



УДК 69:004

Э. Г. ЮМАТОВА, д-р пед. наук, зав. кафедрой стандартизации, метрологии и управления в технических системах; Е. А. ЛЮКИНА, студент

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОЕКТНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: yumatova.evelina@gmail.com

Ключевые слова: информационная цифровая модель строительного объекта, требования госэкспертизы, открытые цифровые стандарты, контроль качества.

Рассматриваются проблемы рационального архитектурно-строительного проектирования объектов капитального строительства, отвечающие требованиям учреждений госэкспертизы с применением технологии информационного моделирования. Разработан унифицированный алгоритм информационного моделирования конструкций, материалов строительного объекта и настройки файлов экспорта в открытый формат на примере отечественных программных продуктов Renga и Pilot-Bim.

Цифровизация, направленная на повышение безопасности, качества и удешевление строительства, стала приоритетным направлением развития строительной отрасли. При разработке проектной документации, строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства (ОКС) в планах Минстроя РФ к 2030 году полностью перейти на обязательное применение ТИМ-технологии. Это означает, что учреждения экспертизы будут осуществлять проверку проектов ОКС только в формате цифровой информационной модели (ЦИМ). В первоочередном порядке, начиная с 2024 г., это коснется объектов социальной сферы – административно-деловых, амбулаторно-поликлинических, учебно-воспитательных объектов и многоквартирных домов. При этом доля представленных с применением ТИМ на госэкспертизу проектов должна вырасти к 2030 г. до 50 %. В настоящее время в РФ происходит становление института государственной экспертизы. Учреждены такие государственные автономные учреждения как ГАУ «Московская государственная экспертиза», СПбГАУ «Центр государственной экспертизы», ГАУ Свердловской области, ГАУ НО «Управление госэкспертизы» и др.

Стандартизация процесса формирования ЦИМ ОКС поручена Федеральному центру нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве (ФАО ФЦС). На данный момент разработаны СП, определяющие, по сути, только общие требования к формированию ЦИМ ОКС, а именно: 1) классификатор строительной информации (КСИ), в котором определены коды элементов, строительных изделий, материалов, помещений, зоны, назначения и видов деятельности ЦИМ; 2) формат электронных документов, предоставляемых на экспертизу и обеспечивающий совместимый обмен данными между различными ТИМ-приложениями и расчетными системами (IFC-формат, версии не ниже 4.0, определяется международным



стандартом *ISO 16739-1: 2018*); 3) уровень детализации (не ниже *LOD300*) и порядок проверки ЦИМ ОКС [1, 2].

В результате учреждения экспертизы самостоятельно, с учетом специфики работы в собственном регионе разрабатывают требования к проектам ЦИМ ОКС. Поэтому возникает проблема несоответствия требований различных учреждений экспертизы к: 1) моделированию элементов надземной и подземной частей здания; 2) составу групп элементов для проверки на геометрические коллизии, форме матриц-отчетов о результатах проверки на коллизии и допусков на пересечения (м); 3) зонированию здания; 4) информационному наполнению (наименованию в соответствии с классом *IFC*, типу данных параметров, к группировке параметров в соответствующие стандартные наборы свойств). Сопоставление 1-3 групп параметров и их именовании по классу *IFC*, представляемой в ГАУ Мосгосэкспертиза [3] и СПб ГАУ Центр государственной экспертизы [3] на примере элемента «Перекрытие» (класс *IFCSlab*), показано в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ групп и наименований параметров для элемента «Перекрытие» по требованиям учреждений экспертизы (АС)

ГАУ Мосгосэкспертиза	СПб ГАУ Центр государственной экспертизы
1. <i>Pset_SlabCommon</i> : общие параметры (уклон, звукоизоляция, предел огнестойкости, сопротивление теплопередаче, признак несущей конструкции, признак противопожарной преграды, наружный)	1. <i>Местоположение</i> : номер корпуса, номер секции, этаж <i>Пожарные параметры</i> : предел огнестойкости, тип противопожарной преграды, класс пожарной опасности
2. <i>Qto_SlabBaseQuantities</i> : геометрические параметры (площадь, высота, ширина)	2. <i>Геометрические параметры</i> : толщина, уклон
3. <i>IfcMaterialLayer</i> : параметры материала (код слоя материала, наименование слоя материала, описание, толщина слоя, вентилируемая воздушная прослойка, назначение материала)	3. <i>Строительные параметры</i> : материал, несущий элемент

К проблеме отсутствия единых требований к ЦИМ, представляемых на экспертизу, следует отнести и тот факт, что нет единых требований к выбору ТИМ-программного продукта, которые различаются по инструментальным возможностям и по структуре представления элементов строительных конструкций. Анализ требований различных учреждений экспертизы показал, что большая их часть переходит на отечественные ТИМ-технологии и прежде всего такие, как система моделирования *Renga* и управления проектами в среде общих данных *Pilot-Bim*.

Оценивая технологию *Renga* с точки зрения сложности подготовки ЦИМ к экспертизе, следует отметить следующие основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться проектировщику: во-первых, отсутствие у элементов модели ряда нормативных свойств; во-вторых, недостаток инструментов

моделирования (например, покрытие пола и потолка, витражная система и др.). Для разрешения второй проблемы в процессе моделирования используются инструменты-заменители, такие как, например, «перекрытие» вместо «покрытия», а также сборки и пользовательские профили, что требует переопределения типов объектов по классам *IFC*.

В результате обобщенный алгоритм экспорта ЦИМ из *Renga* в *IFC4* включает на примере раздела АС следующие этапы [4, 5]:

1. Заполнить информацию о проекте (обозначение проекта, стадия, адрес, номер, функциональное назначение и др.) и существующие свойства элементов ЦИМ. Добавить нормативные пользовательские свойства с заданными типами данных по классам *IFC* для таких элементов раздела АС, как стены, перегородки, перекрытия, колонны, балки, двери, окна, лестницы, пандусы, ограждения. Переопределить типы для следующих элементов: стена – навесной фасад; перекрытие – покрытие, потолок, ПЛ; сборка – ЛМ и др.). Заполнить свойства каждого элемента модели.

2. Осуществить «маппирование» – настройку соответствия типов, свойств и расчетных характеристик моделей *Renga* классам *IFC*, т. к. необходимо выгрузить назначенные свойства в конкретный набор. Правила экспорта содержатся в трех файлах: `\export_type.json` (сопоставление типов); `\export_attr_qto_pset.json` (сопоставление параметров); `\export_layer.json` (сопоставление объектов слоям). Выполнить редактирование файлов и экспорт ЦИМ в *IFC4*. В системе *Pilot-Bim* составить отчет по геометрическим коллизиям элементов конструкций с применением фильтров.

Приведем детализацию алгоритма настройки ЦИМ многофункционального многоэтажного здания (рис. 1) по требованиям ГАУ Мосгорэкспертиза на примере: 1) добавления свойств элемента «Перекрытие» на отм. +0.000 (*IfcSlab*); 2) переопределения типа для элемента «Покрытие» (*IfcCovering.FLOORING*); 3) сопоставления нового типа сборки «Витраж» типу *IfcCurtainWall*.

В результате алгоритм настройки ЦИМ модели включает:

1. Определить дополнительные общие параметры (уклон, признаки несущей конструкции, противопожарной преграды и наружный) для редактирования свойств междуэтажного перекрытия на отм. +0.000 (рис. 2).



Рис. 1. Информационная модель здания (АС)

Свойство	Значение
FireRating	REI 45
IfcEntityType	IfcSlab.FLOOR
IfcLayer	A - M - Slab
IfcName	Перекрытие ж\б, 220 мм
NetArea	859,53
Наружный	Нет
Обозначение	ПБ425.20
Признак несущей конструкции	Да
Признак противопожарной преграды	Да
Сопrotивление теплопередаче	4,6 м ² ·с ² /Вт
Уклон	0,00

Рис. 2. Свойства перекрытия на отм. +0.000

Выполнить редактирование файла маппинга – `\export_attr_qto_pset.json` (рис. 3). Уникальные идентификаторы заданы в файле в соответствии с общими свойствами перекрытия и классами *IFC*.

```
"Pset_SlabCommon": {  
  "Reference": "{ff2e904e-04e4-4f6e-b5d4-a6fa7a7d2cda}",  
  "FireRating": "{fbffd940-dc99-4644-9cef-be93b28e6cee}",  
  "PitchAngle": "{278f8c58-cf8b-4428-acc8-4b5a515c1d13}"  
  "LoadBearing": "{79b92eef-42d6-4e2f-bedb-213e8131e47d}",  
  "Compartmentation": "{da721eab-e934-42bf-8f61-98d607f6fe13}",  
  "IsExternal": "{43f1e5c0-84e9-4b72-9f5a-4c1e07307477}",  
  "ThermalTransmittance": "{eb3cbb1b-18ef-4299-aaee-32bc2109e325}"  
}
```

Рис. 3. Фрагмент файла `export_attr_qto_pset` для элемента «Перекрытие»

2. Осуществить переопределение типа элемента «Покрытие» пола или потолка на *IfcCovering* (*.FLOORING* или *.CELLING*), т. к. в системе *Renga* такой инструмент отсутствует, и дополнить свойства перекрытия параметром *IfcEntityType*. Вставить необходимый блок команд в файл маппинга `\export_attr_qto_pset.json` (рис. 4).

```
"IfcCovering": {  
  "attributes": {  
    "Name": "{a4bc7f50-463e-48f6-b829-795d4e0a1160}",  
    "Tag": "{99ffedaa-c1bb-4a48-b9c2-4ecc23866830}" },  
  "psets": {  
    "Pset_CoveringCommon": {  
      "FireRating": "{5c0ffed-5c9b-4540-bd80-6227cf87d635}",  
      "LoadBearing": "{79b92eef-42d6-4e2f-bedb-213e8131e47d}",  
    }  
  }  
}
```

Рис. 4. Фрагмент файла `export_attr_qto_pset` для элемента «Покрытие»

3. Назначить свойства *IfcEntityType* и *IfcName* для всей сборки «Витраж», ее элементов и стилей (рис. 5).

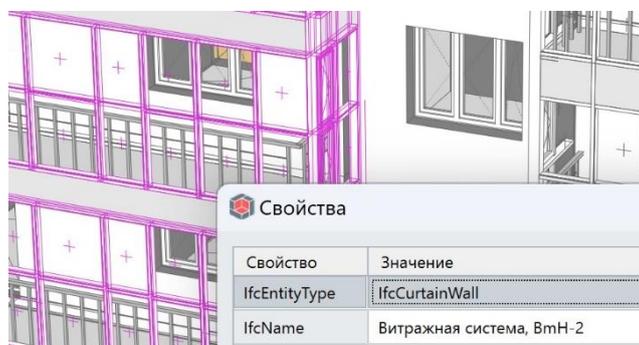


Рис. 5. Введенные свойства элемента – витражная система



Выполнить редактирование файла составления параметров и объектов слоям с добавлением нового типа данных для элемента «Витраж» (рис. 6).

```
"IfcCurtainWall": {  
  "attributes": {  
    "Name": "{100bbec8-f7af-4a19-ac94-ca445b9f4706}",  
    "Tag": "{acfcfb9f-76a5-480d-afb4-ea2b253016ae}" },  
  
  "A-M-Wall": ["IfcWall", "IfcCurtainWall"]
```

Рис. 6. Фрагмент файлов сопоставления параметров и объектов слоям для элемента «Витраж»

Выводы: Стандартизация разработки ЦИМ ОКС предполагает учет требований учреждений экспертизы в части геометрических, расчетных и противопожарных параметров элементов конструкций уже на стадии разработки АС. При этом для уменьшения числа ошибок: во-первых, загрузку материалов и типовых конструкций в ЦИМ необходимо осуществлять из стандартных библиотек производителей; во-вторых, экспорт ЦИМ для ее проверки в систему управления проектами производить в соответствии с разработанным унифицированным алгоритмом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций или (и) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели капитального строительства : постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573842519> (дата обращения: 22.01.22). – Текст : электронный.
2. СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 195 с. – Текст : непосредственный.
3. Требования к информационным моделям объектов капитального строительства. Часть 2. Требования к цифровым моделям архитектурных решений зданий для прохождения экспертизы при использовании технологии информационного моделирования. – 2019. URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/01_ObshietrebovaniyakCMzdanii_40.pdf (дата обращения: 06.06.2023). – Текст : электронный.
4. Применение BIM-системы Renga для создания информационной модели цеха для использования при техническом перевооружении. – Текст : электронный // САПР и графика. – 2020. – № 6 (284). – С. 32–35. – URL: <https://sapr.ru/article/26068> (дата обращения: 06.06.2023).
5. Юматова, Э. Г. Информационное моделирование в строительстве. Технология Revit : учебное пособие для вузов / Э. Г. Юматова. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2022. – 81 с. – ISBN 978-5-528-001418-1. – Текст : непосредственный.
6. Безсольников, М. В. Комплексная разработка архитектурно-строительных решений средствами Cad и Vim-технологий в процессе прохождения производственной практики и научно-исследовательской работы / М. В. Безсольников, Э. Г. Юматова // IX Всероссийский фестиваль науки : сборник докладов : в 2 томах. Том 2 /



Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2020. – С. 337–341. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42331543> (дата обращения: 06.06.2023).

YUMATOVA Evelina Gennadevna, doctor of pedagogical sciences, associate professor, holder of the chair of standardization, metrology and management in technical systems; LYUKINA Ekaterina Andreevna, student

STANDARDIZATION OF QUALITY CONTROL OF DESIGN WORKS IN CONSTRUCTION USING INFORMATION MODELING TECHNOLOGY

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7(831)433-64-96;
e-mail: yumatova.evelina@gmail.com

Key words: information digital model, state expertise requirements, open digital standards, quality control.

The article presents the problems of rational architectural and construction design of capital construction facilities that meet the requirements of State Expertise institutions, using information modeling technology. A standard algorithm for information modeling of structures, materials of a construction object and setting up export files in an open format using software products Renga and Pilot-Bim was developed.

REFERENCES

1. Ob ustanovlenii sluchaya, pri kotorom zastroyschikom, tekhnicheskim zakazchikom, litsom, obespechivayuschim ili osuschestvlyayuschim podgotovku obosnovaniya investitsiy ili (i) litsom, otvetstvennym za ekspluatatsiyu obekta kapitalnogo stroitelstva, obespechivayutsya formirovanie i vedenie informatsionnoy modeli kapitalnogo stroitelstva [On the establishment of a case in which the developer, technical customer, the person providing or preparing the justification of investments or (and) the person responsible for the operation of the capital construction facility is provided with the formation and maintenance of an information model of capital construction] : postanovlenie Pravitelstva RF ot 5.03.2021 g. № 331. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573842519>.
2. SP 333.1325800.2020. Informatsionnoe modelirovanie v stroitelstve. Pravila formirovaniya informatsionnoy modeli obektov na razlichnykh stadiyakh zhiznennogo tsikla [Information modeling in construction. Rules for the formation of an information model of objects at various stages of the life cycle]. – Moscow : Standartinform, 2021. – 195 p.
3. Trebovaniya k informatsionnym modelyam obektov kapitalnogo stroitelstva. Chast 2. Trebovaniya k tsifrovym modelyam arkhitekturnykh resheniy zdaniy dlya prokhozheniya ekspertizy pri ispolzovanii tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya [Requirements for information models of capital construction facilities. Part 2. Requirements for digital models of architectural solutions of buildings for examination when using information modeling technology]. – 2019. URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/1115/01_ObshietrebovaniyakCMzdaniy_40.pdf.
4. Primenenie BIM-sistemy Renga dlya sozdaniya informatsionnoy modeli tsekha dlya ispolzovaniya pri tekhnicheskom perevooruzhenii [Using the Renga BIM system to create a workshop information model for use in technical re-equipment] // SAPR i grafika [CAD and Graphics]. – 2020. – № 6(284). – P. 32–35. – URL: <https://sapr.ru/article/26068>.



5. Yumatova E. G. Informatsionnoe modelirovanie v stroitelstve. Tekhnologiya Revit [Information modeling in construction. Revit Technology] : ucheb. pos. dlya vuzov. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2022. – 81 p.: ISBN 978-5-528-001418-1.

6. Bezsolnov M. V., Yumatova E. G. Kompleksnaya razrabotka arkhitekturno-stroitelnykh resheniy sredstvami Cad i Bim-tekhnologiy v protsesse prokhozheniya proizvodstvennoy praktiki i nauchno-issledovatel'skoy raboty [Complex development of architectural and construction solutions by means of Cad and Bim-technologies in the process of passing production practice and research work] // IX Vserossiyskiy festival nauki: sbornik dokladov v 2-kh t. – Vol. 2. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. – Nizhny Novgorod: 2020. – P. 337–341. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42331543>.

© Э. Г. Юматова, Е. А. Люкина, 2023

Получено: 08.06.2023 г.