

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Н. В. Горовой, К. А. Шумилов

Горовой Никита Владимирович, ассистент кафедры информатики, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: + 7 (999) 537-23-60; e-mail: ngorovoy@lan.spbgasu.ru;

Шумилов Константин Августович, доцент кафедры информатики, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: + 7 (931) 2248950; e-mail: shkas56@mail.ru

В данной статье рассматривается сравнительный анализ отечественных требований к разработке информационных моделей на примере документации, опубликованной Санкт-Петербургским центром государственной экспертизы и Московской государственной экспертизы. В статье представлены наборы различных характеристик, приведен анализ и сопоставление отечественных и зарубежных нормативных требований. В результате проведенного анализа сформирован вывод о сложившейся ситуации в сфере требований к информационному моделированию зданий и сооружений в России.

Ключевые слова: технологии информационного моделирования, Building Information Model, открытый формат данных, экспертиза, цифровая информационная модель, объект капитального строительства.

DOMESTIC REQUIREMENTS FOR THE DEVELOPMENT OF INFORMATION MODELS

N. V. Gorovoy, K. A. Shumilov

Gorovoy Nikita Vladimirovich, Assistant of the Department of Computer Science, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russian Federation, phone: +7 (999) 537-23-60; e-mail: ngorovoy@lan.spbgasu.ru;

Shumilov Konstantin Augustovich, Docent of the Department of Computer Science, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russian Federation, phone: + 7 (931) 224-89-50; e-mail: shkas56@mail.ru

This article discusses a comparative analysis of domestic requirements for the development of information models using the example of documentation published by the St. Petersburg Center for State Expertise and the Moscow State Expertise. The article presents sets of different characteristics, provides an analysis and comparison of domestic and foreign regulatory requirements. As a result of the analysis, a conclusion was formed about the current situation in the field of requirements for information modeling of buildings and structures in Russia.

Keywords: Information Modeling Technologies, Building Information Model, open data format, expertise, digital information model, capital construction facility.

Введение

Процесс внедрения технологий информационного моделирования при проектировании в Российской Федерации начался лишь в начале XXI века, в то время как в других странах технологии Building Information Model (далее – BIM) проектирования начали изучать еще в середине 80-ых годов XX века [1].

Первые плоды перехода строительной сферы на рельсы ТИМ технологий начались еще в марте 2014 года. Внедрение технологий информационного моделирования (далее – ТИМ-технологии) осуществляется при контроле со стороны государства. В процессе перехода к ТИМ в строительстве, Государственный Экспертный Совет при президенте Российской Федерации принял активное участие в разработке и утверждении плана адаптации BIM-технологий [2–3]. Этот план включал в себя не только технические аспекты внедрения, но и нормативные меры по контролю и стимулированию процесса. Следует отметить, что уровень государственного внимания к вопросам информационного моделирования привел к разработке и введению в действие правил формирования информационной модели в строительстве

Регулирование и стандартизация в области информационного моделирования. Системное внедрение ТИМ в российскую строительную практику сопровождалось выходом в 2021 году СП 333.1325800.2020, которое регламентирует

процесс формирования информационной модели на различных стадиях объекта. Данное регламентирование обеспечивает стандартизированный подход к информационному моделированию и создает основу для единообразного понимания требований и ожиданий в отношении информационных моделей. Помимо этого, в марте 2021 года вышло Постановление Правительства № 331, которое подразумевает применение BIM технологий для объектов строительства, финансируемых из государственного бюджета любого уровня. Следовательно государственная экспертиза Москвы и Санкт-Петербурга начинает прием 3D моделей для проверки с 1 января 2022 года. В указанных условиях актуальна подготовка информационных моделей к экспертной проверке, а также подготовка кадров для внедрения технологий информационного моделирования [4–8].

Так как Главгосэкспертиза России не предоставила единого формата требований к информационным моделям в открытом формате данных, различные субъекты Российской Федерации разработали собственные требования. Первыми свои требования разработали Санкт-Петербургский центр государственной экспертизы и Московская государственная экспертиза, которые и будут рассмотрены в данной публикации.

Сравнительный анализ стандартов информационного моделирования. Санкт-Петербургский центр государственной экспертизы и Московская

государственная экспертиза разработали собственные требования к информационным моделям, учитывая особенности российского строительства. Вместе с тем, анализ этих требований позволяет выявить сходства и различия с международными стандартами, такими как ISO 16739, что обеспечивает перспективы для дальнейшего совершенствования отечественных стандартов.

В условиях активного внедрения ТИМ в строительство России необходимо уделять особое внимание стандартизации, регулированию и контролю со стороны государства. Это способствует устойчивому развитию отрасли, обеспечивая единые требования к информационным моделям и стимулируя профессиональное развитие кадров. При этом сравнительный анализ с международными стандартами дает возможность выявления лучших практик и их интеграции в отечественные нормативные документы, обеспечивая высокий уровень качества информационного моделирования в строительстве России.

Материалы и методы

Для представления более широкого спектра сравнительного анализа в ходе исследования принято решение рассматривать не только общие требования к информационным моделям объектов капитального строительства, но и требования к цифровым информационным моделям (далее – ЦИМ) для раздела «Архитектурные решения».

Все требования для удобства анализа были сгруппированы в следующий список:

- 1) область применения;
- 2) общие требования;
- 3) дополнительные требования;
- 4) требования к именованию;
- 5) общие требования к ЦИМ;
- 6) требования к элементам ЦИМ;
- 7) соответствие классов IFC основным категориям элементов ЦИМ.

1. Область применения

Для удобства прочтения перечень области применения для объектов капитального строительства (далее – ОКС) с различным функциональным назначением представлен в табличном виде. Весь перечень представлен в таблице 1.

Таблица 1

Функциональные назначения ОКС

Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Административно-деловые объекты	Административно-деловые объекты
Многоквартирные дома	Амбулаторно-поликлинические объекты
Лечебно-оздоровительные объекты	Многоквартирные жилые дома
Учебно-воспитательные объекты	Учебно-воспитательные объекты
Учебно-образовательные объекты	
Социально-реабилитационные объекты	
Спортивно-рекреационные объекты	

Стоит отметить, что в требованиях Московской Государственной Экспертизы есть дополнительные пункты, в которых указывается, что данные требования применяются только к внутренним инженерным системам и не распространяются на инженерные системы местности с наружными внутриплощадочными сетями.

Помимо объектов капитального строительства Московская государственная экспертиза и Санкт-

Петербургская государственная экспертиза также проводят проверку линейных объектов капитального строительства.

2. Общие требования

Общие требования включают в себя разнообразные наборы требований к файлам, представляющимся на проверку совместно с ЦИМ и указаны в таблице 2.

Таблица 2

Общие требования

Пункт требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Электронный формат IFC 2 × 3	-	+
Электронный формат IFC 4	+	+
Требования к MVD	-	+
Ведомость ЦИМ	+	+
Отчеты по коллизиям	+	+
Требования к координации	+	+
Требования к размеру файлов	+	+
Требования к обеспечению юридической значимости	+	+
Требования к единицам измерений	+	+
Типы этажей и их подсчет	+	+

Стоит уточнить, что в самой нормативной документации общие требования сформированы не единым списком, а разбросаны по всей документации, в связи с чем усложняется ее структурирование и прочтение в процессе подготовки.

3. Дополнительные требования

К дополнительным пунктам решено отнести требования по отсутствию коллизий, к которым

уделено особое внимание в общих требованиях при сдаче проекта обеих государственных экспертиз.

Помимо матриц коллизий в требованиях по отсутствию коллизий у Московской государственной экспертизы есть допуск на пересечение элементов на величину более 80 мм.

Междисциплинарные и глобальные коллизии	
Коллизии на самопересечение	

	AP	KP	BK	Boтa	Bcнaб	O	ЭC	CC	XC	ДУ	ПТ	ТХ
AP												
KP												
BK												
Boтa												
Bcнaб												
O												
ЭC												
CC												
XC												
ДУ												
ПТ												
ТХ												

Рис. 1. Матрица коллизий Московской государственной экспертизы

Матрица коллизий	AP										KP				OB	BK	ПТ	ЭC	CC	ТХ								
	Стены	Перегородки, витражи	Полы	Потолки	Внутренняя отделка стен	Двери	Окна	Лестницы	Кровля	Перекрытия	Фасадные системы	Стены	Перекрытия	Несущие колонны	Балки	Лестницы	Фундаменты	Проемы	Воздуховоды	Оборудование	Трубы, фитинги, коллекторы	Трубы, фитинги, сантехника	Трубы, фитинги	Лотки, соединительные детали	Лотки	Оборудование	Оборудование, трубы	
AP	Стены																											
AP	Перегородки, витражи																											
AP	Полы																											
AP	Потолки																											
AP	Внутренняя отделка стен																											
AP	Двери																											
AP	Окна																											
AP	Лестницы																											
AP	Кровля																											
AP	Перекрытия																											
AP	Фасадные системы																											
KP	Стены																											
KP	Перекрытия																											
KP	Несущие колонны																											
KP	Балки																											
KP	Лестницы																											
KP	Фундаменты																											
KP	Проемы																											
OB	Воздуховоды																											
OB	Оборудование																											
BK	Трубы, фитинги, коллекторы																											
BK	Трубы, фитинги, сантехника																											
ПТ	Трубы, фитинги																											
ЭC	Лотки, соединительные детали																											
CC	Лотки																											
CC	Оборудование																											
ТХ	Оборудование, трубы																											

	Пересечения 1 приоритета (критические)
	Пересечения 2 приоритета
	Пересечения с учетом зон открывания
	Пересечения с учетом эксплуатационных зон обслуживания
	Самопересечения, дублирование
	Не проверяются

Рис. 2. Матрица коллизий Санкт-Петербургской государственной экспертизы

4. Требования к именованию
Требования к именованию проектов присутствуют в обеих экспертизах и выделены в

отдельные пункты. Требования к именованию проектов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Требования к именованию проекта

Пункт требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Шифр проекта	–	+
Корпус	+	+
Секция	+	+
Код модели/системы	+	–
Раздел/подраздел	–	+
Стадия проекта	+	+
Наименование и версия ПО	+	–

Помимо самих требований к именованию проекта в Московской государственной экспертизе присутствует приложение Б, в котором описыва-

ются коды наименования и версий ПО, используемых для моделирования ЦИМ.

Наименование ПО	Код ПО	Обозначение версии ПО	Пример кода
ARCHICAD	A	Не ниже 21	A22
Revit	R	Не ниже 2017	R19
Aecosim Building Designer v8i	V	Не ниже v8i	V8i
Tekla	T	Не ниже 2017	T17
Allplan	Al	Не ниже 2016	Al16
Renga	Rn	Не ниже 2.1	Rn21
NanoCAD	N	Не ниже 5.0	N6

Рис. 3. Приложение Б. Коды наименования и версий ПО

5. Общие требования к ЦИМ

Общие требования к ЦИМ ОКС имеют следующий набор атрибутивной информации, представленный в таблице 4.

Помимо наборов атрибутивной информации для проекта, в обеих государственных экспертизах

также присутствуют требования для уровней проекта, со следующими наборами атрибутивной информацией, представленными в таблице 5.

Таблица 4

Набор атрибутивной информации проекта

Пункт требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Вид строительства	+	–
Степень огнестойкости	+	–
Адрес	+	–
Отметка нуля проекта	+	–
Отметка уровня земли	+	–
Проектировщик	+	–
Заказчик	+	–
Наименование проекта	+	–
Наименование объекта	+	–
Шифр проекта	+	–
Корпус	+	–
Номер секции	+	–
Количество секций	+	–
Назначение объекта	+	–
Участок	–	+
Здание	–	+
Уровень	–	+
Координационные оси	–	+

Таблица 5

Наборы атрибутивной информации уровней

Пункт требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Имя этажа	+	–
Отметка уровня	+	–
Надземный уровень	+	–
Базовый уровень	+	–
Системы пожаротушения	+	–
Наличие АУПТ	+	–
Уровень комфорта	+	–
Код уровня	–	+
Отметка	–	+



6. Требования к элементам ЦИМ

Требования к элементам ЦИМ рассмотрены на примере раздела «Архитектурные решения» и имеют соответствующую схожесть с остальными элементами ЦИМ.

Требования к ЦИМ имеют следующие наборы требований, представленных в таблице 6.

Помимо требований к элементам ЦИМ следует привести и таблицу моделируемых категорий элементов модели. Наборы категорий элементов представлены в таблице 7.

Таблица 6

Наборы требований к элементам ЦИМ

Пункт требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Элементы ЦИМ для раздела	+	+
Соответствие элементов классам IFC	+	+
Примеры моделирования элементов ЦИМ для раздела	+	+
Наименование и описание параметров IFC	+	+
Группировка параметров IFC	+	+
Примеры наименование зон и помещений	+	+
Типы открывания дверей	+	+
Типы открывания окон	+	-
Требования к перечню ТЭП	+	-

Таблица 7

Наборы категорий элементов

Пункт требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Стены и перегородки	+	+
Отделка стен	+	+
Перекрытия	+	+
Полы. Потолки	+	+
Колонны	+	+
Балки	+	+
Крыша	+	+
Двери, окна, люки	+	+
Зона открывания двери	+	-
Навесные фасады, панели и витражи	+	+
Лестницы	+	+
Пандусы и рампы	+	+
Ограждения	+	+
Вертикальный транспорт	+	+
Зона обслуживания оборудования	+	-
Мебель	+	-
Наружная водосточная система	+	-
Термоизоляция, звукоизоляция	-	+
Проемы, отверстия, ниша	-	+
Наличник	-	+
Подоконник, откос, отлив	-	+
Шахта	-	+
Помещения	-	+
Пути прохода/эвакуации/движения людей	-	+
Сборки	+	-

Стоит отметить, что некоторые категории элементов в нормативных документах могут отличаться. Например, в требования Московской государственной экспертизы пункт требований для Дверей, окон и люков объединен в одну категорию, аналогичные категории элементов в Санкт-Петербургской государственной экспертизе разбиты на несколько категорий, таких как «Окна и балконные блоки» и «Дверь, ворота, люк».

На примере элемента «Стена» с классом IFC Wall в разделе «Архитектурные решения» рассмотрены наборы атрибутивной информации, необходимые для сдачи объекта на проверку. Наборы атрибутивной информации представлены для каждой экспертизы отдельно.

Требования к параметрам элементов «Стена» Санкт-Петербургским центром государственной экспертизы:

- местоположение:
 - номер корпуса,
 - номер секции,
 - этаж;
- маркировка:
 - позиция,
 - обозначение,
 - наименование;
- геометрические параметры:
 - толщина,
 - длина,
 - объем,
 - высота;

- пожарные параметры:
 - предел огнестойкости,
 - противопожарная перегородка,
 - тип противопожарной перегородки,
 - класс пожарной опасности;
- теплофизические параметры:
 - сопротивление теплопередаче,
 - воздухопроницаемость,
 - звукоизоляция;
- строительные параметры:
 - материал,
 - несущий элемент,
 - наружная;

Требования к параметрам элементов «Стена» Московского центра государственной экспертизы:

- Pset_WallCommon:
 - звукоизоляция,
 - признак несущей конструкции,
 - предел огнестойкости,
 - сопротивление теплопередаче,
 - признак противопожарной преграды,
 - наружный;
- Pset_ExpCheck:
 - код элемента,
 - наименование,
 - описание,
 - марка элемента,

- обозначение,
- код материала несущей конструкции,
- наименование материала,
- сопротивление воздухопроницанию,
- класс пожарной опасности конструкции,
- тип противопожарной преграды,
- вес;

- IfcMaterialLayer:
 - код слоя материала,
 - наименование слоя материала,
 - описание,
 - толщина слоя,
 - вентилируемая воздушная прослойка,
 - назначение материала.

7. Соответствие классов IFC основным категориям элементов ЦИМ.

В требованиях к элементам ЦИМ раздела «Архитектурные решения» помимо требований к атрибутивной информации есть также требования на соответствия классам IFC [9–10].

Требования к сопоставлению классам IFC раздела «Архитектурные решения» представлены в таблице 8.

Стоит уточнить, что для сборных элементов ЦИМ раздела «Архитектурные решения» у Санкт-Петербургской государственной экспертизы есть свои требования, представленные в таблице 9.

Таблица 8

Требования к сопоставлениям классов IFC

Московская государственная экспертиза		Санкт-Петербургская государственная экспертиза	
Категория элемента	Класс IFC	Категория элемента	Класс IFC
Здание, корпус	IfcBuilding	Стена	IfcWall
Уровень, этаж	IfcBuildingStorey	Перекрытие	IfcSlab
Помещения, зоны, пространства	IFCSpace	Отделка стен	IfcCovering / IfcCovering.CLADDING
Наружные стены, внутренние стены, перегородки	IfcWall	Пол	IfcCovering / IfcCovering.FLOORING
Перекрытия: <ul style="list-style-type: none"> • этажа • кровли • лестничных клеток • фундаментная плита 	<ul style="list-style-type: none"> • IfcSlab, тип FLOOR • IfcSlab, тип ROOF • IfcSlab, тип LANDING • IfcSlab, тип BASESLAB 	Потолок	IfcCovering / IfcCovering.CEILING
Элементы покрытий: <ul style="list-style-type: none"> • потолок • покрытия пола • облицовка • покрытия крыши • лепнина, молдинг • плинтус 	<ul style="list-style-type: none"> • IfcCovering, тип CEILING • IfcCovering, тип FLOORING • IfcCovering, тип CLADDING • IfcCovering, тип ROOFING • IfcCovering, тип MOLDING • IfcCovering, тип SKIRTINGBOARD • IfcCovering, тип INSULATION • IfcCovering, тип MEMBRANE 	Кровля	IfcCovering / IfcCovering.ROOFING
Навесные фасады, панели, витражи	IfcCurtainWall	Термоизоляция	IfcCovering
Колонны, базы, капители, пилоны и пр.	IfcColumn	Звукоизоляция	IfcCovering.INSULATION
балки, ригели, капители, перемычки и пр.	IfcBeam	Проем, отверстие, ниша	IfcOpeningElement
Связи, раскосы	IfcMember	Дверь, ворота, люк	IfcDoor
Пластины, косынки	IfcPlate	Наличник	IfcCovering
Сборки, сборные конструкции (лестницы, фермы, каркасы)	IfcElementAssembly	Окно, балконная дверь	IfcWindow
Двери	IFCDoor	Подоконник, откос, отлив	IfcCovering
Окна	IFCWindow	Ограждение	IfcRailing
Проемы	IfcOpeningElement	Колонна	IfcColumn

Продолжение таблицы 8

Московская государственная экспертиза		Санкт-Петербургская государственная экспертиза	
Категория элемента	Класс IFC	Категория элемента	Класс IFC
Лестницы	IFCStair	Балка	IfcBeam
Лестничные марши	IfcStairFlight	Шахта	IfcSpace
Перила, ограждения	IFCRailing	Помещение	IfcSpace
Рампы, пандусы	IFCRamp	Пути прохода/ эвакуации/ движения лю- дей	IfcBuilding ElementProxy
Марши рампы, пандусов	IfcRampFlight	Подъемно-транспортное оборудование	IfcTransportElement
Крыши	IfcRoof		
Затеняющие устройства (козырьки, ставни, жалюзи и др.)	IfcShadingDevice		
Вертикальный транспорт, транспортное оборудование	IfcTransportElement		
Мебель	IfcFurnishing		

Таблица 9

Соответствие сборных элементов классам IFC

Витражная система / Навесной вентилируемый фасад / Сборные сантехнические перегородки	
Общая сборка	IfcCurtainWall
Светопрозрачные элементы	IfcWindow
Двери	IfcDoor
Непрозрачные элементы; глухие панели	IfcPlate
Импосты витража; система каркаса; иные элементы	IfcMember
Лестница	
Общая сборка	IfcStair
Лестничный марш	IfcStairFlight
Лестничная площадка	IfcSlab
Ограждение	IfcRailing
Пол; Иная отделка	IfcCovering
Балка	IfcBeam
Крепежные элементы	IfcMechanicalFastener
Соединительные пластины	IfcPlate
Иные элементы	IfcMember
Пандус / Рампа / Ступопандус	
Общая сборка	IfcRamp
Пролет пандуса	IfcRampFlight
Площадка	IfcSlab
Ограждение	IfcRailing
Пол; иная отделка	IfcCovering
Балка	IfcBeam
Крепежные элементы	IfcMechanicalFastener
Соединительные пластины	IfcPlate
Иные элементы	IfcMember
Крыша	
Общая сборка	IfcRoof
Иные элементы	В соответствии с Таблицей 3.1.

Результаты

1. Область применения

К сожалению, области применения по функциональному назначению сильно разнятся у обеих государственных экспертиз, но помимо этого также есть различия и в разделах проектной документации, информационные модели которых проходят проверку в экспертизе. Также присутствуют и различия в составе документации для проверки линейных объектов.

2. Общие требования

Большое количество общих требований, которые по-разному структурированы в различных нормативных документах, создают определенные барьеры для усвоения нормативной документации. Помимо огромного количества общих требований, стоит также отметить, что они являются довольно разнообразными. Одним из первых и существенных

отличий стоит выделить отсутствие принятия в Московскую государственную экспертизу информационных моделей, разработанных в формате IFC 2 × 3, так как не все программные продукты имеют возможности экспорта IFC 4.0.2.1 [11].

Помимо этого, также стоит отметить, что в требованиях Московской государственной экспертизы нет требований MVD. Требования Model View Definition отвечают за представление геометрии в том или ином виде. В зависимости от требований MVD геометрическое тело может быть представлено несколькими способами, начиная от точки в пространстве и заканчивая сложной триангуляционной высокополигональной моделью. Для моделей формата IFC 4 существует семь наборов требований MVD, два из которых полноценно используются и имеют статус завершенных (рис. 4).

IFC Schema	MVD Name	Status	Documentation	Summary
IFC4 ADD2 TC1	IFC4Precast	Final	Full documentation (zip)	Exchange of geometric information between CAD and MES systems for automated production of precast building components.
IFC4.2	Bridge Construction View	Draft	BRie 2017.10.24	Build and maintain bridges.
IFC4 ADD2 TC1	Reference View	Final	RV 1.2 HTML RV_1-2.mvdxml	Simplified geometric and relational representation of spatial and physical components to reference model information for design coordination between architectural, structural, and building services (MEP) domains
IFC4 ADD2 TC1	Design Transfer View	Draft	DTV 1.1	Advanced geometric and relational representation of spatial and physical components to enable the transfer of model information from one tool to another. Not a "round-trip" transfer, but a higher fidelity one-way transfer of data and responsibility.
IFC4 ADD2 TC1	Quantity Takeoff View	Draft	mvdXML	Estimate and track construction materials and costs.
IFC4 ADD2 TC1	Energy Analysis View	Draft	EV	Estimate and track energy usage and costs.
IFC4 ADD2 TC1	Product Library View	Draft	LV 0.1	Manufacturer product information and configurations.

Рис. 4. База данных MVD

Стоит также отметить, что в нормативных документах отличаются требования к координации файлов. Помимо общих требований к привязкам разбивочных осей (1 и А) и уровням с отметкой 0.000 в требованиях Московской Государственной экспертизы есть пункт, в котором при наличии в модели двух или более файлов для каждой ЦИМ должна быть представлена координационная модель, содержащая координаты базовой точки и точки съемки. При этом понятие «Точка съемки» присутствует только в программном продукте Autodesk Revit [12–13].

3. Дополнительные требования

Описание данных требований сильно различается в обоих случаях. Московская государственная экспертиза помимо матрицы коллизий описывает допуск проектных ошибок, предел которых не превышает 80 мм, в то время как в Санкт-Петербургской государственной экспертизе данное требование отсутствует, что усложняет проверку. Но стоит отметить, что и допуск 80 мм является достаточно большим, в то время как различные не государственные компании по своим BIM стандартам имеют допуски 20–30 мм в зависимости от раздела проектирования.

Приведенные в нормативной документации матрицы коллизий также имеют много различий и противоречий. Например, матрица коллизий от Московской государственной экспертизы (рис. 1) имеет только требования на междисциплинарные и глобальные коллизии, а также коллизии на самопересечения. Минус данного подхода – в отсутствии классов элементов, подлежащих проверке, так как отсутствие даже одного класса при проверке может сильно повлиять на количество коллизий в проекте.

4. Требования к именованию

Требования к именованию проекта разнятся друг от друга. Помимо структуры именованного файла есть различия и в допустимых к использованию символах.

Существенной ошибкой является приложение Б Московской Государственной экспертизы, в котором представлен перечень программных продуктов «наиболее часто применяемого для разработки цифровых информационных моделей ОКС в России». Стоит уточнить, что из перечня,

предоставленного в нормативной документации, официально свое присутствие на рынке программных продуктов Российской Федерации сохранили всего два продукта – это Renga и NanoCad [14].

Помимо вышеперечисленного стоит отметить, что требования Санкт-Петербургской государственной экспертизы совпадают со спецификацией IFC и содержат следующую структуру, представленную на рисунке 5 [15].

5. Общие требования к ЦИМ

В данном пункте наглядно показана разница подходов в нормативной документации рассматриваемых государственных экспертиз. Санкт-Петербургская государственная экспертиза придерживается структуры проекта спецификации IFC международного стандарта, представленного на рисунке 5, в то время как Московская государственная экспертиза вводит дополнительные требования к атрибутивной информации раздела проект.

Разницу в подходах можно оценить как в количестве атрибутивной информации, так и в группировке параметров. Санкт-Петербургская экспертиза требует общий набор атрибутов, придерживаясь иерархии IFCSite/IFCBuilding/IFCBuildingStorey/IFCElement, в то время как Московская Государственная экспертиза требует объединения параметров проекта по группам «Общие параметры (Pset_BuildingCommon)» и «Дополнительные параметры (ExpCheck_Building)». Обширное разнообразие дополнительных параметров усложняет процесс моделирования зданий и сооружений специалистам по информационному моделированию и простым проектировщикам, так как все дополнительные параметры увеличивают объем времени, затрачиваемый на заполнение атрибутивной информации.

Помимо этого, присутствует и разница в требованиях к заполнению информации проекта. Московская Государственная экспертиза предоставляет требования к следующим параметрам: Наименование параметра, Имя параметра IFC, Тип, Примечания, в то время как Санкт-Петербургская государственная экспертиза требует: Наименование элемента, Описание, Класс IFC, не требуя тип описания параметра, что также может двояко трактоваться при прохождении экспертизы.

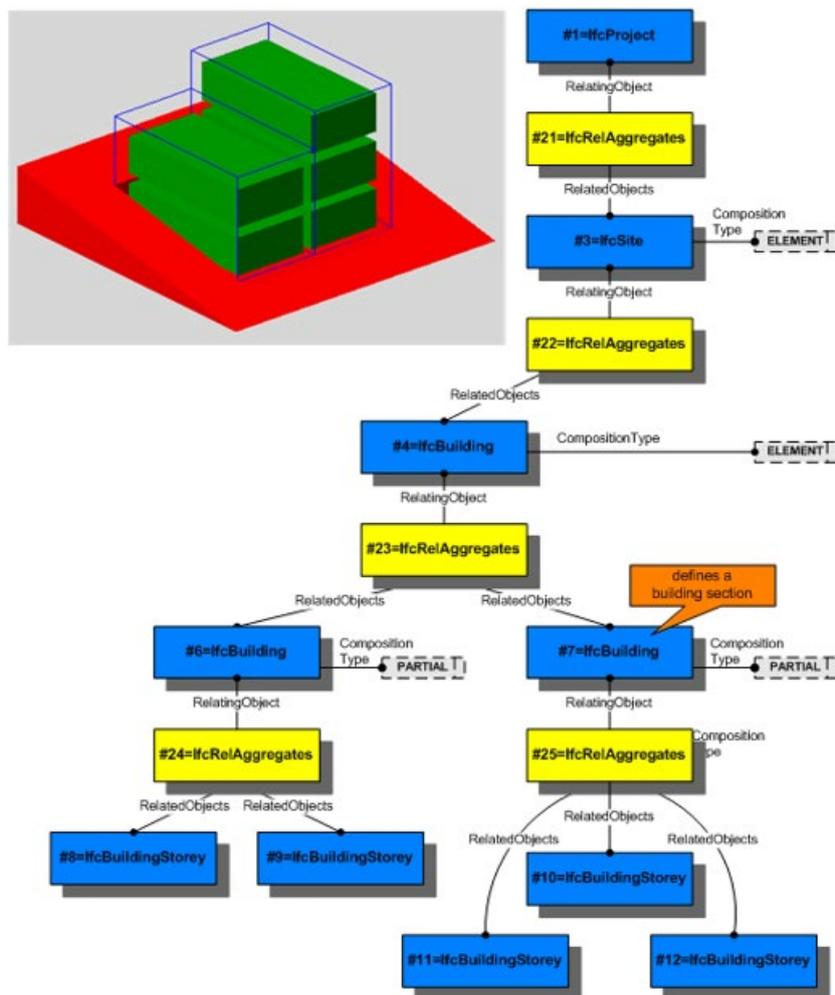


Рис. 5. Организация структуры проекта

Существенная разница также присутствует и при заполнении параметров уровня проекта. Помимо разницы в количестве параметров также присутствует аналогичная проблема с типами параметров.

6. Требования к элементам ЦИМ

В данном разделе стоит отметить, что в Санкт-Петербургской государственной экспертизе отсутствуют требования к предоставляемым технико-экономическим показателям. В остальных пунктах требования являются идентичными, чего нельзя сказать о проектируемых категориях элементов. Одна треть из заявленных категорий элементов не сопоставляются друг с другом, что в очередной раз дает лишнюю нагрузку на проектировщиков и специалистов BIM отделов.

Помимо отличий в проектируемых категориях элементов, существенная разница присутствует и в требуемой атрибутивной информации. Необходимое количество атрибутов отличается друг от друга как количеством, так и информацией, которую необходимо представить проектировщикам, что в очередной раз усложняет процесс. Отличается в данном пункте и группировка параметров. Санкт-Петербургская государственная экспертиза снова ссылается на требования стандартной спецификации открытых форматов данных, тогда как

у Московской государственной экспертизы появляются дополнительные параметры в группировке «Pset_ExpCheck».

Помимо вышеперечисленного стоит отметить, что в разделе «Архитектурные решения» Московской государственной экспертизы представлены категории элементов и параметры, принадлежащие разделу проектирования «Конструктивные решения». Например, в требуемых параметрах к классу IFCWall присутствует параметр «Вес», который необходим для конструктивных решений зданий и сооружений.

7. Соответствие классов IFC основным категориям элементов ЦИМ

В требованиях к соответствию классов IFC также, как и во всех остальных пунктах есть отличия в требованиях, хотя и все классы у всех категорий названы в соответствии с их сущностями в стандартной спецификации открытых форматов данных, но присутствуют отличия в подтипах классов. У Санкт-Петербургской государственной экспертизы они требуются только в пяти случаях (см. табл. 8), в то время как у Московской государственной экспертизы они требуются в более чем десяти случаях.

Надо понимать, что процесс сопоставления элементов классам и подтипам IFC – процесс трудоемкий, от которого зависит подход к проектированию элементов в различных программных продуктах. Не

все программные продукты позволяют переопределить класс IFC. Это означает, что проектировщик в начале моделирования должен понимать, в какую из государственных экспертиз он готовит модель, и даже если это типовая застройка, то моделируемые проекты будут отличаться как наборами необходимых категорий для проектирования, так и подтипами классов IFC.

Вывод

В результате проведенного сравнительного анализа обеих государственных экспертиз стоит отметить различия в каждой группе сравнений. Это вызывает ряд проблем в процессе подготовки и прохождения экспертизы. Данные минусы для каждой из экспертиз сформированы на основании каждой из групп сравнения и представлены в таблице 10.

Таблица 10

Результаты сравнительного анализа

Группировка требований	Московская государственная экспертиза	Санкт-Петербургская государственная экспертиза
Область применения	Отсутствие требований по моделированию окружающей застройки	Малая выборка объектов различного функционального назначения
Общие требования	1) Отсутствие формата IFC2 x 3; 2) отсутствие требований MVD	Отсутствие требований по координационным моделям
Дополнительные требования	1) отсутствие подробной матрицы коллизий; 2) обобщенные параметры допуска проверки на коллизии всех разделов; 3) чрезмерная ориентация на санкционное ПО	1) Отсутствие информации по параметрам допуска на проверку коллизий
Требования к именованию	Представлены отличающиеся друг от друга требования	
Общие требования к ЦИМ	1) Наличие дополнительных требований к проекту, в отличие от Санкт-Петербургской государственной экспертизы и аналогичных зарубежных требований	1) Отсутствие параметров типа для атрибутивной информации проекта
Требования к элементам ЦИМ	1) Представлены отличающиеся друг от друга требования; 2) в разделе «архитектурные решения» представлены категории элемента и параметров «конструктивные решения»	1) Представлены отличающиеся друг от друга требования
Соответствие классов IFC основным категориям элементов ЦИМ	Представлены отличающиеся друг от друга требования подтипов IFC	

Все вышеперечисленное указывает на кардинальные отличия требований двух государственных экспертиз, которые первыми в Российской Федерации выпустили свои требования к информационным моделям и являются примером для остальных субъектов Российской Федерации, на которые ориентируются все остальные регионы.

Помимо вышеперечисленного стоит отметить, что ни одна из государственных экспертиз не представила программный продукт, на основе которого будут проводиться проверки информационных моделей, что может вызвать проблемы при

формировании маппинга классов IFC [16–17] и прочтении атрибутивных параметров. Например, при проверке в CadLib [18–20] дублирующиеся параметры не группируются, в то время как в Pilot-BIM [21–22] и Autodesk Naviswork [23] данные параметры считывают.

Все вышеперечисленное указывает на то, что Главная государственная экспертиза должна выпустить свои требования и рекомендации для всех государственных экспертиз, позволяющие структурировать и стандартизировать проверки информационных моделей объектов капитального строительства.

Список литературы

1. Козленко Т. А. Исторические предпосылки информационного моделирования / Т. А. Козленко, С. В. Придвижкин, А. В. Белькевич, К. В. Мальцева // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 6 (108). – С. 97–101.
2. Чегодаева М. А. Этапы формирования и перспективы развития BIM-технологий / М. А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2017. – № 10 (155). – С. 105–108.
3. Талапов В. В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий / В. В. Талапов. – Саратов, 2017.
4. Гинзбург А. В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта / А. В. Гинзбург // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 9. – С. 61–65.
5. Романова Т. А. Введение в концепцию BIM / Т. А. Романова, И. А. Потужная, И. Г. Марковский // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2019. – № 2. – С. 213–220.
6. Черных А. Г. Внедрение технологий информационного моделирования в процесс обучения студентов высших образовательных учреждений / А. Г. Черных, Д. В. Нижегородцев, А. Е. Кубасевич, В. В. Цыгановкин // Материалы 8-й Всероссийской научно-практической конференции с дистанционным и международным участием. – Ульяновск: Научно-образовательный центр «Перспектива», 2020. – С. 307–310.
7. Семенов А. А. Обучение BIM в университете: необходимые технологии / А. А. Семенов // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. – С. 118–123. – DOI: 10.23968/VIMAC.2019.041.
8. Горовой Н. В. Методика междисциплинарного взаимодействия специалистов при разработке информационных моделей здания / Н. В. Горовой, И. А. Рудный, И. А. Марданов // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 58–63.

9. Криони И. Н. Методы решения проблем интероперабельности BIM-моделей в комплексных системах автоматизированного проектирования / И. Н. Криони // Интеллектуальная инженерная экономика и индустрия 5.0 : сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. – С. 678-682.
10. Matarneh S. Automated and interconnected facility management system: an open ifc cloud-based bim solution / S. Matarneh, F. Elghaish, F. P. Rahimian, N. Dawood, D. Edwards // Automation in construction. – 2022. – Vol. 143. – P. 104569.
11. Горовой Н. В. Сравнение функциональной совместимости программных комплексов Revit и Renga / Н. В. Горовой, Л. П. Москаленко // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве : материалы V Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург : Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н. С. Алферова, 2022. – С. 18.
12. Шевелев А. А. Автоматизированное создание топовых поверхностей в Revit по данным из Excel при помощи Dynamo / А. А. Шевелев // Новые технологии - нефтегазовому региону : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т. / отв. ред. В. А. Чейметова. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 230–233.
13. Галинина М. Н. Объединение BIM-моделей на основе общих координат / М. Н. Галинина, Т. Н. Томчинская // КОГРАФ-2022 : сборник материалов 32-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева, 2022. – С. 102–107.
14. Горовой Н. В. Анализ проблематики программного обеспечения в сфере архитектурного проектирования / Н. В. Горовой // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 1 (43). – С. 90–94.
15. IFC Specifications Database. – Режим доступа: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>.
16. Ruano-Ruiz R. IFC data mapping based on a parametric BIM coding for an efficient workflow in the quantification and management of construction costs / R. Ruano-Ruiz, J. E. Nieto-Julián, J. Moyano // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. – 2022. – С. 199–204.
17. Осташев Р. В., Евтушенко С. И. Разработка IFC маппинга для выгрузки информационных моделей архитектурных решений / Р. В. Осташев, С. И. Евтушенко // Строительство и архитектура. – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 91–110.
18. Субботина М. Российские BIM-технологии: CADLIB модель и архив как инструмент BIM-менеджера / М. Субботина // САПР и графика. – 2022. – № 1 (303). – С. 41–45.
19. Шиянов М. А. Проверка цифровой информационной модели. Поиск коллизий через инструменты CADLIB / М. А. Шиянов, Я. А. Реммельг, А. С. Кучеренко // Образование. Наука. Производство : сборник докладов XIV Международного молодежного форума. – Белгород, 2022. – С. 310–313.
20. Воробьев С. Информационная модель CADLIB модель и архив: поиск коллизий на 3d-модели / С. Воробьев, Урсуа И. Орельяна // САПР и графика. – 2014. – № 3 (209). – С. 45–49.
21. Лисовец А. А. Возможность реализации среды общих данных информационной модели (BIM) / А. А. Лисовец, Д. Н. Гришаков, В. Н. Гопкало // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2023. – Т. 1. – С. 505–507.
22. Ахметов Д.Р., Бреус Н.Л., Мансуров Т.Т. Среда общих данных: практическая польза при реализации строительных объектов // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 3.
23. Золотухин В. Д. Современные информационные технологии при проектировании зданий и сооружений / В. Д. Золотухин, М. В. Гамм // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы : сборник статей V Международной научно-практической конференции : в 3 ч. – 2017. – С. 108–110.

© Н. В. Горовой, К. А. Шумилов

Ссылка для цитирования:

Горовой Н. В., Шумилов К. А. Отечественные требования к разработке информационных моделей // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 2 (48). С. 99–109.

УДК 681.3

DOI 10.52684/2312-3702-2024-48-2-109-115

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-ПРОЕКТАМИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

А. Г. Дворецкий

Дворецкий Артур Геннадьевич, аспирант, МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Российская Федерация, тел.: + 7 (985) 982-42-43; e-mail: dvoretzky@sumirea.ru

Данная статья представляет собой анализ возможностей применения методов машинного обучения для оптимизации управления ИТ-проектами. В ходе работы рассматриваются ключевые аспекты методов машинного обучения и их применение в контексте управления ИТ-проектами. Описываются преимущества и ограничения использования этих методов, а также выявляются практические возможности их внедрения. Приводятся рекомендации по эффективному использованию методов машинного обучения в управлении ИТ-проектами, основанные на современных исследованиях и лучших практиках в данной области. Все это способствует разработке новых стратегий управления ИТ-проектами, направленных на повышение производительности и качества реализации проектов в области информационных технологий.

Ключевые слова: оптимизация, управление проектами, ИТ-проекты, методы машинного обучения, анализ данных, прогнозирование, автоматизация, эффективность, успешность выполнения.

OPTIMIZATION OF IT PROJECT MANAGEMENT PROCESSES USING MACHINE LEARNING METHODS

A. G. Dvoretzkiy

Dvoretzkiy Artur Gennadyevich, postgraduate student, MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation, phone: + 7 (985) 982-42-43; e-mail: dvoretzky@sumirea.ru