие параметры являются параметрами типа, а какие параметрами экземпляра.

Проработка дефектов строительных конструкций, с точки зрения информационного наполнения, отличается в зависимости от этапа обследования (таблица 2) и может относиться к соответствующему уровню проработки LOD.

Именование Марки осуществляется согласно следующей схеме: Д <Поле1>.<Поле2>, где: Д – дефект (сокращенно); Поле1 – тип конструкции (например, 1 – колонны, 2 – балки); Поле2 – номер по порядку дефекта или повреждения для каждой группы.

Моделирование поверхностных дефектов выполнено по аналогии со [15] и представлено на рисунке 2 в виде окна параметров типоразмера.

Для хранения специального вида параметров в Revit – «общих» параметров, может быть применён Файл общих параметров (ФОП).



Таблица 1 – Параметры дефектов несущих металлических конструкций

Описание дефекта	Наименование атрибута	Тип атрибута	Формула, единица измерения	Тип	Экземпляр
Группа: поверхностные Отсутствие защитного антикоррозионного покрытия, поверхность конструкций поражена сплошной пластинчатой коррозией с потерей металла до 1%. Повреждение защитного антикоррозионного покрытия, поверхность конструкций поражена сплошной пластинчатой коррозией с потерей металла до 1%. Повреждение конструктивной огнезащиты металлических конструкций.	Длина	Длина	Вводится, мм		+
	Ширина	Длина	Вводится, мм		+
	Толщина покрытия	Длина	Вводится, мм		+
	Площадь	Площадь	=Длина×Ширина		+
	Изменение цвета	Текст	Вводится		+
	Растрескивание	Булевый	Вводится		+
	Отслаивание	Булевый	Вводится		+
	Коррозия	Булевый	Вводится		+
	Наименование	Текст	Вводится		+
	Марка дефекта	Текст	Вводится		+
	Нормативн. документы	Текст	Вводится		+
	Методы устранения	Текст	Вводится		+
	Группа: трещины Трещины на поверхности металлических конструкций и сварных швов.	Протяженность	Длина	Вводится, мм	
Ширина раскрытия		Длина	Вводится, мм		+
Глубина		Длина	Вводится, мм		+
Наименование		Текст	Вводится		+
Марка дефекта		Текст	Вводится		+
Нормативн. документы		Текст	Вводится		+
Методы устранения		Текст	Вводится		+

Таблица 2 – Требования к уровням проработки дефектов

Элемент	Предварительное (визуальное); LOD 300	Детальное (инструментальное); LOD 400
Дефект (повреждение)	Маркировка, Положение, Наименование, Характеристики, Нормативные документы, Методы устранения	Маркировка, Положение, Наименование, Характеристики, Нормативные документы, Размеры, Площадь, Методы устранения

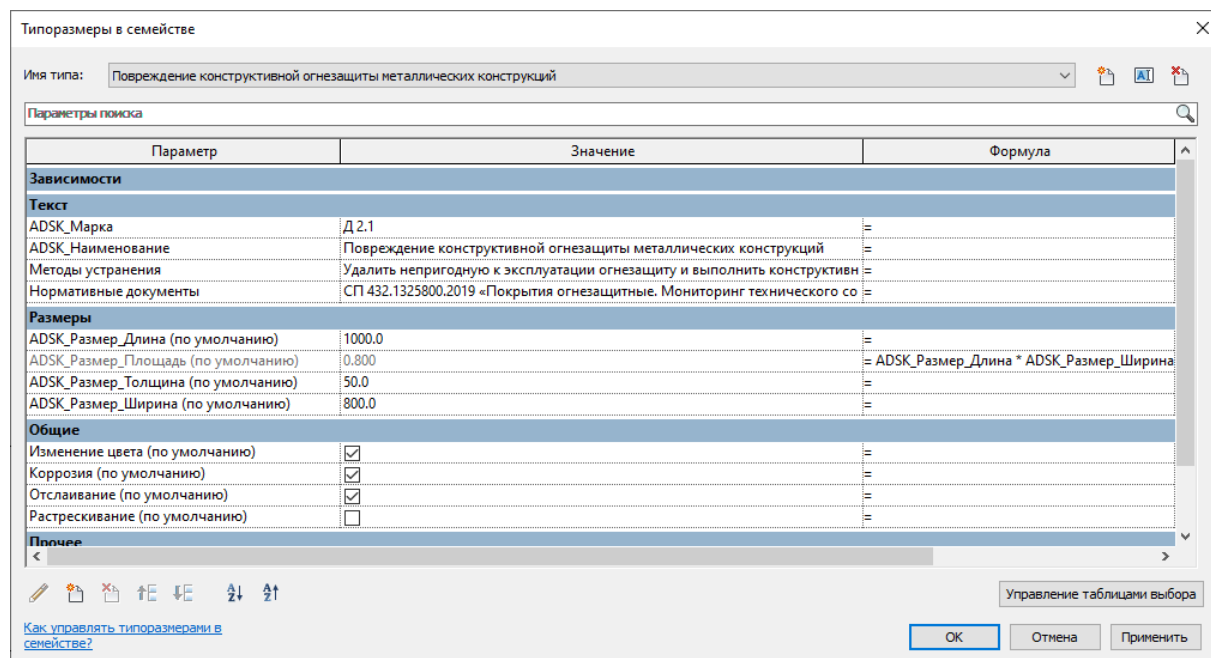


Рисунок 2 – Параметры типоразмера семейства дефектов

После информационного моделирования дефектов строительных конструкций обследуемого здания или сооружения создается дефектная ведомость. Данная ведомость, приведенная в таблице 3, составлена по информационной модели в программном комплексе Autodesk Revit.

После информационного моделирования дефектов строительных конструкций обследуемого здания или сооружения создается дефектная ведомость. Данная ведомость, приведенная в таблице 3, составлена по информационной модели в программном комплексе Autodesk Revit.



Таблица 3 – Пример оформления дефектной ведомости

Марка	Наименование	Методы устранения	Ед. изм.	Площадь
Д1.1	Повреждение конструктивной огнезащиты металлических конструкций	Удалить непригодную к эксплуатации огнезащиту и выполнить конструктивную огнезащиту оштукатуриванием цементно-песчаным раствором	м ²	Число
Д1.2	Отсутствие защитного антикоррозионного покрытия. Поверхность конструкций поражена сплошной пластинчатой коррозией с потерей металла до 1%	Выполнить мероприятия по защите стальных конструкций от коррозии в соответствии с рекомендациями	м ²	Число
Д1.3	Вырез образца металла, ослабляющий сечение элемента, с потерей сечения до 5%	Ослабленные сечения усилить стальными накладками	м ²	Число
Д1.4	Трещина на поверхности металлических конструкций и сварных швов	Конструкция подлежит замене или усилению	м ²	Число
Д1.5	Повреждение защитного антикоррозионного покрытия. Поверхность конструкций поражена сплошной пластинчатой коррозией с потерей металла до 1%.	Выполнить мероприятия по защите стальных конструкций от коррозии согласно рекомендациям	м ²	Число

Обсуждение

Инструментарий моделирования дефектов и повреждений позволяет использовать преимущества BIM-технологий при составлении карт и ведомостей дефектов, обеспечивать автоматизированную обработку результатов обследования, выполнять подсчет объемов работ по восстановлению и усилению строительных конструкций.

Необходимо отметить, что семейство в Autodesk Revit или компонент – это, как правило, цифровой аналог (двойник) физического элемента (колонны, узла, закладной детали и т.д.) [19]. Предлагаемые семейства дефектов аналогично загружаются в информационную модель для того, чтобы их отдельные экземпляры располагались вблизи или на выбранных строительных конструкциях, отмечая тем самым положение дефектов в трехмерном пространстве и на соответствующем виде.

Достоинством Autodesk Revit является гибкий подход и широкие возможности для создания и модификации загружаемых (создаваемых пользователем) семейств.

Применение Файла общих параметров (ФОП) позволяет использовать семейства, в частности дефектов, разработанные разными специалистами. При этом они будут корректно собираться в ведомостях дефектов и спецификациях. В ФОП параметры хранятся в виде текста с разделителями, запись ведётся автоматически при создании параметра в интерфейсе Revit, при этом каждый параметр имеет уникальный идентификатор параметра – Globally Unique Identifier (GUID).

Следует отметить, что инструменты для моделирования дефектов строительных конструкций имеются у всех основных комплексов для BIM-моделирования. Так если в Autodesk Revit использу-

ются Семейства, то, например, в Renga Structure – это Стили, в Graphisoft ArchiCAD – это GDL-объекты, в AVEVA PDMS/E3D Design – Каталоги, Bentley AECOSim Building Designer – Элементы, в Tekla Structures – Компоненты.

Модель здания (сооружения) с информацией о дефектах и повреждениях может быть использована для наглядного представления заказчику, смежным исполнителям и подрядчикам посредством программных комплексов типа Autodesk Navisworks и Solibri или программ визуализации моделей IFC типа BIMvision.

Можно отметить, что использование BIM-технологий при обследовании зданий и сооружений имеет потенциал для дальнейшего расширения как в нормативной части, так и в части программной реализации, а технологии информационного моделирования зданий и сооружений, кроме проектирования, обладают необходимым инструментарием для формирования моделей и обработки накопленной информации, а таблицы параметров моделируемых дефектов повышают удобство их моделирования.

Заключение

В работе выполнена систематизация сведений и составлена классификация дефектов и повреждений несущих металлических конструкций зданий и сооружений, сформулировано описание подхода к использованию инструментов BIM-технологий при моделировании дефектов и повреждениях; выполнено моделирование семейств дефектов и повреждений и предложен вариант автоматизированного составления дефектных ведомостей с помощью инструментария спецификаций Autodesk Revit 2022.

При этом предложенный вариант решения послужит основой для создания систематизирован-



ной библиотеки семейств (компонентов) дефектов и повреждений, которая может быть использована при разработке информационных моделей и документации, подготавливаемой при обследовании технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений.

Библиографический список

1. Отчёт «Результаты исследования проблем внедрения технологий информационного моделирования в инвестиционно-строительных проектах российских компаний». – М.: ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022. – URL: https://mgsu.ru/news/2022/Otchet_rez_issled_problem_TI_M.pdf (дата обращения: 14.02.2023).

2. Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства: Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103100026> (дата обращения: 14.02.2023).

3. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». – М.: Минстрой России, 2020.

4. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: Межгосударственный стандарт: издание официальное: введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1984-ст: введен впервые: дата введения 2019-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2014. – Текст: непосредственный.

5. Чигинский, Д. С. Применение BIM-технологий при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений / Applying BIM technologies to the survey of buildings and structures / Д. С. Чигинский, Г. В. Валеев // Материалы IV Международной научно-практической конференции / под общ. ред. А. А. Семенова. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. – с. 248–254. – DOI 10.23968/BIMAC.2021.032.

6. Мишуренко, Н. А. Состояние внедрения BIM-технологий в области обследования зданий и сооружений в России / Н. А. Мишуренко // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы V Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 20–22 апреля 2022 года / Под общей редакцией А.А. Семенова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 233–238. – DOI 10.23968/BIMAC.2022.029.

7. Бауск А. Е. Менее оптимистичный взгляд на BIM // isicad.ru: электронный журнал. – URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14092 (дата обращения: 14.02.2023). – Дата публикации: 11.11.2010.

8. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов: дата введения 1993-11-17. – М.: ГОССТРОЙ России, 1993. – 95 с.

9. Пособие по практическому выявлению пригодности к восстановлению поврежденных строительных конструкций зданий и сооружений и способам их оперативного усиления. – М.: ЦНИИпромзданий, 1996. – 97 с.

10. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. – М.: ЦНИИпромзданий, 2001. – 99 с.

11. Касимов Р. Г. Дефекты и повреждения строительных конструкций, методы и приборы для их количественной и качественной оценки: Учебное пособие / Р. Г. Касимов. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 109 с. – ISBN 978-5-7410-1806-4.

12. Чигинский, Д. С. Информационное моделирование сооружений при обследовании и усилении / Д. С. Чигинский // Сборник материалов XVII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности» (28-30 июня 2016 г.). – Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – с. 230–231.

13. Злобин, С. Ф. Опыт применения BIM-технологий при обследовании и проектировании / С. Ф. Злобин, Д. С. Чигинский // Сборник материалов XX Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и архитектуры» (28-29 июня 2019 г.). – Тула: Изд-во ТулГУ, 2019. – с. 124–126.

14. Валеев, Г. В. К задаче о наполнении информационных моделей обследуемых зданий и сооружений данными о дефектах строительных конструкций / Г. В. Валеев, Д. С. Чигинский // Сборник материалов XXII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии» (28-29 июня 2021 г.). – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – с. 45-48.

15. Валеев Г. В. Использование инструментов BIM-технологий для моделирования дефектов и повреждений, выявленных при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений / Г. В. Валеев, Д. С. Чигинский // Сборник научных трудов 17-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». – Тула-Минск-Донецк: ТулГУ, 2021. – С. 125–130. – ISBN 978-5-7679-4932-8.

16. Беркетов В. П. Применение BIM-технологий при проведении технического обследования зданий и сооружений // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы II Международной научно-практической конференции [15–17 мая 2019 года]; СПбГАСУ. – Санкт-Петербург, 2019. – URL: https://www.spbgasu.ru/upload-files/nauchinnovaz/sbornik_trudov/Материалы_II_международной_НПК_V.pdf (дата обращения: 14.02.2023). – Текст: электронный. – DOI: 10.23968/BIMAC.2019.

17. Черных, А. Г. Расчет остаточного ресурса строительных конструкций по модифицированному методу с применением средства визуального программирования Dynamo / А. Г. Черных, Д. И. Корольков, А. С. Пакина // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 21–23 апреля 2021 года / Под общей редакцией А.А. Семенова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-стро-



ительный университет, 2021. – С. 408-418. – DOI 10.23968/ВІМАС.2021.051. – URL: https://www.spbexp.ru/upload/iblock/6c4/d7x16e4y4fk49oj_2022.pdf (дата обращения: 14.02.2023).

18. Требования к цифровым информационным моделям объектов капитального строительства, представляемым для проведения экспертизы / СПб ГАУ «ЦГЭ». – Санкт-Петербург, 2022. – Текст: электронный. – URL: <https://www.spbexp.ru/upload/iblock/6c4/d7x16e4y4fk49oj>

19. СП 328.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели». – М.: Минстрой России, 2020.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Статья поступила в редакцию 21.02.2023; одобрена после рецензирования 30.03.2023; принята к публикации 15.05.2023.

The authors declare no conflicts of interests. The authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The article was submitted 21.02.2023; approved after reviewing 30.03.2023; accepted for publication 15.05.2023.