ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 004.9:[61:658.2]

DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.100-111

Исследование подготовительных работ для использования BIM-технологий на примере проектирования медицинских организаций

И.В. Каракозова¹, Г.Г. Малыха², А.С. Павлов³, А.С. Панин⁴, Н.Д. Теслер⁴

¹ Научно-исследовательский аналитический центр (НИАЦ); г. Москва, Россия;

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ); г. Москва, Россия;

³ Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций
(ВНИИАЭС); г. Москва, Россия;

⁴ Гипрокон; г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Все более широкое распространение при проектировании зданий и сооружений получает информационное моделирование зданий BIM (Building Information Modeling). Большое значение для внедрения информационной технологии имеет принятие национальных и международных стандартов и классификаций. Перспективным представляется применение BIM-технологий для строительства общественных зданий, в первую очередь медицинских. Рассмотрены проблемы разработки собственных параметрических блоков (семейств) и организационной подготовки в условиях применения BIM-технологий.

Материалы и методы. Одна из задач информационных технологий — разработка спецификаций оборудования и передача их по технологической цепочке жизненного цикла строительного объекта. Для подготовки к использованию BIM-технологий требуется создание и применение классификаторов.

Результаты. Проанализирован проект медицинского научного центра с разнообразным составом оборудования. В проекте современного медицинского здания содержится описание нескольких сотен типов специфического медицинского оборудования. В спецификациях должны содержаться наименование и количество элементов оборудования, данные о габаритах, массе элементов, о способе подключения к электропитанию, водопроводу и канализации и др. При создании параметрических блоков часто используются зарубежные классификаторы Uniclass-2015 и OmniClass, хотя они не охватывают необходимой номенклатуры оборудования и противоречат практике закупок оборудования и работ для государственных нужд.

Выводы. Затраты на подготовку процесса проектирования в виде создания параметрических блоков могут составлять десятки и сотни человеко-дней, это следует учитывать при планировании проектных работ. В условиях закупок для государственных и муниципальных нужд необходимо составлять проектные спецификации в соответствии с имеющейся номенклатурой медицинского оборудования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационная технология, информационное моделирование зданий, BIM, автоматизированное проектирование, медицинские здания, параметрические блоки, семейства объектов, классификация

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: 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. Вып. 1. С. 100–111. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.100-111

Study of preparatory activities on using BIM-technologies in the medical enterprise design

Irina V. Karakozova¹, Galina G. Malykha², Alexander S. Pavlov³, Andrey S. Panin⁴,
Nadezhda D. Tesler⁴

¹ Research analytical center (NIAZ); Moscow, Russian Federation;

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation;

³ All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation (VNIIAES); Moscow, Russian Federation;

⁴ Gipronk; Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. When designing buildings and installations, Building Information Modeling (BIM) is spread more and more widely. The adoption of national and international standards and classifications is of great importance for the implementation of information technology. Application of the BIM-technologies for constructing public buildings, in the first turn, medical ones, seems to be very promising. The paper discusses the problems of developing indigenous parametric blocks (families) and preparatory activities in using the BIM-technology.

Materials and methods. One of the information technology tasks is to develop equipment specifications and transfer them through the technological chain of the construction facility life cycle. The creation and application of classifiers are necessary to prepare for using the BIM-technologies.

Results. A project of an academic health science centre with an extensive equipment range is analysed. The project of a modern medical building contains a description of several hundreds of specific medical equipment types. The specifications should contain information, including denominations and quantities of the equipment units, data on overall dimensions and weights of the units, connection interfaces to the power supply, water supply, water drainage. When creating parametric blocks, the international classifiers Uniclass-2015 and OmniClass are often used. However, they do not cover the necessary equipment range and contradict the domestic practice of purchasing equipment and services for state demand.

Conclusions. The cost of preparing for the design process as creating parametric blocks can make a total of tens or hundreds of man-days that should be taken into account when planning design activities. In terms of procurement for state and municipal demand, it is necessary to make design specifications following the available range of medical equipment.

KEYWORDS: information technology, building information modeling, BIM, computer-aided design, medical buildings, parametric blocks, facility families, classification

FOR CITATION: Karakozova I.V., Malykha G.G., Pavlov A.S., Panin A.S., Tesler N.D. Study of preparatory activities on using BIM-technologies in the medical enterprise design. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2020; 15(1):100-111. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.100-111 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Все более широкое распространение при проектировании зданий и сооружений получает информационное моделирование зданий BIM (Building Information Modeling), которое может быть рассмотрено как цифровое моделирование основных характеристик объекта строительства с целью улучшения взаимодействия и обмена цифровой информацией между участниками строительства [1]. Применение информационного моделирования в Великобритании, одного из лидеров по внедрению BIM, возросло с 10 % в 2011 г. до 70 % в 2018 г.¹

Большое значение для внедрения информационной технологии имеет принятие национальных и международных стандартов. Так, в Великобрита-

нии в 2013–2018 гг. был принят целый ряд стандартов, получивших международное признание. Однако основные принципы изготовления строительных чертежей, в том числе компьютерными методами, были изложены еще в 1984 г. в британском стандарте BS 1192-1:1984 «Практика строительного черчения. Рекомендации общих принципов». Впрочем, эти рекомендации скорее можно отнести к САПР. Указанный стандарт был заменен в 1999 г. группой европейских стандартов по строительному черчению, а также стандартом BS 1192:2007+A2:2016 «Совместная обработка архитектурной, инженерной и конструкторской информации. Практическое руководство».

В 2013–2019 гг. действовали общедоступные требования (Publicly Available Specification — аналог отечественных технических условий) PAS 1192-2:2013 «Спецификация для управления ин-

¹ National BIM report 2018. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/the-national-bim-report-2018>

формацией на этапе капитальных и сдаточных работ строительных проектов с использованием информационного моделирования зданий». Они были заменены аналогичными по содержанию европейскими стандартами BS EN ISO 19650-1:2018 «Организация и цифровизация информации о зданиях и строительных работах, включая информационное моделирование зданий (BIM) — управление информацией с использованием информационного моделирования зданий. — Часть 1: Концепции и принципы» и BS EN ISO 19650-2:2018 «Часть 2. Этап сдачи объектов». Эти документы применимы ко всем этапам жизненного цикла здания, включая планирование, проектирование, инжиниринг, строительство, эксплуатацию, реконструкцию, ремонты и вывод из эксплуатации.

Кроме того, были выпущены требования PAS 1192-3:2014 «Спецификация по управлению информацией на этапе эксплуатации объекта с использованием информационного моделирования зданий»², стандарт BS 1192-4:2014 «Совместная обработка информации. Выполнение требований по обмену информацией с использованием COBie. Практическое руководство»³, требования PAS 1192-5:2015 «Спецификация для защищенного информационного моделирования зданий, цифровых встроенных сред и интеллектуального управления объектами»⁴ и PAS 1192-6:2018 «Спецификация для совместного использования структурированной информации об охране здоровья с применением BIM»⁵. Планируются к выпуску соответствующие части европейских стандартов серии BS EN ISO 19650, в которых фактически основой являются британские стандарты.

В руководстве BS 1192-4:2014 использован формат передачи данных Construction Operations Building Information Exchange (COBie), разработанный для BIM в 2007 г. [2] и основанный на электронных таблицах Excel и текстовом представлении данных [3, 4]. Этот формат, хотя и довольно громоздкий (заполняется свыше 300 граф электронных таблиц), может служить переходным звеном к организационно-экономическим моделям, обеспечивающим обработку информации в первую очередь для управления эксплуатацией здания [5, 6]. Однако для

разработки сметной и плановой документации, для организации строительства он мало приспособлен, так как содержит в основном данные об установленном оборудовании и помещениях.

Большие перспективы открывает применение BIM-технологий для строительства общественных зданий, в первую очередь медицинских. Руководство BSI-2018 посвящено вопросам информационной безопасности и безопасности труда на строительстве, призвано обеспечить снижение соответствующих рисков [7]. Аппаратура для виртуальной реальности уже применяется в медицине в виде томографов, тренажеров, индивидуального протезирования и др. [8]. В то же время специального документа по вопросам применения BIM для медицинских зданий и сооружений не выпущено. Между тем объекты медицинских организаций отличаются существенные особенности⁶ [9]. Создание здоровой, благоприятной окружающей среды важно для лечения пациентов и психологического состояния персонала [10, 11]. Большое значение имеют также пути эвакуации при аварийных ситуациях [12] и вообще объемно-планировочные решения зданий [13]. Особенно сложные вопросы решаются при проектировании зданий ядерной медицины [14–16].

Хотя считается, что крупные проекты медицинских зданий имеют более качественные проекты, они также не застрахованы от ошибок, которые подчас выявляются по мере эксплуатации медицинских центров [17]. Строительство зданий медицинского назначения обуславливает выполнение разнообразных монтажных и пусконаладочных работ, которые требуют интенсивной инженерной поддержки [18, 19].

Таким образом, при наличии большого количества стандартов и публикаций по теме информационного моделирования зданий, для конкретных приложений приходится разрабатывать собственные семейства заготовок и обеспечивать их применение. При этом не уделяется должного внимания организационной подготовке проектных организаций к широкому использованию BIM-технологий. Поэтому тема организации подготовительных работ остается актуальной для применения современных информационных технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Компьютерные фирмы, обеспечивающие использование BIM-технологий, обычно акцентируют внимание на преимуществах таких технологий. Неоспоримым плюсом их внедрения является снижение ошибок в проектной и рабочей документации,

⁶ Guidelines for design and construction of health care facilities // The American Institute of Architects Academy of Architecture for Health. Dallas, 2010. 176 p.

обнаружение коллизий, визуализация зданий, сооружений, строительных конструкций, инженерного и технологического оборудования, отображение процессов возведения сооружений [20, 21]. И внешне, особенно у специалистов по информационным технологиям, все выглядит довольно просто: архитектор набирает конструкции зданий из готовых «кубиков», и далее этот материал подхватывается и обрабатывается специалистами разного профиля, в том числе проектировщиками, строителями и монтажниками, а также поставщиками и эксплуатирующей организацией. Иногда даже рекомендуют стоимость оборудования и монтажа вводить в библиотечные элементы заранее, невзирая на особенности сметного ценообразования, условий поставки и конкурсных процедур [22].

В то же время практически все авторы отмечают необходимость значительных затрат времени и средств проектных организаций при подготовке к использованию BIM-технологий в своих проектах. Это связано прежде всего с наработкой библиотек параметрических блоков (семейств) для применяемых конструкций и оборудования. В частности, в популярной системе проектирования Autodesk Revit необходимо воспользоваться редактором семейств и шаблоном семейства. Создание семейства подразделяется на следующие этапы: анализ, построение каркаса, построение объемной геометрии, настройка материалов, видимости и графики, информационное наполнение и техническое описание⁷.

Указанные этапы связаны со знанием геометрии и топологии пространственных тел, стандартов изготовления и изображения конструкций, деталей и узлов, а также с освоением процедур, характерных для каждого программного средства в отдельности. Необходимо учитывать уровень детализации элементов, состав материалов и текстуру поверхности. Кроме того, при создании таких блоков неизбежны ошибки и переделки, что затягивает процесс их создания. Как правило, действующий архитектор или конструктор не имеет реальной возможности самому создавать соответствующие параметрические блоки (семейства), а приобретение заготовок со стороны чревато несовпадением требований проектной организации и заказчика с возможностями разработки. Поэтому проектной организации необходимо создавать специальную организационную структуру, которая обеспечивала бы длительный период подготовки к созданию проектной документации. Нечего и говорить, что при бюджетном финансировании на подобные действия нет ни времени, ни средств. Между тем доля работ,

финансируемых в порядке, оговоренном Федеральными законами № 44-ФЗ и № 223-ФЗ, достигает по некоторым оценкам 70 %. К тому же упомянутый редактор семейств предусматривает указание в шаблоне наименования фирмы-изготовителя, что запрещено российским законодательством.

В настоящей статье авторы обосновывают схему предпроектного этапа и оценивают необходимый объем подготовительных операций на примере проектирования зданий медицинского назначения. При этом были проанализированы нормативные и технические документы, используемые в практике проектных организаций, классификаторы и правила проектирования, а также материалы проектов зданий медицинского профиля.

Одним из основных вопросов подготовки к использованию BIM-технологий является создание и применение классификаторов. Основные принципы классификации строительных объектов и конструкций изложены в международном стандарте ISO 12006-2:2005⁸, выпущенном в России как ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017. В нем на основе системного подхода перечисляются рекомендованные таблицы, которые должны содержаться в отраслевых классификаторах, в частности, строительная продукция и характеристики, строительные процессы и ресурсы, строительные комплексы и объекты, пространства, элементы, результаты и исполнители. В отечественной практике таких всеобъемлющих классификаторов нет: есть отдельно классификаторы ресурсов, машин, продукции. Даже классификатор работ существует только в сметных расценках и нормах времени.

В частности, классы медицинского оборудования встречаются в Общероссийском классификаторе продукции по видам экономической деятельности⁹, однако, там менее 90 позиций, которые можно было бы отнести к медицинскому оборудованию или специальной мебели. Для создания заказных спецификаций, заполнения опросных листов и контроля поставок такого количества недостаточно. Например, выделены следующие позиции:

23.42.10.18.2.01	Ванны медицинские.
28.25.12.64.2.03	Кондиционеры медицинские.
26.60.11.111	Томографы компьютерные.
26.60.11.113	Аппараты рентгенографические.
26.60.12.111	Электрокардиографы.
26.60.12.131	Томографы магнитно-резонансные.

⁸ ISO 12006-2:2005. Building construction — Organization of information about construction works. Part 2: Framework for classification of information, IDT.

⁹ ОК 034-2014 (КПЕС 2008). Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности : утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163703

⁷ Руководство по созданию семейств Autodesk Revit. М.: AUTODESK, 2017. 45 с.

26.60.13.150	Аппараты ультразвуковой терапии.
26.60.13.160	Аппараты магнитотерапии.
26.60.13.170	Аппараты лазерной терапии.
26.60.14.110	Кардиостимуляторы.
26.60.14.120	Аппараты слуховые.
27.11.42.62.5.02	Трансформатор медицинский однофазный.
27.40.25.20.3.03	Светильник медицинский.
32.50.12.000	Стерилизаторы хирургические.
32.50.13.130	Хирургические инструменты.

Приказом Минздрава РФ от 6 июня 2012 г. № 4н утверждена номенклатурная классификация медицинских изделий по видам и классам¹⁰. Она насчитывает 19 рубрик первого уровня, более 400 рубрик второго уровня, а также свыше 24 тыс. наименований медицинских изделий. Каждому наименованию соответствует уникальный шестизначный код, а также подробное описание. Код изделия не включает шифр рубрики. Номенклатура не является строго иерархической, поэтому один и тот же код может встретиться в разных рубриках. Рубрики первого уровня приведены ниже:

1. Анестезиологические и респираторные медицинские изделия.
2. Вспомогательные и общебольничные медицинские изделия.
3. Гастроэнтерологические медицинские изделия.
4. Медицинские изделия для акушерства и гинекологии.
5. Медицинские изделия для диагностики in vitro.
6. Медицинские изделия для манипуляций/восстановления тканей/органов человека.
7. Медицинские изделия для оториноларингологии.
8. Медицинские изделия для пластической хирургии и косметологии.
9. Неврологические медицинские изделия.
10. Ортопедические медицинские изделия.
11. Офтальмологические медицинские изделия.
12. Радиологические медицинские изделия.
13. Реабилитационные и адаптированные для инвалидов медицинские изделия.
14. Сердечно-сосудистые медицинские изделия.
15. Стоматологические медицинские изделия.
16. Урологические медицинские изделия.
17. Физиотерапевтические медицинские изделия.
18. Хирургические инструменты/системы и сопутствующие медицинские изделия.
19. Эндоскопические медицинские изделия.

¹⁰ Номенклатурная классификация медицинских изделий по видам : утв. Приказом Минздрава РФ от 06.06.2012 № 4н. 18 с.

Классификация Uniclass-2015, применяемая в Великобритании для строительной отрасли, сочетает классификацию строительных ресурсов (продукции) со структурной классификацией работ [23]. Среди инженерных систем указываются электро- и газоснабжение, водоснабжение, внутренний транспорт и т.д. Специализированному медицинскому и лабораторному оборудованию посвящен раздел Pg-40-70-51, в котором только 14 кодов: оборудование для операционных и для стерилизации, аптечки и автоклавы, дефибрилляторы и ферментаторы, а также оборудование, относимое скорее к лабораторному: калориметры, термостаты, микроскопы, датчики, осциллографы. Еще около 30 позиций посвящено медицинской мебели (сейфы, стенды, тележки, кушетки, кресла, столы), а также коммуникациям медицинского назначения (газоснабжению, воздухообеспечению, вакуумированию, газоудалению). Таким образом, в данном классификаторе установлены только базовые рубрики без указания параметров оборудования, что также не позволяет создавать полноценные спецификации.

Значительно более подробный классификатор OmniClass¹¹ разработан для строительной отрасли США. В нем медицинскому оборудованию, включая стоматологию и ветеринарию, отведено почти 1,3 тыс. позиций, что по глубине близко к номенклатуре Минздрава РФ. Классификация также производится по назначению элементов оборудования, в то время как в Общероссийском классификаторе позиции разнесены в основном по принципу действия. Сопоставление структуры номенклатуры Минздрава РФ и классификатора OmniClass приведено в табл. 1.

Классификация материально-технических ресурсов и оборудования имеет большое значение для систематизации, мониторинга, анализа и формирования групп заданных ресурсов как при ведении сметно-нормативной базы, разработке проектной документации, так и при проведении торгов и закупки оборудования. Действующий в настоящее время классификатор ОК 034-2014 (ОКПД-2) не содержит полную информацию о классификации медицинского оборудования и инструментов. Это не позволяет с высокой долей достоверности определить затраты на оборудование при подготовке проектной документации в случае, если при получении информации не используются прайс-листы [24]. С целью решения этой проблемы разработан классификатор с системой кодирования материально-технических ресурсов и оборудования на основе ОКПД-2 для применения в области ценообразова-

¹¹ The OmniClass construction classification system tables. URL: <http://omniclass.org/>

Табл. 1. Фрагменты классификаторов продукции

Table 1. Fragments of product classifiers

Номенклатура медицинских изделий (РФ) / Medical product classifier (Russian Federation)	Классификатор OmniClass (США) / OmniClass classifier (USA)
15. Стоматологические медицинские изделия / Dental products	23-25 17 00 Продукция для стоматологии / Dental Products
15.1. Аппликаторы стоматологические / Dental applicators	23-25 17 11 Мебель стоматологическая / Dental Furnishings
15.2. Бормашины и сопутствующие изделия / Burs and related products	23-25 17 13 Оборудование стоматологическое / Dental Equipment
15.3. Детекторы зубного кариеса и сопутствующие изделия / Dental caries detectors and related products	23-25 17 13 11 Печи стоматологические / Dental Furnaces
15.4. Зонды стоматологические / Dental probes	23-25 17 13 13 Вытяжки стоматологические / Dental Specialized Hoods
15.5. Изделия для моделирования поверхности пломбы / Filling surface modeling tools	23-25 17 13 15 Изделия для зубохирургических процедур / Dental Procedure Products
15.6. Изделия для удаления зубного камня / Dental calculus removal tools	23-25 17 13 15 01 Инструменты для размещения известки / Calcium Hydroxide Placement Tools
15.7. Изделия ортодонтические / Orthodontic products	23-25 17 13 15 03 Инструменты для размещения композитов / Composite Placement Tools
119400 Набор стоматологических адгезивных материалов / Dental adhesive set	23-25 17 13 15 05 Инструменты для снятия коронок / Crown Or Bridge Removers
119750 Набор для удаления слюны стоматологический / Dental saliva removal set	23-25 17 13 15 07 Резчик амальгамы / Dental Amalgam Carvers
119780 Ретрактор щеки стоматологический / Dental cheek retractor	23-25 17 13 15 09 Амальгаматор / Dental Amalgamator
121960 Набор стоматологический для создания мостовидного протеза / Dental bridge creation set	23-25 17 13 15 11 Набор для зубохирургической анестезии / Dental Anesthesia Sets
236000 Устройство для охлаждения проволочной дуги ортодонтического аппарата / Orthodontic apparatus wire arch cooler	23-25 17 13 15 13 Держатели боров / Dental Bur Holders
236040 Динамометр для ортодонтического аппарата / Orthodontic apparatus dynamometer	23-25 17 13 15 15 Полировщики зубов / Dental Burnishers
236350 Аппарат ортодонтический внеротовой / Extraoral orthodontic apparatus	23-25 17 13 15 17 Стоматологические боры / Dental Burs
236460 Инструмент измерительный для ортодонтических брекетов / Orthodontic bracket calipers	23-25 17 13 15 19 Зубные измерители / Dental Calipers
15.9. Инструменты для введения пломбировочного материала / Filling material injection tools	23-25 17 13 15 21 Криохирургические установки / Dental Cryosurgical Units

ния в строительном комплексе г. Москвы с учетом параметров, оказывающих влияние на формирование сметной цены на ресурс.

В табл. 2 приведен фрагмент классификации и формирования кода медицинского инструмента на основе ОКПД-2. При этом следует отметить, что для конкретизации выбора медицинского инструмента было разработано расширение кода, где код типа 1 зависит от области применения, а код типа 2 — от привода инструмента. Порядковый номер инструменту может присваиваться в зависимо-

сти от того параметра, который наилучшим образом подчеркивает его уникальность по отношению к аналогичным ресурсам. Например, для терапевтических ручных инструментов таким параметром будет выступать форма рабочей головки инструмента, диаметр рабочей части инструмента, используемый абразивный материал и др.

Следует отметить, что при разработке классификации и системы кодирования материально-технических ресурсов, оборудования, мебели, инвентаря и принадлежностей, используемых в строительной от-

Табл. 2. Фрагмент классификации и формирования кода медицинского инструмента на основе ОКПД-2

Table 2. A fragment of OKPD-2-based medical tool code classification and formation

Классификационно-идентификационный код / Classification and identification code	Уровень кода / Code level	Наименование оборудования, мебели, инвентаря и принадлежностей, его свойств и характеристик / Name of equipment, furniture, inventory, and accessories, its properties and features
32	Класс / Class	Изделия готовые прочие / Other prefabricated products
32.5	Подкласс / Subclass	Инструменты и оборудование медицинские / Medical tools and equipment
32.50	Группа / Group	Инструменты и оборудование медицинские / Medical tools and equipment
32.50.1	Подгруппа / Subgroup	Инструменты и приспособления хирургические и стоматологические / Surgical and dental tools and equipment
32.50.11	Вид / Type	Инструменты и приспособления стоматологические / Dental tools and equipment
32.50.11.000	Категория / Category	Инструменты и приспособления стоматологические / Dental tools and equipment
---	Подкатегория / Subcategory	Отсутствует / None
Код типа 1 в зависимости от области применения / Type code 1 depending on the application		
32.50.11.000.01		Общего назначения / General-purpose
32.50.11.000.02		Терапевтические / Therapeutic
32.50.11.000.03		Хирургические / Surgical
32.50.11.000.04		Ортопедические / Orthopedic
32.50.11.000.05		Зуботехнические / Dental
Код типа 2 в зависимости от привода / Type code 2 depending on the drive		
32.50.11.000.XX.01		Ручные / Manual
32.50.11.000.XX.02		Аккумуляторные / Accumulator
32.50.11.000.XX.03		Электрические / Electrical
32.50.11.000.XX.04		Комбинированные / Combined
32.50.11.000.XX.XX.XXX		Порядковый номер присваивается в зависимости от других дополнительных характеристик (XXX) / The ordinal number is assigned depending on additional features (XXX)

расли, принят фасетно-иерархический метод классификации, базирующийся на отдельных принципах ОК 034-2014. При расширении кода ресурса предложено использовать наиболее значимые параметры ресурса, подтверждаемые, в том числе действующими нормативно-техническими документами в области стандартизации. Например, оборудование, мебель, инвентарь и принадлежности группируются в зависимости от их функционального назначения. К техническим характеристикам в этом случае для идентификации ресурса относятся геометрические размеры, материал изготовления, комплектность, область применения, возраст пользователей, грузоподъемность, мощность и др. Тем не менее опыт внедрения BIM-проектирования для медицинской отрасли¹² показывает возможность такого подхода и целесообразность применения современных информационных технологий.

Для выявления количественных оценок применимости тех или иных классификаторов был проанализирован проект медицинского научного центра с разнообразным составом оборудования. В составе проекта выполнялись поэтажные спецификации оборудования и мебели, предназначенных для приемного и клинично-диагностического отделений, амбулатории и стационара, отделений лучевой и функциональной диагностики и др.

Для исследования процедур предпроектной подготовки в составе жизненного цикла медицинского объекта была использована работа И.А. Дорогана, направленная на совершенствование совместной работы заказчика и проектной организации [25].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Здания и сооружения медицинских организаций отличаются от других гражданских зданий и сооружений высокой насыщенностью оборудованием, инструментами и инвентарем, характерным скорее для промышленных объектов. Если для строительных конструкций можно использовать обычные параметрические блоки, моделирующие сборные или монолитные конструкции, то для медицинского оборудования, как правило, таких шаблонов нет. В связи с этим были рассмотрены спецификации, указанные в предыдущем разделе.

В рассмотренных спецификациях главного здания медицинского научного центра содержится свыше 2 тыс. позиций различного оборудования и мебели (не считая элементов инженерных сетей), из них более 600 неповторяющихся видов. Общее количество элементов превышает 6 тыс. При этом

около половины видов относится к мебели, бытовому оборудованию, устройствам связи, телевидения и энергообеспечения, остальное является медицинским оборудованием. Таким образом, в проекте современного медицинского здания содержится описание нескольких сотен типов специфического медицинского оборудования. Отметим, что в спецификации имеется не только наименование и количество элементов оборудования, но и данные о габаритах, массе элементов, о способе подключения к электропитанию, водопроводу и канализации. Для уникального оборудования и для оборудования, прошедшего конкурсные процедуры, указывается страна происхождения и фирма-производитель.

Опыт применения зарубежных программных средств демонстрирует, что при создании семейств (параметрических блоков) в основном используются классификаторы на базе Uniclass-2015 и OmniClass, хотя, как показано в предыдущем разделе, они не охватывают необходимой номенклатуры оборудования и противоречат практике закупок оборудования и работ для государственных нужд. В результате исследования можно сделать вывод о том, что наилучшим образом для целей проектирования и тендерных закупок подходит номенклатурная классификация. В ней содержится наибольшее количество специфических типов оборудования, подробное техническое описание, а в ряде случаев технические параметры оборудования. Такие сведения могут быть использованы не только для конкурсных процедур, но и для передачи данных BIM-технологий. Некоторым недостатком является то, что номенклатура не разделена на оборудование, входящее в основные средства, и расходные материалы, которые относятся к оборотным средствам (см. позицию 119400 в табл. 1).

Цифровые BIM-модели указанного оборудования должны быть подготовлены на начальном этапе проектирования, а лучше всего — на предпроектном этапе. При этом далеко не все модели будут повторяться в другом проекте: учитывая специализацию медицинских учреждений, многие виды оборудования являются специфическими для различных проектов. Приняв условно время разработки одного BIM-семейства в размере одного человеко-дня, затраты на подготовку процесса проектирования могут составлять десятки и сотни человеко-дней. Этот факт необходимо учитывать при планировании проектно-исследовательских работ.

Изучение процедур предпроектной подготовки приводит к целесообразности внедрения развернутых схем выполнения предпроектного этапа жизненного цикла строительного объекта медицинского назначения. Дело осложняется тем, что до проведения конкурса (а большинство зданий медицинских организаций строится по государственному заказу)

¹² BIM для медицинских объектов: стандартизация на базе единой информационной модели в Autodesk Revit. URL: <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/emea/docs/werfau-web.pdf>

проектная организация не может приступить к проектно-изыскательским работам. Возможно, двух-этапный конкурс, законодательно разрешенный для таких работ, позволит устранить это ограничение.

Представленная таким образом последовательность бизнес-процессов предпроектного этапа выглядит для проектировщика зданий медицинского назначения следующим образом:

- заключение договора на работы предпроектного этапа;
- предварительное определение конфигурации медицинского оборудования и помещений;
- классификация и разработка перечня типов медицинского оборудования и конструкций;
- предварительный подбор поставщиков, заполнение опросных листов;
- создание параметризуемых семейств BIM-моделей (начальный уровень проработки, LOD 100–LOD 200);
- разработка эскизного проекта с помощью BIM-технологии;
- содействие заказчику в подготовке исходно-разрешительной документации и задания на проектирование;
- участие в конкурсе на проектно-изыскательские работы.

В последующем в зависимости от объема договорных обязательств проектировщик участвует в следующих бизнес-процессах:

- заключение договора на проектно-изыскательские работы;
- содействие заказчику в получении технических условий и специальных технических условий;
- содействие заказчику в проведении конкурсов на поставку медицинского оборудования;
- доработка параметризуемых семейств BIM-моделей (средний уровень проработки, LOD 300–LOD 350);
- разработка архитектурной части проектной документации на основе BIM-технологии;
- разработка инженерных частей проектной документации с использованием моделей;

• разработка технологической части проектной документации с использованием моделей;

• разработка сметной документации и проекта организации строительства с использованием моделей;

• содействие заказчику в получении положительного заключения государственной экспертизы;

• выполнение рабочей документации с использованием моделей (подробный уровень проработки, LOD 400);

• проверка выполнения технических требований и авторский надзор.

Выполнение дополнительных обязанностей проектировщика, связанных с внедрением информационных технологий, должно быть учтено в нормативных сроках и объемах оплаты проектных работ. Методика определения стоимости работ по подготовке проектной документации, содержащей материалы в форме информационной модели, находится в стадии разработки. В проекте указанной методики предусмотрено увеличение затрат на соответствующие разделы проектов лечебно-оздоровительных объектов на 17–20 %. При этом стоимость первой стадии документации (проектной документации) должна увеличиться с 40 до 60 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования установлено, что в проекте современного медицинского здания содержится описание нескольких сотен типов специфического медицинского оборудования. Затраты на подготовку процесса проектирования могут составлять десятки и сотни человеко-дней. В условиях закупок для государственных и муниципальных нужд необходимо составлять проектные спецификации в соответствии с имеющейся номенклатурой медицинского оборудования, утвержденной Минздравом РФ. Составленный перечень бизнес-процессов на подготовительном и проектном этапах поможет планировать работу проектной организации и повысить качество выпускаемой документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sacks R., Eastman C., Lee G., Teicholz P. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers, Third Edition. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, 2018. DOI: 10.1002/9781119287568
2. Pärn E.A., Edwards D.J. Conceptualising the FinDD API plug-in: A Study of BIM-FM integration // Automation in Construction. 2017. Vol. 80. Pp. 11–21. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.03.015

3. East B. Construction-Operations Building Information Exchange (COBie). WBDG, 2016. URL: <https://wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie>

4. East B., Carrasquillo-Mangual M. The COBie Guide: a commentary to the NBIMS-US COBie standard. ERDC, Champaign, US. 125 p. URL: <https://portal.nibs.org/files/wl/?id=GvMvniYRQOUN77pPyhtx2QXVqOgNmpie>

5. *Benghi C.* Automated verification for collaborative workflows in a Digital Plan of Work // *Automation in Construction*. 2019. Vol. 107. P. 102926. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.102926
6. *Pishdad-Bozorgi P., Gao X., Eastman Ch., Self A.P.* Planning and developing Facility Management-enabled Building Information Model (FM-enabled BIM) // *Automation in Construction*. 2018. Vol. 87. Pp. 22–38. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.12.004
7. *Аленьков В.В., Куприяновский В.П., Ша-клеин А.Г., Овсянников М.Л., Чеботарев Е.М., Яр-цев Д.И. и др.* Использование структурированной информации BIM для охраны здоровья и безопасности работающих в строительстве // *International Journal of Open Information Technologies*. 2018. Vol. 6. No. 5. Pp. 39–50.
8. *Кузнецов В.А., Руссу Ю.Г., Куприянов-ский В.П.* Об использовании виртуальной и дополненной реальности // *International Journal of Open Information Technologies*. 2019. Vol. 7. No. 4. Pp. 75–84.
9. *Meuser P., Labryga F., Pawlik P., Schirmer C.* Krankenhausbauten/Gesundheitsbauten. Handbuch und Planungshilfe. Band 1: Allgemeinkrankenhäuser und Gesundheitszentren. Band 2: Spezialkliniken und Fachabteilungen. DOM publishers; Auflage: 2. Voll-stand. überarb. 2011. 752 p.
10. *Levin D.* General hospitals planning and design. Design Media Publishing Ltd, 2014. 320 p.
11. *Guenther R., Vittori G.* Sustainable healthcare architecture: designing a healing environment. John Wiley & Sons, Inc, 2013. 449 p.
12. *De-Ching H., Shen-Wen C., Chien-Hung L., Po-Ta H., Yi-Ting S., Huei-Ru S.* A study for the evacuation of hospital on fire during construction // *Procedia Engineering*. 2011. Vol. 11. Pp. 139–146. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.04.639
13. *Malkin J.* Medical and dental space planning. NY : John Wiley & Sons, Inc, 2014. 688 p. DOI: 10.1002/9781119174813
14. *Malykha G.G., Dorogan I.A., Tesler N.D.* Improving processes of design and construction of nuclear medicine facilities // *MATEC Web of Conferences*. 2017. Vol. 106. P. 08054. DOI: 10.1051/matec-conf/201710608054
15. *Tesler N.* Analysis of methods for reconstruction of multiuse medical facilities // *Digest of articles research and student conference «Architecture, Ecology and Geography»*, Geneva, 2015. Pp. 77–95.
16. *Lewellen T.K., DeWitt D., Miyaoka R.S., Hauck S.* A building block for nuclear medicine imaging systems data acquisition // *IEEE Transactions on Nuclear Science*. 2014. Vol. 61. Issue 1. Pp. 79–87. DOI: 10.1109/tns.2013.2295037
17. *Carretero-Ayuso M., García-Sanz-Calcedo J.* Analytical study on design deficiencies in the envelope projects of healthcare buildings in Spain // *Sustainable Cities and Society*. 2018. Vol. 42. Pp. 139–147. DOI: 10.1016/j.scs.2018.07.004
18. *Ryan S.* Designing for human ability // *S. Ryan. Medical Construction & Design*. Sept-Oct. 2017. Pp. 42–48.
19. *Şener M.* A multidisciplinary analysis of standardization in public health facility architecture in Turkey // *12th International Conference Standardization, Property and Quality*. 2015. Vol. 1. Issue 12. Pp. 193–203.
20. *Hartmann T., van Meerveld H., Vosseveld N., Adriaanse A.* Aligning building information model tools and construction management methods // *Automation in Construction*. 2012. Vol. 22. Pp. 605–613. DOI: 10.1016/j.autcon.2011.12.011
21. *Grilo A., Jardim-Goncalves R.* Value proposition on interoperability of bim and collaborative working environments // *Automation in Construction*. 2010. Vol. 19. Issue 5. Pp. 522–530. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.11.003
22. *Талалов В.В.* Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий. Саратов : Профобразование, 2017. 392 с.
23. *Dawood N., Sriprasert E., Mallasi Z., Hobbs B.* Development of an integrated information resource base for 4D/VR construction processes simulation // *Automation in Construction*. 2003. Vol. 12. Issue 2. Pp. 123–131. DOI: 10.1016/S0926-5805(02)00045-6
24. *Wu J., Zhang J.* New automated BIM object classification method to support BIM interoperability // *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2019. Vol. 33. Issue 5. P. 04019033. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000858
25. *Дорогань И.А.* Управление требованиями при строительстве зданий медицинских организаций // *Вестник МГСУ*. 2019. Т. 14. Вып. 8. С. 1046–1056. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.8.1046-1056

Поступила в редакцию 8 ноября 2019 г.

Принята в доработанном виде 30 ноября 2019 г.

Одобрена для публикации 27 декабря 2019 г.

О Б АВТОРАХ: **Ирина Викторовна Каракозова** — кандидат технических наук, доцент, начальник отдела методологии разработки и актуализации нормативно-методических документов в строительстве; **Научно-исследовательский аналитический центр (НИАЦ)**; 125047, г. Москва, ул. 2-я Брестская, д. 8; РИНЦ ID: 655795, Scopus: 57190864252; karakozovaiv@str.mos.ru;

Галина Геннадьевна Малыха — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 375946, Scopus: 57191528775; sotae@mgsu.ru;

Александр Сергеевич Павлов — доктор технических наук, профессор, заместитель руководителя департамента экспертизы и оптимизации проектных решений; **Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций (ВНИИАЭС)**; 109507, г. Москва, ул. Ферганская, д. 25; РИНЦ ID: 79850; a.s.pavlov@inbox.ru;

Андрей Семенович Панин — главный архитектор проектов; **Гипрокон**; 129090, г. Москва, ул. Гиляровского, д. 7; info@giprocon.com;

Надежда Дмитриевна Теслер — главный архитектор проектов; **Гипрокон**; 129090, г. Москва, ул. Гиляровского, д. 7; РИНЦ ID: 810691; info@giprocon.com.

REFERENCES

1. Sacks R., Eastman C., Lee G., Teicholz P. *BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers, Third Edition*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc, 2018. DOI: 10.1002/9781119287568
2. Pärn E.A., Edwards D.J. Conceptualizing the FinDD API plug-in: A Study of BIM-FM integration. *Automation in Construction*. 2017; 80:11-21. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.03.015
3. East B. *Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)*. WBDG, 2016. URL: <https://wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie>
4. East B., Carrasquillo-Mangual M. *The COBie Guide: a commentary to the NBIMS-US COBie standard*. ERDC, Champaign, US. 125. URL: <https://portal.nibs.org/files/wl/?id=GvMvniYRQOUN77pPyhtx2QXVqOgNmpie>
5. Benghi C. Automated verification for collaborative workflows in a Digital Plan of Work. *Automation in Construction*. 2019; 107:102926. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.102926
6. Pishdad-Bozorgi P., Gao X., Eastman Ch., Self A.P. Planning and developing Facility Management-enabled Building Information Model (FM-enabled BIM). *Automation in Construction*. 2018; 87:22-38. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.12.004
7. Alenkov V., Kupriyanovsky V., Shaklein A., Ovsianikov M., Chebotarev E., Yartsev D. et al. On using structured BIM information to protect the health and safety of workers in construction. *International Journal of Open Information Technologies*. 2018; 6(5):39-50. (rus.).
8. Kuznetsov V.A., Russu U.G., Kupriyanovsky V.P. On the use of virtual and augmented reality. *International Journal of Open Information Technologies*. 2019; 7(4):75-84. (rus.).
9. Meuser P., Labryga F., Pawlik P., Schirmer C. *Krankenhausbauten/Gesundheitsbauten. Handbuch und Planungshilfe. Band 1: Allgemeinkrankenhäuser und Gesundheitszentren. Band 2: Spezialkliniken und Fachabteilungen*. DOM publishers; Auflage: 2. Vollständ. überarb. 2011; 752.
10. Levin D. *General hospitals planning and design*. Design Media Publishing Ltd, 2014; 320.
11. Guenther R., Vittori G. *Sustainable healthcare architecture: designing a healing environment*. John Wiley & Sons, Inc, 2013; 449.
12. De-Ching H., Shen-Wen C., Chien-Hung L., Po-Ta H., Yi-Ting S., Huei-Ru S. A study for the evacuation of hospital on fire during construction. *Procedia Engineering*. 2011; 11:139-146. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.04.639
13. Malkin J. *Medical and dental space planning*. NY, John Wiley & Sons, Inc, 2014; 688. DOI: 10.1002/9781119174813
14. Malykha G.G., Dorogan I.A., Tesler N.D. Improving processes of design and construction of nuclear medicine facilities. *MATEC Web of Conferences*. 2017; 106:08054. DOI: 10.1051/mateconf/201710608054
15. Tesler N. Analysis of methods for reconstruction of multiuse medical facilities. *Digest of articles research and student conference "Architecture, Ecology and Geography"*. Geneva, 2015; 77-95.
16. Lewellen T.K., DeWitt D., Miyaoka R.S., Hauck S. A building block for nuclear medicine imaging systems data acquisition. *IEEE Transactions on Nuclear Science*. 2014; 61(1):79-87. DOI: 10.1109/tns.2013.2295037
17. Carretero-Ayuso M., García-Sanz-Calcedo J. Analytical study on design deficiencies in the envelope projects of healthcare buildings in Spain. *Sustainable Cities and Society*. 2018; 42:139-147. DOI: 10.1016/j.scs.2018.07.004
18. Ryan S. Designing for human ability. *S. Ryan. Medical Construction & Design*. Sept-Oct. 2017; 42-48.
19. Şener M. A multidisciplinary analysis of standardization in public health facility architecture in Turkey. *12th International Conference Standardization, Property and Quality*. 2015; 1(12):193-203.

20. Hartmann T., van Meerveld H., Vosseveld N., Adriaanse A. Aligning building information model tools and construction management methods. *Automation in Construction*. 2012; 22:605-613. DOI: 10.1016/j.autcon.2011.12.011
21. Grilo A., Jardim-Goncalves R. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*. 2010; 19(5):522-530. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.11.003
22. Talalov V.V. *Fundamentals of BIM. Introduction to Building Information Modeling*. Saratov, Proftekhobrasovaniye Publ., 2017; 392. (rus.).
23. Dawood N., Sriprasert E., Mallasi Z., Hobbs B. Development of an integrated information resource base for 4D/VR construction process simulation. *Automation in Construction*. 2003; 12(2):123-131. DOI: 10.1016/S0926-5805(02)00045-6
24. Wu J., Zhang J. New automated BIM object classification method to support BIM interoperability. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2019; 33(5):04019033. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000858
25. Dorogan I.A. Requirements management in the medical building construction. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2019; 14(8):1046-1056. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.8.1046-1056 (rus.).

Received November 8, 2019.

Adopted in a revised form on November 30, 2019

Approved for publication December 27, 2019.

BIONOTES: **Irina V. Karakozova** — PhD, Associate Professor, Head of the Department for the Methodology of Rules Development in Construction; **Research Analytical Center (NIAZ)**; 8 2nd Brestskaya st., Moscow, 125047, Russian Federation; RISC ID: 655795, Scopus: 57190864252; karakozovaiv@str.mos.ru;

Galina G. Malykha — Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Construction of Thermal and Atomic Power Stations; **Moscow State National Research University of Civil Engineering (National Research) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; RISC ID: 375946, Scopus: 57191528775; sotae@mgsu.ru;

Alexander S. Pavlov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Head of Department of expertise and optimization of design solutions; **All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation (VNIIAES)**; 25 Ferganskaya st., Moscow, 109507, Russian Federation; RISC ID: 79850; a.s.pavlov@inbox.ru;

Andrey S. Panin — chief project architect; **Giprocon**; 7 Gilyarovskiy st., Moscow, 129090, Russian Federation; info@giprocon.com;

Nadezhda D. Tesler — chief project architect; **Giprocon**; 7 Gilyarovskiy st., Moscow, 129090, Russian Federation; RISC ID: 810691; info@giprocon.com.