

ISSN 1997-0935 (Print)
ISSN 2304-6600 (Online)
vestnikmgsu.ru

ВЕСТНИК МГСУ

Научно-технический журнал
по строительству и архитектуре

Том 15 Выпуск 6/2020
Vol. 15 Issue 6/2020

VESTNIK MGSU

Monthly Journal on Construction
and Architecture

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 004.9:69

DOI:10.22227/1997-0935.2020.6.867-906

Разработка структуры и состава классификатора строительной информации для применения BIM-технологий

В.А. Волкодав, И.А. Волкодав

*Научно-инженерный центр цифровизации и проектирования в строительстве (НИЦ ЦПС);
г. Санкт-Петербург, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Необходимость внедрения BIM-технологий в процессы управления жизненным циклом (ЖЦ) объектов капитального строительства отмечена в поручении Президента Российской Федерации ПР-1235 от 19.07.2018 г. Определения информационной модели объекта капитального строительства и классификатора строительной информации (КСИ) законодательно закреплены в 2019 г. в Градостроительном кодексе РФ Федеральным законом от 27.06.2019 г. №151-ФЗ. Мировая практика свидетельствует о применении различных систем КСИ, критический анализ которых позволяет выделить основные требования к российскому КСИ, обосновать его структуру и состав.

Материалы и методы. Рассмотрены международные системы классификации строительной информации, нашедшие широкое практическое применение в области строительства: OmniClass (США), Uniclass 2015 (Великобритания), CCS (Дания) и CoClass (Швеция). Произведен анализ структур, состава, методологических основ рассмотренных классификационных систем. Проанализированы существующие российские классификаторы и международные классификационные системы в области строительства.

Результаты. Принимая во внимание анализ и обобщение мировой практики классификации строительной информации, разработана структура КСИ, адаптированная для задач применения технологий информационного моделирования объектов капитального строительства с учетом особенностей национальной базы нормативно-технической документации в строительстве. В качестве основы КСИ принята структура, рекомендуемая стандартом ISO 12006-2:2015. При разработке состава классификатора учтены требования по объединению и унификации существующих национальных классификаторов и опыт разработки и эксплуатации существующих в строительной отрасли классификационных систем. Предложена структура КСИ, состоящая из четырех базовых категорий и 21 базового класса.

Выводы. Классификатор строительной информации в предложенной структуре и составе обеспечивает формирование единого и универсального языка представления строительной информации в рамках единого информационного пространства строительной отрасли и единого стандартизированного формата представления содержания данных информационных моделей для задач управления ЖЦ объектов капитального строительства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: классификатор строительной информации, информационное моделирование, информационная модель объекта капитального строительства, структура классификатора строительной информации, состав классификатора строительной информации, классификационная система, управление жизненным циклом объекта капитального строительства, BIM

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Волкодав В.А., Волкодав И.А. Разработка структуры и состава классификатора строительной информации для применения BIM-технологий // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 6. С. 867–906. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.6.867-906

Development of the structure and composition of a building information classifier towards the application of BIM technologies

Vladimir A. Volkodav, Ivan A. Volkodav

*Scientific and Engineering Center for Digitalization and Design in Construction;
St. Petersburg, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. Various building information classification systems are used internationally; their critical analysis makes it possible to highlight basic requirements applicable to the Russian classifier and substantiate its structure and composition.

Materials and methods. Modern international building information classification systems, such as OmniClass (USA), Uniclass 2015 (UK), CCS (Denmark), and CoClass (Sweden), are considered in the article. Their structure, composition, methodological fundamentals are analyzed. In addition to international classification systems, Russian construction information classifiers are analyzed.

Results. The structure of a building information classifier has been developed and tailored to the needs of BIM (building information modeling) and national regulatory and technical requirements. The classifier's structure complies with the one recommended by ISO 12006-2:2015. Its composition has regard to the requirements that apply to the aggregation and uni-

fication of Russian classifiers, and it also benefits from the classifiers developed for and used by the construction industry. The proposed building information classifier has four basic categories and 21 basic classes.

Conclusions. The proposed structure and composition of a building information classifier represent a unified and universal tool for communicating building information or presenting it in the standardized format in the consolidated information space designated for information models needed to manage life cycles of major construction projects.

KEYWORDS: building information classifier, information modeling, information model of a major construction project, structure of a building information classifier, composition of a building information classifier, classification system, life cycle management, BIM

FOR CITATION: Volkodav V.A., Volkodav I.A. Development of the structure and composition of a building information classifier towards the application of BIM technologies. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2020; 15(6):867-906. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.6.867-906 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии, как область научных исследований и практической деятельности человека, в настоящее время — один из основных движущих факторов развития экономики и общества. Основная доля инновационных разработок и нововведений в области строительного проектирования за последние 20–30 лет связана с совершенствованием методов формирования, хранения и представления данных об объектах капитального строительства (ОКС), согласно концепции информационного моделирования зданий и сооружений (ВИМ) рассматриваемых как единый структурированный объект, получивший наименование «информационная модель» (ИМ) [1].

В России, наряду с зарубежными странами (такими как США, Великобритания, Дания, Германия, Финляндия и пр.), технологии информационного моделирования относятся к приоритетным направлениям инновационного развития строительной отрасли¹.

Реализация каждого инвестиционно-строительного проекта сопровождается большим количеством ассоциированных данных, генерируемых на протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ) объекта [2]. Процесс управления проектом (также, как и управление материальными активами) во многом является процессом управления данными проекта, что подразумевает хранение, извлечение, передачу и использование этих сведений всеми лицами, участвующими в реализации проекта. Возросшая роль ассоциированных проектных данных привела к тому, что они сами по себе стали активом, имеющим новую форму представления — цифровую.

Для полноценного взаимодействия всех участников процесса информационного обмена в строительной отрасли (изыскателей, проектировщиков, строителей, инвесторов и представителей эксплуатирующих организаций) необходим общий язык представления строительной информации, обеспе-

чить который должна единая система строительной классификации. Создание системы классификации строительной информации наряду с созданием общих терминологических основ ВИМ в России важно для формирования новых подходов к управлению ЖЦ ОКС [3]. Применение систем классификации делает возможным индексацию и структурирование всего массива данных инвестиционно-строительного проекта (ИСП), обеспечивая удобный доступ к ним и позволяя однозначно идентифицировать состав ИМ на каждом из этапов ЖЦ ОКС, что особенно важно в рамках процессов контроля реализации и управления рисками ИСП на различных этапах его ЖЦ [4].

Согласно работе [5], главной тенденцией развития инвестиционно-строительного процесса в условиях цифровой среды, формирующейся на технологической платформе ВИМ, является формирование механизмов углубленного сотрудничества участников ИСП на всех этапах ЖЦ объекта, что невозможно без использования единого и понятного языка передачи ассоциированной с проектом информации. Низкий уровень разработки правил классификации объектов, работ и ресурсов в строительстве и, как следствие, низкая совместимость форматов данных ограничивает использование ВИМ-технологий применительно к полному ЖЦ ОКС [6, 7].

Разработка национального классификатора строительной информации (КСИ) — первоочередной и базовый этап эффективного внедрения технологий информационного моделирования в строительстве на государственном уровне, обеспечивающий возможность государственного регулирования цифровых процессов в ходе реализации ИСП. Создание структуры КСИ и ее дальнейшее информационное наполнение — одни из основных мероприятий государственной стандартизации строительной отрасли².

Разработка и применение КСИ даст возможность формирования, распознавания и обработки кодов классификатора при помощи специализиро-

¹ Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: https://digital.ac.gov.ru/upload/iblock/219/NP_Cifrovaya_ekonomika.docx

² Профессиональное сообщество поддержало инициативу по созданию единой национальной системы классификации строительной информации. URL: <https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-construction/news-35667/>

ванных программных решений. Реализация машиночитаемого КСИ обеспечит строительную отрасль универсальным средством представления и передачи данных между всеми участниками ИСП, способствуя повышению эффективности и экономичности существующих бизнес-процессов на всех этапах ЖЦ ОКС.

Создание и применение строительных классификаторов — один из первоочередных вопросов подготовки к применению BIM-технологий, но в настоящий момент в отечественной практике отсутствуют всеобъемлющие (комплексные) классификаторы строительной информации, имеются лишь отдельные классификаторы ресурсов, машин, продукции, классификатор работ существует только в сметных расценках и нормах времени [8].

Очевидна также необходимость гармонизации разрабатываемого классификатора строительной информации с лучшими практиками международных классификационных систем и существующих стандартов³.

В рамках разработки структуры и состава КСИ для создания и ведения информационных моделей ОКС Научно-инженерным центром цифровизации и проектирования в строительстве (НИЦ ЦПС) исследована история возникновения и развития классификаторов строительной информации [9] и рассмотрены современные классификационные системы и международные стандарты. Мировая практика классификации строительной информации основана на применении ряда систем классификации, используемых в строительных отраслях различных стран мира. Наиболее эффективными являются следующие классификационные системы: OmniClass Construction Classification System (OCCS, США), Uniclass 2015 (Великобритания), CCS (Дания), CoClass (Швеция), MasterFormat (США), UniFormat (США), Talo 2000 (Финляндия), NS 3451&TFM (Норвегия). Развитие классификационных систем и BIM-технологий в указанных странах сопровождалось проведением активной государственной политики в части стандартизации и регламентирования применения BIM в строительстве [10].

Американская система классификации для строительной отрасли OCCS закреплена к использованию на уровне национальных стандартов в области технологий информационного моделирования в строительстве на территории Соединенных Штатов Америки⁴.

³ Владимир Якушев: «Россия ведет работу по гармонизации строительных стандартов». URL: https://www.faufcc.ru/about-us/news-55421/?sphrase_id=19905/

⁴ National BIM Standard — United States Version 3. National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance, 2015. URL : <https://nationalbimstandard.org/buildingSMART-alliance-Releases-NBIMS-US-Version-3/>

Основная цель разработки OmniClass — объединение и унификация существующих национальных классификационных систем, таких как MasterFormat (OmniClass, табл. 22 «Виды работ»), UniFormat (OmniClass, табл. 21 «Элементы»), разработанных объединением североамериканских некоммерческих ассоциаций Construction Specification Institute (CSI, США) и Construction Specifications Canada (CSC, Канада), а также EPIC (табл. 23 «Виды продукции»), в единую унифицированную систему классификации, построенную на методологических принципах стандарта ISO 12006-2⁵.

Согласно официальным данным разработчиков OmniClass⁶, при разработке данной классификационной системы авторы руководствовались следующими базовыми принципами:

- OmniClass является открытым стандартом с возможностью дальнейшего расширения (масштабирования), стандарт доступен для всех участников строительной отрасли;
 - все участники разработки OmniClass обладают полным объемом необходимой информации, их взаимодействие строится на принципах прозрачности всех процессов разработки и полной доступности информации;
 - разработка и совершенствование системы OmniClass осуществляется при условии вовлечения широкого круга представителей строительной отрасли;
 - участие в процессе разработки и развития OmniClass — добровольное и свободное для всех лиц, действительно заинтересованных в развитии и совершенствовании классификационной системы (КС);
 - процесс разработки и дальнейшего внедрения OmniClass должен управляться строительной отраслью в целом, а не каким-либо единственным участником или организацией;
 - система OmniClass ориентирована на терминологию и практику применения в Северной Америке;
 - OmniClass базируется на международных стандартах по классификации (ISO 12006-2:2001 и ISO 12006-3);
 - при развитии OmniClass учитывается практика разработки и применения существующих КС и любых иных исследований, возможных к применению для совершенствования системы OmniClass.
- Согласно принципам, заложенным в ISO 12006-2:2001, любая единица строительной инфор-

⁵ ISO 12006-2. Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification.

⁶ OmniClass. A strategy for Classifying the Built Environment. Introduction and User's Guide. Edition: 2.1. The Construction Specifications Institute, Inc. (CSI), 2019. URL : <https://www.csiresources.org/standards/omniclass/>

мации может быть отнесена к одной из трех базовых категорий: строительные ресурсы, строительные процессы или результаты процесса строительства. В свою очередь, базовые категории подразделяются на подкатегории, образуя систему уникальных классификационных таблиц (каждой подкатегории строительной информации соответствуют одна или несколько уникальных классификационных таблиц).

Классификационная система OmniClass практически полностью повторяет структуру и принципы классификации строительной информации, предлагаемые стандартом ISO 12006-2:2001, каждая из пятнадцати классификационных таблиц (КТ), представляющих отдельные уникальные категории строительной информации, может быть отнесена к одной из трех базовых категорий строительной информации:

- табл. 23, 33, 34, 35 и, в меньшей степени 36 и 41, относятся к категории строительных ресурсов;
- табл. 31 и 32 классифицируют строительные процессы, включая стадии ЖЦ объектов строительства;
- табл. 11–22 относятся к результатам строительного процесса.

Унифицированная классификационная система Uniclass 2015⁷ предназначена для всех секторов строительной отрасли Великобритании. Uniclass 2015 состоит из согласованных друг с другом классификационных таблиц, содержащих классы объектов строительной отрасли — от глобальных промышленных, гражданских и инфраструктурных строительных объектов до анкерных болтов и светодиодных ламп. Система Uniclass 2015 также применима для структурирования проектной информации и использования в САД-системах. Информация о проекте может использоваться на протяжении всего ЖЦ ОКС. Первоначальная работа по классификации велась над семью классификационными таблицами, которые описывали основные виды активов, необходимых для осуществления процесса строительства. Со временем были дополнительно разработаны классификационные таблицы по видам информации, управлению проектами и средствам выполнения строительно-монтажных работ.

Uniclass 2015 состоит из одиннадцати классификационных таблиц, каждая из которых представляет собой отдельную категорию строительной информации. Данные таблиц могут использоваться для выполнения различного рода задач, таких как составление сметной документации, получение объемов работ и прочих количественных и качественных показателей объекта классификации на всем протяжении его ЖЦ.

⁷ Delany S. What is Uniclass 2015? 2017. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015>

При выделении категорий строительной информации (наименования классификационных таблиц) учитывались типы отношений между элементами классификации⁷. Благодаря этой особенности применение КС Uniclass 2015 возможно, начиная с самых ранних этапов реализации инвестиционно-строительных проектов.

Методология классификации, заложенная в основе системы Uniclass 2015, аналогично OmniClass, базируется на принципах международного стандарта ISO 12006-2:2015, во многом повторяя структуру КСИ, предлагаемую стандартом ISO 12006-2:2015. Для классификации элементов применяется фасетный метод.

По результатам анализа классификационных таблиц систем OmniClass и Uniclass 2015 применительно к информационному моделированию автомобильных дорог в труде [11] сделан вывод о трех возможных путях выбора системы классификации для информационного моделирования дорог в России: использовать существующие классификаторы и «не изобретать велосипед»; разрабатывать свою систему классификации или разрабатывать общемировую систему классификации для всех строительных секторов в международной кооперации (в таком случае придется привести к единообразию и соответствующие методики строительства, используемые материалы и строительные нормы в целом). С учетом курса на гармонизацию российских стандартов с лучшими международными практиками третий путь также является реализуемым.

Классификационная система CoClass, разрабатываемая на территории Швеции, относится к классу систем, базирующихся на принципах классификации и управления информацией, заложенных в серии международных стандартов ISO/IEC 81346 [12].

Главная цель разработки CoClass — альтернатива для действующего, но устаревшего шведского КСИ BSAB-96, устранение ограничений в части охвата стадий ЖЦ (BSAB-96 применим для стадии проектирования и частично для строительства) и проблем совместимости с технологиями информационного моделирования и цифрового представления данных⁸.

Разработка CoClass является, прежде всего, инициативой государства, реализуемой в качестве первоочередных мер по сокращению затрат в строительном секторе. Согласно исследованиям Шведского строительного центра (AB Svensk Byggtjänst), отсутствие бесшовной технологии передачи данных (информация накапливается и передается во всей

⁸ CoClass — Nya generationen BSAB Klassifikation och tillämpning, Projekt BSAB 2.0, 2017. URL: <https://static.byggjant.se/coclass/pdf/Slutdokumentation-CoClass-v1.2-20161026.pdf> (шведск.).

своей полноте) на всех этапах ЖЦ объекта строительства приносит годовой убыток в размере 60 млрд шведских крон (до 400 млрд руб. в масштабах всей строительной отрасли Швеции)⁹.

По данным официального сайта⁸ проекта CoClass, авторы КС при ее разработке руководствуются следующими главными принципами:

- цифровой формат представления данных — КС должна разрабатываться и иметь применение исключительно в цифровом (электронном) виде для удобства в применении BIM-технологий;
- универсальность представления данных — КС должна охватывать все аспекты строительной информации (наименование системы CoClass, образованное посредством приставки «Co», как раз отражает принцип объединения, совместного использования и универсального подхода при представлении информации);
- использование на протяжении всего ЖЦ объекта строительства — КС должна иметь возможность равно эффективного применения на всех этапах (стадиях) ЖЦ объекта классификации;
- международный статус — КС должна базироваться на методологических принципах международных стандартов;
- простота модификации — КС должна быть гибкой и удобной с точки зрения возможностей будущего изменения и совершенствования.

Принципиальное отличие КС CoClass от многих существующих распространенных систем заключается в том, что система CoClass изначально разрабатывалась как универсальный язык цифрового общения между различными информационными системами. Система CoClass не имеет классической формы представления в бумажном или электронном виде (например, в форме электронных таблиц). Доступ к КС CoClass возможен либо посредством специализированного web-сервиса, который реализует функционал личного кабинета пользователя, либо на уровне программного взаимодействия (CoClass API).

Внутренняя структура КС представлена тремя категориями информации: OBJECTS (Объекты), PROPERTIES (Свойства) и ACTIVITIES (Деятельность). Информация по каждой категории сгруппирована в отдельные уникальные классификационные таблицы: семь таблиц для категории OBJECTS, одна таблица для PROPERTIES и одна таблица для ACTIVITIES.

Организацией, ответственной за внесение последних изменений и актуализацию нововведений, связанных с содержанием и структурой КС, является Шведский центр строительства (Swedish Building Centre).

⁹ CoClass — ett nytt digitalt språk som kan spara miljarder! Svensk Byggtjänst, 2018. URL : <https://youtu.be/WeOKJhsfTdl/> (swe.).

Система CoClass базируется на принципах ISO 12006-2:2015 и реализует практическую методологию классификации, сформированную в серии стандартов ISO/IEC 81346 [13]. Метод классификации элементов описываемой (строительной) системы фасетный, с фиксированным основанием классификации.

Система CCS (Cuneco Classification System) — датская КС, пришедшая на смену устаревшему DBK [14]. Разработкой данной системы классификации занимается специально созданный правительством Дании в 2011 г. Центр компетенций Cuneco. Результаты практического внедрения и использования КС имели большую практическую ценность и учитывались при пересмотре международного стандарта ISO 12006-2.

Цель КС CCS — стандартизация следующих предметных областей в строительстве [15]:

- классификация и идентификация элементов строительной системы;
- определение необходимых и достаточных уровней информации (LOI) классифицируемых объектов для различных стадий ЖЦ;
- формирование единых правил количественных оценок элементов строительной системы;
- определение необходимых атрибутов для элементов строительной системы.

Классификационная система CCS во многом схожа со шведской классификационной системой CoClass, включая форму представления. Содержание и структура CCS также не имеют классического представления посредством бумажного носителя или электронных таблиц, доступ к содержанию классификатора возможен через специализированный web-сервис или API.

Внутренняя структура КС формируется посредством шести основных категорий информации (Use of Construction Entities, Elements, Construction Aids, Construction Agents, Construction Product и Use of Spaces), каждая из которых представлена соответствующими КТ (одной и более).

При разработке КС организации CCS Cuneco руководствовалась положениями международного стандарта ISO 12006-2:2015.

Методология кодирования и классификации отдельных категорий строительной информации (КТ) хотя и базируется на принципах серии стандартов ISO/IEC 81346, но все же имеет ряд некоторых незначительных отличий [16]. Cuneco планирует в ближайшее время гармонизировать CCS с последней версией стандарта.

Примером отечественного классификатора в сфере строительства является Московская строительная система классификаторов (МССК)¹⁰. Ос-

¹⁰ Классификаторы для информационного моделирования. Описание системы. Редакция 4.0. М., 2019. URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/00_Opisanie_MSSK_40.pdf

новная цель МССК — обеспечение выполнения нормативных требований к цифровым моделям ОКС на этапе прохождения экспертизы проектной документации. Состав МССК в редакции 4.0 представлен тринадцатью КТ, разделенными на четыре категории (раздела): классификаторы цифровой модели местности, классификаторы цифровой модели объекта, классификаторы ресурсов, служебные классификаторы.

Московская система строительных классификаторов отличается детальностью и системным подходом при разработке системы классификации, однако ориентирована прежде всего на обеспечение процедуры прохождения экспертизы. Следствием данной специфики на данный момент является слабая возможность применения МССК на других стадиях ЖЦ строительных объектов. Тем не менее МССК может быть отнесена к референтным системам классификации, обладающим высоким потенциалом для последующей частичной имплементации данных в состав КСИ.

В содержательном обзоре международной нормативной базы в сфере BIM [17] отмечено, что внедрению BIM препятствует действующая нормативная база, не регламентирующая применение BIM-технологий во взаимодействии участников ИСП. Инициативное внедрение BIM-систем отдельными организациями не приводит к ощутимому синергетическому эффекту, достижение которого возможно только при вовлечении всех участников ИСП, включая государство.

В связи с этим и в контексте новой государственной политики по внедрению BIM¹¹ в 2019 г. во исполнение поручения Президента Российской Федерации ПР-1235 от 19.07.2018¹², установившего ряд приоритетных задач, направленных на модернизацию строительной отрасли и повышение качества строительства, Федеральным законом № 151-ФЗ от 27.06.2019¹³ в Градостроительный Кодекс РФ¹⁴ был внесен ряд важных поправок, направленных

на регламентирование применения технологий информационного моделирования в России. В частности, законом введены понятия информационной модели объекта капитального строительства и классификатора строительной информации — информационного ресурса, распределяющего информацию об ОКС и ассоциированную с ними информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другими признаками).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассмотрены международные системы классификации строительной информации OmniClass (США), Uniclass 2015 (Великобритания), CCS (Дания) и CoClass (Швеция), нашедшие широкое практическое применение в области строительства. Кроме международных КС изучены отечественные классификаторы: классификатор строительных ресурсов, классификатор ОКС по их назначению и функционально-технологическим процессам и МССК. Для разработки требований к структуре и составу общероссийского КСИ произведен сравнительный анализ структур, составов и методологических основ рассмотренных КС.

В статье использованы актуальные материалы ведущих отечественных и зарубежных профильных экспертов, министерств и ведомств по данной тематике. Произведен анализ отечественной нормативно-технической базы и законодательства в области информационного моделирования в строительстве.

Представленное исследование выполнено методами системного подхода, сравнительного анализа и обобщения. Применены эмпирические (описание, сравнение) и теоретические (формализация — построение абстрактно-математических моделей, раскрывающих сущность изучаемых процессов) научно-исследовательские методы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках исследования для формирования требований к структуре и составу КСИ проведен сравнительный анализ рассмотренных наиболее применяемых за рубежом КС по критериям, представленным в табл. 1.

Все рассмотренные национальные КС, широко применяемые в настоящее время, базируются на принципах классификации международного стандарта ISO 12006-2. Системы CoClass и CCS также базируются на серии стандартов ISO/IEC 81346.

В стандартах ISO/IEC 81346 (и в базирующихся на них КС) фактически предложена методика перехода от искусственной классификации к естественной, основанной на применении постоянно (внутренне) присущих объектам общих неизменных и неотъемлемых признаков, определяющих

¹¹ Концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования в Российской Федерации. URL : <https://www.faufcc.ru/cifrovoe-razvitie/bim/kontsepciya/Концепция.pdf>

¹² Поручение Президента Российской Федерации от 19.07.2018 № Пр-1235. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550966183/>

¹³ Федеральный закон от 27.06.2019 № 151-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

¹⁴ Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ (в редакции, актуальной с 13.08.2019).

Табл. 1. Сравнительная таблица национальных классификационных систем

Критерий сравнения (КС)	OmniClass	Uniclass 2015	CoClass	CCS
Государство-разработчик	США, Канада	Великобритания	Швеция	Дания
Дата публикации первой версии стандарта	2006	2015	2016	2012
Область применения КС	Вся строительная область, полный ЖЦ объекта строительства	Вся строительная область, полный ЖЦ объекта строительства	Вся строительная область, полный ЖЦ объекта строительства	Вся строительная область, полный ЖЦ объекта строительства
Предшествующие КС	MasterFormat, UniFormat, EPIC	SfB (1950) Uniclass (1997) Uniclass 2 (2013)	SfB (1950) BSAB 96	BC/SfB (1950) DBK (2006)
Возможность вертикального расширения КС	+	+	–	–
	Введение дополнительных уровней иерархии	Введение дополнительных уровней иерархии	Принципы классификации ISO 81346 подразумевают отсутствие необходимости вертикального масштабирования	Отсутствие необходимости вертикального масштабирования
Возможность горизонтального расширения КС	+	+	+	+
	Введение промежуточных цифровых кодов	За счет введения промежуточных цифровых кодов	За счет использования дополнительных букв алфавита и использования зарезервированных классов	За счет использования дополнительных букв алфавита и использования зарезервированных классов
Возможность интеграции других КС	–	–	В качестве свойства объекта классификации	В качестве свойства объекта классификации
Интегрированные КС	MasterFormat, UniFormat, EPIC	–	–	–
Нормативная база классификации	ISO 12006-2:2001 ISO 12006-3	ISO 12006-2:2015 (частично)	ISO 12006-2:2015 ISO 12006-3 ISO/IEC 81346-2 ISO 81346-12	ISO 12006-2:2015 ISO 12006-3 ISO/IEC 81346-2 ISO 81346-12
Метод классификации	Фасетный	Фасетный	Фасетный, с фиксированным основанием классификации	Фасетный, с фиксированным основанием классификации
Количество категорий классификации (КТ)	15	11	9	9
Максимальный уровень иерархической вложенности классификационных таблиц	7	4	3 + 1	3
Стандарт формирования кода классификатора	–	–	ISO 81346-1, ISO 81346-12	ISO 81346-1, ISO 81346-12
Пример кода классификатора	32-49 51 13 11	Pr_15_31_04_86	UAA	QQC
Аспекты классификации в идентифицирующем коде	–	–	Function-ID Product-ID Location-ID Type-ID	Function-ID Product-ID Multi-lvl product-ID Location-ID Type-ID Multi-level type-ID
Формат представления	Электронные таблицы	Web-сервис	Web-сервис	Web-сервис
API	–	NBS BIM Toolkit API	CoClass API	Cuneco CCS service web API

множество других сходных свойств этих объектов. Согласно работе [18], естественная классификация отражает происхождение вещей и является «генетической». Все остальные признаки классификации выносятся за рамки классифицируемых объектов и являются атрибутами (или параметрами), присущими объекту, но не участвующими в классификации. Данные атрибуты способны меняться на протяжении всего ЖЦ объекта классификации, однако их изменение не затрагивает основание классификации, следовательно, объект способен иметь неизменный идентификатор кода классификации на протяжении всего ЖЦ.

Рассмотрим сравнение подходов к классификации в различных системах на примере архитектурного объекта «Дверь».

В классификационной таблице Products системы OmniClass (Table 23) объект «Дверь» может быть классифицирован одним из 120 возможных вариантов. В табл. 2 представлены подклассы 1-го уровня классификации для объекта «Door» (23-17 11 00).

Таким образом, все 120 подклассов объекта «Door» в рамках одного уровня иерархического представления (23-17 11 00) классифицируются по одному из трех различных признаков: материал исполнения двери, функциональное назначение и принцип устройства двери. Это означает, что, например, для объекта «Металлическая противопожарная управляемая дверь» одновременно могут существовать три различных кода классификатора:

23-17 11 13 (Metal Doors), 23-17 11 31 (Fire Doors) и 23-17 11 37 (Controlled Environment Doors). Подобные случаи неоднозначности при назначении идентификационного кода классификатора являются серьезным препятствием использования подобных КС на уровне программного взаимодействия информационных систем, применяемых на протяжении ЖЦ строительного объекта.

С точки зрения процессов управления информацией подобные принципы классификации приводят еще к одному нежелательному последствию — код классификатора (выступающий в роли идентификатора) в случае изменения признаков (характеристик) объекта классификации (например, в процессе эксплуатации) является переменной характеристикой, что идет в разрез с требованием неизменности идентифицирующих кодов объектов классификации на всех стадиях ЖЦ объекта строительства.

В датской системе CCS объект «Дверь» (KT Components) теперь может быть классифицирован одним единственным (а не 120 возможными, как в примере с КС OmniClass) способом — QQC (табл. 3). Объект «Дверь» относится к технической системе Wall construction (AD) и функциональной системе Wall System (B).

Для объекта «Металлическая противопожарная управляемая дверь» идентифицирующий код согласно функциональному аспекту (символ «=>» в коде) равно как и для объекта «Стеклопанельная дверь маятникового типа» может быть записан

Табл. 2. Подклассы первого уровня объекта «Дверь» системы OmniClass

Код	Наименование класса	Перевод	Признак классификации
23-17 11 13	Metal Doors	Металлические двери	Материал исполнения двери
23-17 11 15	Wood Doors	Деревянные двери	
23-17 11 17	Plastic Doors	Пластиковые двери	
23-17 11 19	Composite Doors	Двери из композитного материала	
23-17 11 21	Glassed Doors	Стеклопанельные двери	
23-17 11 27	Access Doors	Служебные двери / двери люка	Функциональное назначение двери
23-17 11 31	Fire Doors	Противопожарные двери	
23-17 11 37	Controlled Environment Doors	Двери для регулируемых условий среды	Функциональное назначение двери
23-17 11 39	Detention Doors	Двери для тюрем	Функциональное назначение двери
23-17 11 41	Hanger Doors	Подвесные двери	Принцип устройства двери
23-17 11 43	Lightproof Doors	Светонепроницаемые двери	
23-17 11 45	Traffic Doors	Маятниковая дверь	
23-17 11 47	Pressure Resistance Doors	Двери, устойчивые к давлению	Функциональное назначение двери
23-17 11 49	Security Rated Doors	Защитные двери	

в виде [E]=B.AD.QQC001 и оставаться неизменным на всем протяжении ЖЦ рассматриваемого объекта «Дверь», поскольку он базируется на основании, отражающем суть объекта.

Табл. 3. Классификация объекта «Door» согласно классификационной таблице Components

Код	Наименование класса
Q_	Opening and closing component
QQ_	Access granting component
QQC	Door

При этом другие свойства объекта «Дверь» (материал, конструктивное исполнение, специальное назначение) отнесены к его характеристикам и могут быть определены по отдельным КТ (например, Properties в CoClass). Подобная система классификации имеет все основания называться естественной классификацией, базирующейся на неизменных признаках объектов, составляющих суть объекта классификации и отражающих его назначение. Согласно работе [18], чем ближе вещи друг к другу «генетически», тем большим числом одинаковых свойств они обладают и тем меньше они различаются между собой. Вследствие этого структура и состав КТ систем CCS и CoClass кардинально отличаются от структуры и состава таблиц Omniclass и Uniclass 2015. В табл. 4 представлены количественные параметры таксономий для КС Omniclass, Uniclass 2015, CCS и CoClass.

Табл. 4. Сравнение таксономий КТ для различных КС

Наименование КС	Классификационная таблица	Количество классов	Максимальный уровень иерархической вложенности
OmniClass	Table 23 Products	6887	7
Uniclass 2015	Pr - Products	7210	4
CCS, CoClass	Components	750	3

С учетом табл. 4, можно сделать вывод о том, что главная цель методологии классификации, сформулированной в серии стандартов ISO/IEC 81346, — формирование простых и удобных в использовании структур классификации, базирующихся на принципах универсальности представления информации, минимизации и постоянстве классификационных признаков, основанных на неотъемлемых признаках объектов классификации (естественные основания классификации). Данные принципы всецело способствуют созданию естественных КС.

По результатам сравнения КС в рамках настоящего и проведенных ранее исследований¹⁵ предложено разделение всех КС в строительстве (в за-

¹⁵ Формирование общих подходов к организации информации для обеспечения управления ЖЦ зданий и сооружений с использованием ИМ и разработка методики классификации строительной информации. URL: https://www.faufcc.ru/cifrovoe-razvitie/bim/klassifikator/Презентация_НИЦ_ЦПС_v3_005.pdf

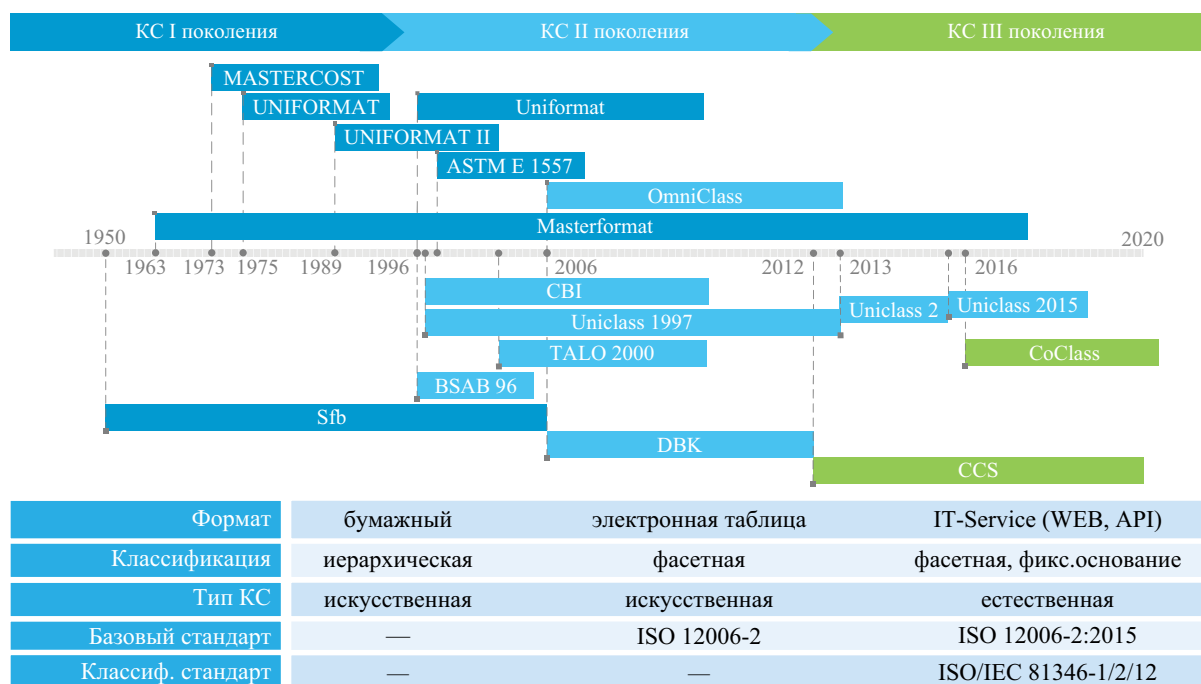


Рис. 1. Три поколения классификационных систем в строительстве

висимости от особенностей их организации) на три базовые категории — поколения (рис. 1):

- классификационные системы — родоначальники, первое поколение;
- классификационные системы на базе ISO 12006-2:2001 и ISO 12006-2:2015 — второе поколение;
- классификационные системы на базе ISO 12006-2:2015 и серии стандартов ISO/IEC 81346 — третье поколение («цифровые» классификационные системы на принципах естественной классификации).

Принципы классификации и формирования внутренней структуры разрабатываемого КСИ должны основываться на передовом опыте разработки и применения существующих КС. В рамках разработки структуры и состава КСИ сформулированы следующие базовые требования:

- неизменность кодовых обозначений всех элементов строительной информации на всем протяжении ЖЦ ОКС;
- уникальность кодового обозначения (каждый элемент должен обладать своим уникальным кодом в рамках проекта);
- однозначность критериев классификации (классификация не должна содержать таких классов, как «другие», «не вошедшие в перечень» или «разнообразные», т.е. классов, которые не могут быть четко определены);
- обеспечение полноты информации о компоненте модели (код должен указывать принадлежность компонента к определенной системе, классу оборудования, месту размещения, иерархии расположения и т.д.);
- возможность расширения (без перекодировки) информационного представления существующих объектов классификации, в случае возникновения новых материалов, работ, ролей, технологий и пр.;
- независимость языка кодирования от национального языка с целью обеспечения возможности международного применения классификатора;
- возможность обеспечения обмена данными между КСИ и другими КС, имеющими широкое применение за рубежом.

В рамках исследования также проведен анализ ряда основных действующих нормативно-правовых актов в сфере градостроительной деятельности в части требований по учету стадий ЖЦ ОКС, направленности на процессы информационного моделирования ОКС, учета систем классификации и классификаторов строительной информации различного рода.

В соответствии со ст. 5 Федерального закона от 27.06.2019 № 151-ФЗ в Градостроительный кодекс введены важные для информационного моделирования в строительстве определения и положения, фактически обеспечивающие интеграцию

понятий (терминов) ИМ и КСИ в градостроительную деятельность РФ:

- часть требований и положений ГрК РФ в части ИМ и КСИ вступают в силу в 2020 и 2022 гг., что обусловлено необходимостью реализации этапов Концепции внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования в Российской Федерации в части разработки КСИ и требований к ИМ ОКС;

• информационная модель ОКС может выступать как дополнением, так и эквивалентом проектной документации;

• согласно определению (ч. 1 ст. 57⁶) и устанавливаемому порядку использования (ч. 2 ст. 57⁶), КСИ является неотъемлемым (обязательным к применению) ресурсом при формировании и ведении ИМ ОКС;

• с учетом охвата требованиями ГрК РФ всех этапов ЖЦ ОКС, структура и состав КСИ должны обеспечивать возможность формирования и ведения ИМ ОКС на всех этапах их ЖЦ;

• в ч. 1 ст. 57⁵ ГрК РФ впервые определено лицо, ответственное за обеспечение формирования и ведения ИМ ОКС, — застройщик, технический заказчик, лицо, обеспечивающее или осуществляющее подготовку ОБИН, и (или) лицо, ответственное за эксплуатацию ОКС, что вносит определенность в части разделения ответственности и организации соответствующих работ между участниками ИСП.

Анализ Постановлений Правительства РФ от 19.01.2006 № 20¹⁶, от 16.02.2008 № 87¹⁷ и от 05.03.2007 № 145¹⁸ показал следующее.

В тексте Постановлений Правительства РФ от 19.01.2006 № 20 отсутствуют требования или положения в части ИМ ОКС или КСИ. В ч. 6 Положения упоминается требование к форме приложений к отчетной документации о выполнении инженерных изысканий — «текстовая, графическая, цифровая и иная формы». Очевидно, ч. 6 Положения о выполнении инженерных изысканий по Постановлению Правительства РФ от 19.01.2006 № 20 должна быть актуализирована в соответствии с ч. 4²

¹⁶ Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства : Постановление Правительства РФ от 19.01.2006 № 20 (в редакции, актуальной с 2 июля 2019 г.).

¹⁷ О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (в редакции, актуальной с 17 июля 2019 г.).

¹⁸ О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий : Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 (в редакции, актуальной со 2 ноября 2018 г.).

ст. 47 ГрК РФ в части дополнения о подготовке результатов инженерных изысканий в форме, позволяющей осуществлять их использование при формировании и ведении информационной модели.

В тексте рассматриваемого Положения по Постановлению № 87 также пока отсутствуют требования или положения в части применения ИМ ОКС или КСИ. В части формы предоставления проектной документации указываются только текстовая и графическая формы.

В связи с изменениями в части п. 12 ст. 48 ГрК РФ, внесенными Федеральным законом от 03.08.2018 № 342-ФЗ и вступившими в силу с 01.07.2019, состав разделов проектной документации по Постановлению № 87 требует актуализации для приведения в соответствие с ГрК РФ. С другой стороны, в основе Положения № 87 в текущем виде заложен документ-центричный подход, в то время как применение BIM-технологий предполагает применение дата-центричного подхода. Иначе говоря, разработке и экспертизе подлежат прежде всего проектные решения (формализованные методами информационного моделирования), а не проектные документы.

Очевидно, что в ходе реализации Концепции внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования структура и состав требований Положения по Постановлению № 87 должны быть коренным образом переработаны.

В тексте рассматриваемого Положения по Постановлению № 145 требования или положения в части применения ИМ ОКС или КСИ также пока отсутствуют. В части формы предоставления проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий в п.(л) ч. 2 Положения с 1.01.2017 допускается только электронная форма за исключением случаев, когда проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий содержат сведения, составляющие государственную тайну.

Хотя, в отличие от Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, в требованиях Положения по Постановлению № 145 реализован переход к электронному документообороту, следует отметить, что речь по-прежнему идет о наборе привычных документов, но уже в электронном формате (например, pdf).

С учетом новой государственной политики в области внедрения BIM в перспективе в рамках цифровой экспертизы должна рассматриваться непосредственно ИМ ОКС (а не проектная документация) с доработкой по замечаниям экспертов, для чего необходима разработка набора требований к представляемому на экспертизу ИМ, их атрибутивному наполнению и степени детализации.

Для перехода к цифровой экспертизе проектной документации ОКС необходимы не только переход проектных организаций к проектированию на основе BIM-технологий, но и изменение соответствующей нормативной базы (корректировка Постановления № 87, разработка новых НТД), разработка процедур автоматизированного учета изменений в ПД экспертами, внедрение систем управления требованиями и конфигурациями.

На основании проведенного анализа зарубежных систем классификации, международных стандартов в области КСИ, анализа действующего российского законодательства в сфере градостроительной деятельности, анализа существующих российских классификаторов и КС в области строительства сформирован сводный перечень требований к структуре и составу разрабатываемого КСИ (табл. 5).

На основании сформулированных требований НИЦ ЦПС разработаны структура и состав КСИ.

Структура КСИ представлена посредством отдельных классов строительной информации, распределенных по базовым категориям информации и объединяемых друг с другом с помощью моделируемых отношений (или связей). Все классы строительной информации и соответствующие им КТ, согласно ISO 12006-2:2015, относятся к одной из четырех базовых категорий строительной информации (ресурс, процесс, результат и характеристика).

Базовые категории строительной информации позволяют моделировать основной процесс, характерный для строительного сектора и заключающийся в том, что получение некоторого определенного результата (строительного) является прямым следствием ряда процессов взаимодействия с некоторыми ресурсами (строительными). Ресурс, процесс и результат обладают (характеризуются) рядом универсальных или специфических характеристик (рис. 2). Данная конфигурация отношений между базовыми категориями строительной информации является универсальной и сохраняется на всем протяжении ЖЦ ОКС.

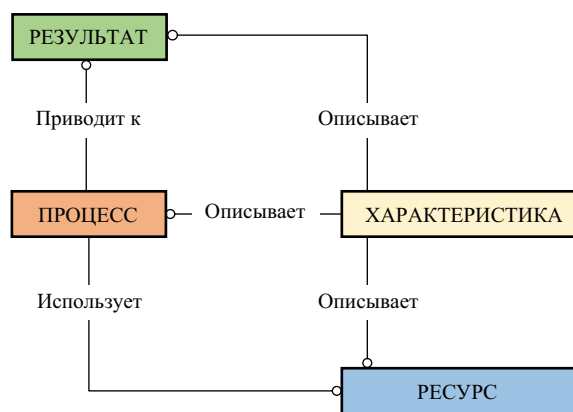


Рис. 2. Отношения между базовыми категориями строительной информации

Табл. 5. Перечень требований к структуре и составу КСИ

№ требования	Формулировка требования
1	КСИ должен быть ориентирован на объединение и унификацию существующих классификаторов и КС
2	КСИ должен быть открытым стандартом с возможностью дальнейшего расширения (масштабирования) своего содержания
3	Информационное насыщение КСИ должно осуществляться при условии вовлечения широкого круга представителей профессионального сообщества строительной отрасли
4	Разработка, ведение и дальнейшее совершенствование классификатора строительной отрасли должны находиться в зоне ответственности специализированного исполнительного органа — государственной организации
5	КСИ должен базироваться на международных стандартах
6	При разработке КСИ должен быть учтен опыт разработки и эксплуатации существующих в строительной отрасли классификаторов и КС
7	КТ КСИ должны иметь систему статусов состояния таблиц («в разработке», «проект», «выпущен» и т.п.)
8	КСИ должен носить универсальный характер применения: он должен применяться для объектов гражданского строительства, объектов промышленности, линейных объектов и прочих объектов капитального строительства
9	КСИ должен быть применим на всех стадиях ЖЦ ОКС
10	КСИ должен иметь высокую степень совместимости с технологиями информационного моделирования в строительстве
11	КСИ должен иметь гибкую структуру представления, адаптированную для задач возможного масштабирования и внесения изменений как в структуру, так и в состав классификатора
12	Разрабатываемая структура КСИ должна быть основана на нормативных положениях международного стандарта ISO 12006-2:2015
13	Разрабатываемая структура КСИ должна быть отображена с применением графической нотации представления ИМ EXPRESS-G
14	КТ (предметным областям строительства) КСИ должны быть присвоены уникальные коды-идентификаторы, позволяющие однозначно интерпретировать принадлежность классов информации к определенной предметной области строительства (КТ)
15	Структура КСИ должна базироваться на принципах международного стандарта ISO 12006-2:2015
16	Внутритабличное представление КСИ (методология классификации и группировки) должно базироваться на принципах серии международных стандартов ISO/IEC 81346
17	Структура КСИ должна быть универсальной и содержать классификационные таблицы и классы, используемые на всех стадиях ЖЦ ОКС
18	Принципы структурного построения КСИ должны позволять интегрировать в состав КСИ существующие классификаторы (государственные и корпоративные)
19	Принципы кодирования КСИ должны поддерживать возможность формирования универсальных кодов классифицируемых объектов, неизменных на протяжении их ЖЦ
20	КСИ должен быть интегрирован в состав информационных систем, ориентированных на технологии информационного моделирования и задействованных в процессе реализации ИСП
21	КСИ должен содержать информацию о строительных элементах, строительных характеристиках, ОКС, стадиях ЖЦ ОКС и строительной продукции

Каждая из базовых категорий (процесс, ресурс, результат, характеристика) декомпозируется на ряд отдельных классов строительной информации, принадлежащих к своей категории. Каждому классу строительной информации соответствует своя КТ. Одна КТ может соответствовать нескольким базовым классам строительной информации. Предлагаемый состав КСИ представлен в табл. 6.

Для однозначной идентификации классов строительной информации каждой КТ назначен уникальный трехсимвольный буквенный код, представляющий собой аббревиатуру из первых букв слов, входящих в наименование соответствующей КТ (например, СтИ — строительные изделия, или СЖЦ — стадии жизненного цикла ОКС). Кодовые обозначения КТ также имеют альтернативные коды, сформированные из букв латинского алфавита.

Базовые классы строительной информации связаны друг с другом посредством отношений (связей). Данные отношения между классами позволяют моделировать взаимные связи между различными классами путем добавления дополнительных полей в тело КТ.

Например, КТ № 21 «Характеристики» содержит классы, представляющие собой характеристики для классов таблицы № 6 «Компоненты». Соответственно, добавление поля «Код компонента» в КТ «Характеристики» позволит установить взаимно однозначное соответствие между определенным компонентом и соответствующими ему характеристиками. Вариации отношений (связей) между базовыми категориями и классами приведены в табл. 7.

Табл. 6. Состав классификатора строительной информации

Базовая категория строительной информации	Базовый класс строительной информации	Номер КТ	Код КТ	Наименование КТ
Результат	Зона	1	ПЗо/RZo	Помещения и зоны
	Помещение			
	Комплекс объектов капитального строительства	2	КОС/ССо	Комплексы объектов капитального строительства
	Объект капитального строительства	3	ОКС/СЕп	Объекты капитального строительства
	Функциональная система	4	ФнС/FnS	Функциональные системы
	Техническая система	5	ТхС/ТеS	Технические системы
	Компонент	6	Ком/Com	Компоненты
Процесс	Управление	7	УПр/Mng	Управление процессами
	Стадия ЖЦ ОКС	8	СЖЦ/LCS	Стадии ЖЦ ОКС
	Процесс инженерных изысканий	9	ПИИ/PER	Процессы инженерных изысканий
	Процесс проектирования	10	ППр/PDe	Процессы проектирования
	Процесс строительства	11	ПСт/PCo	Процессы строительства
	Процесс эксплуатации	12	ПЭк/PMn	Процессы эксплуатации
	Процесс реконструкции	13	ПРк/PRe	Процессы реконструкции
	Процесс капитального ремонта	14	ПКР/PRf	Процессы капитального ремонта
	Процесс сноса здания или сооружения	15	ПСЗ/PUt	Процессы сноса зданий или сооружений
Ресурс	Строительное изделие	16	СтИ/СPr	Строительные изделия
	Строительный материал	17	СтМ/СMa	Строительные материалы
	Вспомогательный ресурс	18	ВсР/ARe	Вспомогательные ресурсы
	Трудовой ресурс	19	ТрР/Hre	Трудовые ресурсы
	Информация	20	Инф/Inf	Информация
Характеристика	Характеристика	21	Хрк/Prp	Характеристики

Табл. 7. Отношения между базовыми классами строительной информации

Базовый класс (категория) строительной информации (субъект)	Тип связи	Базовый класс (категория) строительной информации (объект)
Помещение	Может быть частью	Зона
	Является типом	Искусственно созданное пространство
Зона	Является типом	Искусственно созданное пространство
Искусственно созданное пространство (абстрактный класс)	Является типом	Результат
	Определяется через	Результат
Результат	Представлен в виде	Информация
Комплекс объектов капитального строительства	Является типом	Результат
	Совокупность	Объект капитального строительства
Объект капитального строительства	Является типом	Результат
Строительный элемент (абстрактный класс)	Является типом	Результат
	Является частью	Объект капитального строительства
Компонент	Является типом	Строительный элемент
	Является частью	Техническая система
	Может быть частью	Компонент
Техническая система	Является частью	Функциональная система
	Является типом	Строительный элемент
	Может быть частью	Техническая система
Функциональная система	Является типом	Строительный элемент
Процесс	Приводит к	Результат
	Использует	Ресурс
	Происходит в течение	Стадия ЖЦ ОКС
Управление процессом	Является частью	Процесс
	Осуществляет контроль	Процесс
Процесс инженерных изысканий	Является типом	Процесс
Процесс проектирования	Является типом	Процесс
Процесс строительства	Является типом	Процесс
Процесс эксплуатации	Является типом	Процесс
Процесс реконструкции	Является типом	Процесс
Процесс капитального ремонта	Является типом	Процесс
Процесс сноса здания или сооружения	Является типом	Процесс
Характеристика	Описывает	Результат
	Описывает	Процесс
	Описывает	Ресурс
Строительное изделие	Является типом	Ресурс
	Выполнено из	Строительный материал
Строительный материал	Является типом	Ресурс
Вспомогательный ресурс	Является типом	Ресурс
Трудовой ресурс	Является типом	Ресурс
Информация	Является типом	Ресурс

На основании определения базовых категорий строительной информации (рис. 2), соответствующих им базовых классов (табл. 6) и возмож-

ных отношений между ними (табл. 7) разработана модель представления структуры КСИ в нотации EXPRESS-G (рис. 3).

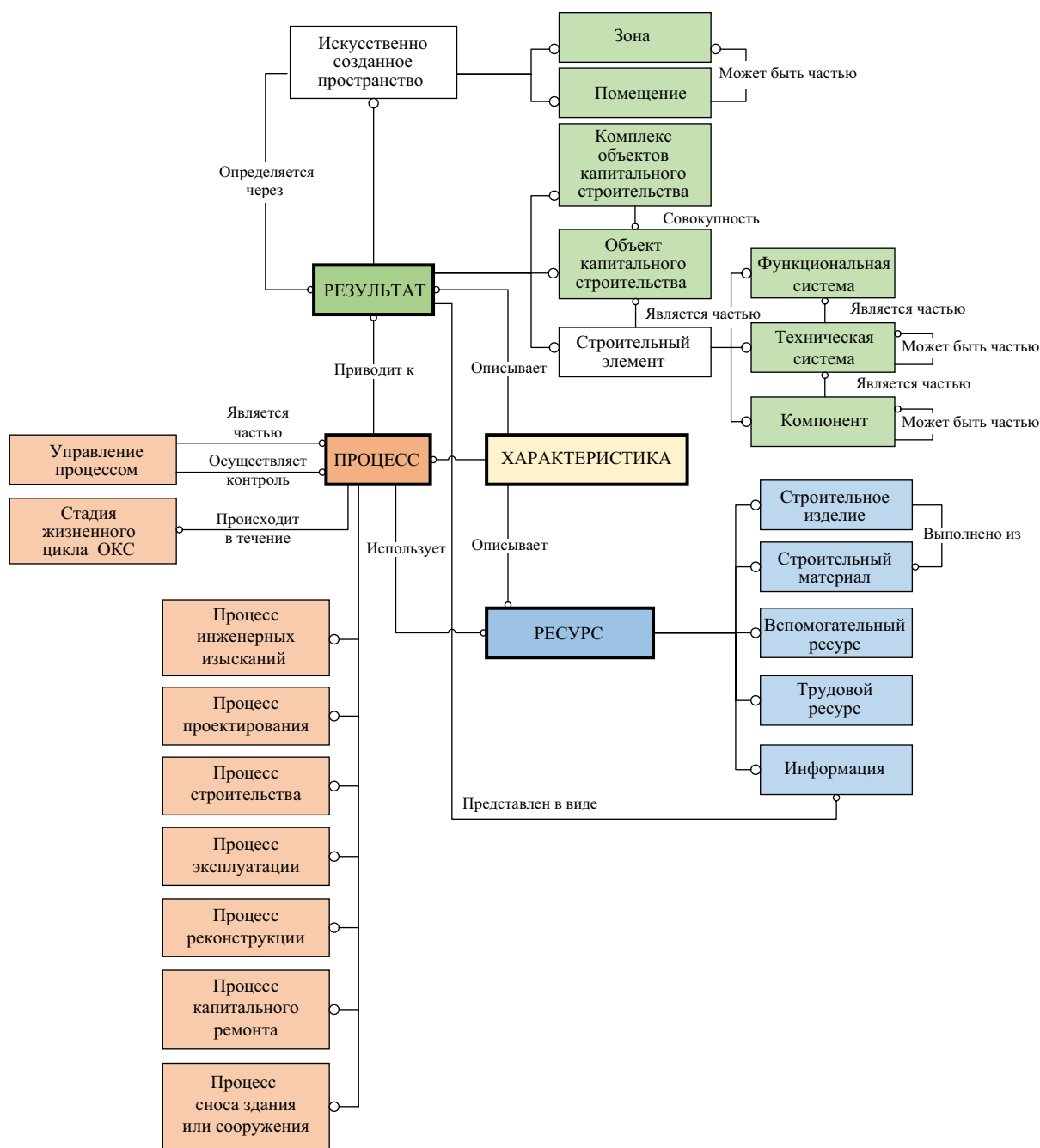


Рис. 3. Схема базовых категорий, классов строительной информации и их отношений в нотации EXPRESS-G¹⁹

¹⁹ Прямоугольники с текстовым полем внутри обозначают отдельные категории или классы строительной информации. Прямоугольники без цветового заполнения (например, «Искусственно созданное пространство», «Строительный элемент») означают абстрактные классы, т.е. классы строительной информации, введенные для обобщения классов — наследников, но не имеющие собственной реализации (отсутствие соответствующих им КТ). Прямоугольники с цветовым обозначением и толстой линией рамки обозначают базовые категории строительной информации («Результат», «Процесс», «Ресурс», «Характеристики»). Прямоугольники с цветовым обозначением и тонкой линией рамки обозначают базовые классы строительной информации («Функциональная система», «Компонент» и проч.), реализованные посредством соответствующих классификационных таблиц строительной информации («Функциональные системы», «Компоненты» и проч.).

На основе предложенной структуры и состава КСИ и с учетом существующей базы для классификации произведено распределение существующих информационных источников классификационной базы по соответствующим КТ КСИ для задач дальнейшего формирования содержания КТ (табл. 8).

Табл. 8. Распределение классификационной базы по КТ

Номер КТ	Код КТ	Наименование КТ	Информационные источники для анализа в целях включения в содержание КТ/Референтные КТ существующих систем классификации
1	ПЗо	Помещения и зоны	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нормативно-техническая база в строительстве • IEC 81346-2:2019 Industrial systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations — Part 2: Classification of objects and codes for classes <p>Структура КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 81346-2:2019, Table 4 <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uniclass 2015 — Spaces / locations • OmniClass — Table 13 Spaces by functions • OmniClass — Table 14 Spaces by form • CoClass — UT Built space • CCS — Use of spaces • МССК — Помещения и зоны
2	КОС	Комплексы ОКС	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Классификатор ОКС по их назначению и функционально-технологическим процессам (ФАО «Главгосэкспертиза России») • ОКОФ 2 — Общероссийский классификатор основных фондов <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CoClass — BX Construction complex • CCS — Use of Construction Entities • Uniclass 2015 — Co Complexes • Uniclass 2015 — En Entities • Uniclass 2015 — Ac Activities • OmniClass — Table 11 Construction entities by function • OmniClass — Table 12 Construction entities by form • МССК — Виды и назначение ОКС
3	ОКС	ОКС	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Классификатор ОКС по их назначению и функционально-технологическим процессам (ФАО «Главгосэкспертиза России») • ОКОФ 2 — Общероссийский классификатор основных фондов <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CoClass — BX Construction complex • CCS — Use of Construction Entities • Uniclass 2015 — Co Complexes • Uniclass 2015 — En Entities • Uniclass 2015 — Ac Activities • OmniClass — Table 11 Construction entities by function • OmniClass — Table 12 Construction entities by form • МССК — Виды и назначение ОКС
4	ФнС	Функциональные системы	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нормативно-техническая база в строительстве (в части Постановления Правительства № 1521) • ISO/IEC 81346-12:2018, A.1, A.2 <p>Структура КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ISO/IEC 81346-12:2018 Industrials systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations — Part 12: Construction works <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCS / CoClass — Technical Systems • CCS / CoClass — Functional Systems • МССК — Системы • Uniclass 2015 — Ss Systems 07
5	ТхС	Технические системы	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нормативно-техническая база в строительстве (в части Постановления Правительства № 1521) • ISO/IEC 81346-12:2018, A.1, A.2 <p>Структура КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ISO/IEC 81346-12:2018 Industrials systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations — Part 12: Construction works <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CCS / CoClass — Technical Systems • CCS / CoClass — Functional Systems • МССК — Системы • Uniclass 2015 — Ss Systems 07
6	Ком	Компоненты	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нормативно-техническая база в строительстве (в части Постановления Правительства № 1521) • IEC 81346-2:2019, Table 3 <p>Структура КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 81346-2:2019, Table 3

Продолжение табл. 8

Номер КТ	Код КТ	Наименование КТ	Информационные источники для анализа в целях включения в содержание КТ/Референтные КТ существующих систем классификации
			<p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 23 Products • OmniClass — Table 21 Elements • Uniclass 2015 — Pr Products • Uniclass 2015 — EF Elements / functions • CoClass — KO Components • CCS — Components • МССК — Элементы
7	УПр	Управление процессами	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ Р ИСО 21500-2014. Руководство по проектному менеджменту • ГОСТ Р ИСО 10006-2005. Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества при проектировании • PMBOK (Project management Body of Knowledge) • ICB (IPMA Competence Baseline) <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 32 Services • Uniclass 2015 — PM Project Management • МССК — Управление информацией
8	СЖЦ	Стадии ЖЦ ОКС	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 31 Phases
9	ПИИ	Процессы инженерных изысканий	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • действующее российское законодательство в сфере градостроительной деятельности • нормативно-техническая база в строительстве (в части процессов на всем протяжении ЖЦ ОКС) • ОКВЭД 2 — Раздел F. Строительство • ОКПД 2 — Общероссийский классификатор продукции по видам деятельности (Раздел F — Сооружения и строительные работы) • ГЭСН-2001 — Общестроительные работы • ГЭСНр-2001 — Ремонтные работы • ГЭСНм-2001 — Монтажные работы • ГЭСНмр-20014 — Капитальный ремонт оборудования • ГЭСНп-2001 — Пусконаладочные работы <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 22 Work results • CoClass — PR Work result • CoClass — FA Maintenance activities
10	ППр	Процессы проектирования	
11	ПСт	Процессы строительства	
12	ПЭк	Процессы эксплуатации	
13	ПРк	Процессы реконструкции	
14	ПКР	Процессы капитального ремонта	
15	ПСЗ	Процессы сноса зданий или сооружений	
16	СтИ	Строительные изделия	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ОК КСР — Классификатор строительных ресурсов, в части: • Книга 05 — Изделия из бетона, цемента, гипса • Книга 06 — Изделия керамические строительные • Книга 07 — металлоконструкции строительные и их части из черных металлов • Книга 08 — Изделия металлические, металлопрокат, канаты • Книга 09 — металлоконструкции строительные и их части из алюминия и алюминиевых сплавов

Номер КТ	Код КТ	Наименование КТ	Информационные источники для анализа в целях включения в содержание КТ/Референтные КТ существующих систем классификации
			<ul style="list-style-type: none"> • Книга 10 — Изделия, прокатно-тянутые из цветных металлов и цветные металлы • Книга 11 — Изделия и конструкции из дерева и пластмассовых профилей • Книга 13 — Изделия из природного камня • Книга 15 — Малые архитектурные формы • Книга 21 — Продукция кабельная • Книга 23 — Трубы и трубопроводы, фасонные и соединительные части, фитинги металлические • Книга 24 — Трубы и трубопроводы, фасонные и соединительные части, фитинги из других материалов, кроме бетонных • Книга 61 — Оборудование и устройства электронные связи, радиовещания, телевидения, охранно-пожарная сигнализация • Книга 62 — Оборудование, устройства и аппаратура электрические • Книга 63 — Оборудование, устройства и аппаратура для систем теплоснабжения • Книга 64 — Оборудование, устройства и аппаратура для систем вентиляции и кондиционирования воздуха • Книга 65 — Оборудование, устройства и аппаратура для водоснабжения и канализации • Книга 66 — Оборудование, устройства и аппаратура для системы газоснабжения • Книга 67 — Лифты • Книга 68 — Насосы и станции для перекачки и поднятия жидкостей • Книга 69 — Арматура трубопроводная и воздухопроводная с электроприводом • Книга 77 — Оборудование для строительства железных дорог • Книга 79 — Оборудование атомных станций для объектов атомного строительства <p>Материалы ФСНБ-2001:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Часть 2. Строительные конструкции и изделия • Часть 4. Бетонные, железобетонные и керамические изделия. Нерудные материалы. Товарные бетоны и растворы • ОК ЕСКД — Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 23 Products • Uniclass 2015 — Pr Products • МССК — Строительные изделия и материалы
17	СтМ	Строительные материалы	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ОК КСР — Классификатор строительных ресурсов, в части: • Книга 12 — Материалы и изделия кровельные рулонные, гидроизоляционные и теплоизоляционные, звукоизоляционные, черепица • Книга 14 — Материалы лакокрасочные антикоррозийные, защитные и аналогичные покрытия, клеи • Книга 16 — Материалы для садово-паркового и зеленого строительства • Книга 17 — Материалы и изделия огнеупорные • Книга 18 — Материалы и изделия для систем водоснабжения, канализации, теплоснабжения, газоснабжения • Книга 19 — Материалы и изделия для систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Окончание табл. 8

Номер КТ	Код КТ	Наименование КТ	Информационные источники для анализа в целях включения в содержание КТ/Референтные КТ существующих систем классификации
			<ul style="list-style-type: none"> • Книга 20 — Материалы монтажные и электроустановочные, изделия и конструкции • Книга 22 — Материалы для систем и сооружений связи, радиовещания и телевидения • Книга 25 — Материалы для строительства железных дорог • Книга 26 — Материалы и изделия для метрополитенов и тоннелей • Книга 27 — Материалы и изделия для сетей экологически чистого транспорта <p>Материалы ФСНБ-2001:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Часть 1. Материалы для общестроительных работ • Часть 3. Материалы и изделия для санитарно-технических работ • Часть 5. Материалы, изделия и конструкции для монтажных и специальных строительных работ <p>Референтные КТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 41 Materials • МССК — Строительные изделия и материалы
18	ВсР	Вспомогательные ресурсы	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ОК КСР — Классификатор строительных ресурсов, в части: • Книга 91 — Машины и механизмы • Машины и механизмы ФСНБ-2001 <p>Референтные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 35 Tools • Uniclass 2015 — TE Tools and Equipment • CCS — Constructions aids components • CCS — Construction aids functional systems • МССК — строительная техника и оборудование
19	ТрР	Трудовые ресурсы	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ОКПДТР — Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов • ЕТКС — Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих <p>Референтные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 33 Products • OmniClass 34 — Organization roles • CCS — Construction agents
20	Инф	Информация	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ОКУД — Общероссийский классификатор управленческой документации <p>Референтные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 36 Information • Uniclass 2015 — Fi Forms of information • Uniclass 2015 — Zz CAD • МССК — Управление информацией
21	Хрк	Характеристики	<p>Информационные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • действующее российское законодательство в сфере градостроительной деятельности • нормативно-техническая база в строительстве <p>Референтные источники:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OmniClass — Table 49 Properties • CoClass — Property • CCS — Classes of properties • МССК — Параметры

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полноценное внедрение технологий информационного моделирования на всех этапах ЖЦ ОКС подразумевает эффективное и «бесшовное» управление информацией ОКС. Эффективное управление информацией обуславливается, прежде всего, ее структурированностью, связностью и однозначностью интерпретации и обеспечивается применением классификационных систем строительной информации.

Разработка национального КСИ — первоочередной этап на пути к внедрению и применению технологий информационного моделирования в рамках строительной отрасли. Полноценное внедрение КСИ положит начало применению единого универсального «языка общения», используемого всеми участниками реализации ИСП и отвечающего условиям его однозначной интерпретации (одно из условий обеспечения «машиночитаемости»).

Согласно проведенному анализу мировой практики КСИ на примере существующих широко применяемых зарубежных систем строительной классификации (OmniClass, Uniclass 2015, CCS, CoClass) наиболее развитыми с технологической и методологической точек зрения являются КС «третьего поколения», которые также можно назвать «цифровыми» классификационными системами. Представителями данной категории КС являются датская CCS и шведская классификационная система CoClass.

Стандарт ISO 12006-2:2015 и серия стандартов ISO/IEC 81346 образуют гармоничную методологическую базу по классификации в строительной отрасли и рекомендуются к применению при разработке национальной классификационной системы.

По результатам анализа действующего российского законодательства в сфере градостроительной деятельности в контексте направленности на процессы информационного моделирования ОКС, учета систем классификации и классификаторов разного рода строительной информации очевидно, что основные НПА требуют актуализации для приведения в соответствие с новой редакцией ГрК РФ.

Разработана структура КСИ, отвечающая требованиям формирования и ведения ИМ ОКС на всех стадиях ЖЦ. Сформированная структура КСИ соответствует требованиям международного стандарта ISO 12006-2:2015 и отвечает требованиям масштабируемости (дальнейшего расширения) за счет добавления дополнительных КТ строительной информации при необходимости.

Определен рекомендуемый состав исходных данных (база классификации), подлежащих включению в КСИ для целей создания и ведения ИМ ОКС на всех стадиях ЖЦ ОКС. Все информационные источники соотнесены с КТ строительной информа-

ции. Часть источников (например, общероссийский классификатор строительных ресурсов ОК КСР) может быть рекомендована для прямой имплементации в состав КСИ.

Установлен состав КСИ: базовые категории строительной информации, базовые классы и связи между ними, а также соответствующие им КТ. При разработке состава КСИ были учтены национальные особенности базы нормативно-технической документации и действующего законодательства в сфере градостроительной деятельности.

Разработанная структура КСИ является универсальной и применимой на всех стадиях ЖЦ ОКС, с учетом применения технологий информационного моделирования в строительстве.

Предлагаемый состав КСИ обеспечивает охват всех видов и типов строительной информации, вне зависимости от отраслевой ориентированности. В то же время принципы организации КСИ дают возможность использовать дополнительные КТ «расширения» на уровне отдельных организаций и корпораций.

Зарубежный опыт разработки аналогичных классификатору строительной информации систем (OmniClass, Uniclass 2015, CCS и CoClass) показал необходимость вовлечения широкого круга профессионалов строительного сектора для проработки содержания КСИ. Данный подход позволит в минимальные сроки обеспечить качественное наполнение внутреннего содержания КТ.

Разработанные структура и состав КСИ позволяют:

- обеспечить единую методологию и принципы классификации для всех строительных сущностей, используемых в рамках управления ЖЦ ОКС;
- применить единые правила идентификации и кодирования элементов строительного комплекса и соответствующих им атрибутивных наборов, обеспечивающие совместимость КСИ с любыми из существующих систем классификации (общенациональными, ведомственными и корпоративными);
- реализовать индексацию и структурирование всего массива данных строительных систем, связанных с управлением ЖЦ ОКС, для однозначной идентификации используемых данных на соответствующих информационных ресурсах;
- обеспечить качественно новый уровень формирования, обработки и достоверности данных, на основании которых принимаются решения.

Дальнейшая разработка КСИ в части формирования и детализации КТ должна носить последовательный характер и базироваться прежде всего на принципах существующих международных стандартов в области КСИ с учетом практики внедрения BIM-технологий, нормативно-правовой и нормативно-технической баз строительной отрасли России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sacks R., Eastman C., Lee G., Teicholz P. BIM handbook. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2018. DOI: 10.1002/9781119287568
2. Гинзбург А.В. BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5 (153). С. 28–31.
3. Беляев А.В., Антипов С.С. Жизненный цикл объектов строительства при информационном моделировании зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 1. С. 65–72.
4. Шарманов В.В., Симанкина Т.Л., Мамаев А.Е. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 12 (63). С.113–124. DOI: 10.18720/CUBS.63.6
5. Чурбанов А.Е., Шамара Ю.А. Влияние технологий информационно-строительного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 824–835. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.7.824-835
6. Volkov A., Chelyshkov P., Lysenko D. Information management in the application of bim in construction. stages of construction // Procedia Engineering. 2016. Vol. 153. Pp. 833–837. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.251
7. Гусакова Е.А. Информационное моделирование жизненного цикла проектов высотного строительства // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 1 (112). С. 14–22. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.1.14-22
8. Каракозова И.В., Малыха Г.Г., Павлов А.С., Панин А.С., Теслер Н.Д. Исследование подготовительных работ для использования BIM-технологий на примере проектирования медицинских организаций // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 1. С. 100–111. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.100-111
9. Титова И.Д., Волкодав В.А. История возникновения и развития классификаторов строительной информации // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2020. № 1 (86). С. 20–29. DOI: 10.18720/CUBS.86.2
10. Edirisinghe R., London K. Comparative analysis of international and national level BIM standardization efforts and BIM adoption // Proceeding of the 32nd CIB W78 Conference. Eindhoven, The Netherlands, 2015. Pp. 149–158. URL: https://www.researchgate.net/publication/286496233_Comparative_Analysis_of_International_and_National_Level_BIM_Standardization_Efforts_and_BIM_adoption/
11. Князюк Е.М., Мирза Н.С. Применение строительных классификаторов при информационном моделировании автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1 (8). С. 13–19. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.3
12. Zayton H., Safdari H. The role of interoperability in construction projects. communication and the implementation of CoClass. Master's Thesis in the Master's Programme Design and Construction project management. ACEX30-2018-94. Chalmers University Of Technology, Göteborg, Sweden, 2018. URL: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/256323/256323.pdf>
13. Ekholm A. A critical analysis of international standards for construction classification — results from the development of a new Swedish construction classification system // In Proc. of the 33rd CIB W78 Conference. Brisbane, Australia [5.2B], 2016. URL: https://portal.research.lu.se/portal/files/16339424/2016_10_31_Ekholm_CIB_W78_paper.pdf
14. Koch K., Chan P. Projecting an Information Infrastructure — Shaping a Community // Engineering Project Organization Conference. Colorado, 2013. URL: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/182975/local_182975.pdf
15. Balslev H. Implementing Model Semantics and a (MB)SE Ontology in Civil Engineering & Construction Sector // INCOSE International Symposium. 2015. Vol. 25. Issue 1. Pp. 687–696. DOI: 10.1002/j.2334-5837.2015.00090.x
16. Balslev H. The Reference Designation System (RDS) a common naming convention for systems and their elements // INCOSE International Symposium. 2016. Vol. 26. Issue 1. Pp. 1639–1656. DOI: 10.1002/j.2334-5837.2016.00251.x
17. Скворцов А.В. Обзор международной нормативной базы в сфере BIM // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 2 (7). С. 4–48. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.1
18. Кожара В.Л. Феномен естественной классификации. Новые идеи в научной классификации: коллектив. монография / отв. ред. Ю.И. Мирошников, М.П. Покровский. Екатеринбург : УрО РАН, 2010. Вып. 5. С. 161–189.

Поступила в редакцию 22 марта 2020 г.

Принята в доработанном виде 20 апреля 2020 г.

Одобрена для публикации 28 мая 2020 г.

ОБ АВТОРАХ: Владимир Алексеевич Волкодав — генеральный директор; Научно-инженерный центр цифровизации и проектирования в строительстве (НИЦ ЦПС); 190020, г. Санкт-Петербург, Рижский пр-т, д. 58, корп. 2, литер А, офис 4.24; РИНЦ ID: 1068607; vva@niccps.ru;

Иван Алексеевич Волкодав — кандидат технических наук, директор по науке; Научно-инженерный центр цифровизации и проектирования в строительстве (НИЦ ЦПС); 190020, г. Санкт-Петербург, Рижский пр-т, д. 58, корп. 2, литер А, офис 4.24; РИНЦ ID: 574245; via@niccps.ru.