

Технология и организация строительства Technology and organization of construction

Научная статья

УДК 69:004

DOI: 10.14529/build240406

ОЦЕНКА СЕБЕСТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В ГК «КОРТРОС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИКИ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

С.В. Придвижкин¹, *s.v.pridvizhkin@urfu.ru*

М.Ю. Тяпочкин², *M.Tyapochkin@kortros.ru*

М.Г. Старцева^{1,3}, *mayya.startseva@mail.ru*

¹ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

² ООО «Объединенная служба заказчика», ГК «Кортрос», Москва, Россия

³ Филиал ООО «Объединенная служба заказчика» в г. Екатеринбург, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Статья посвящена использованию данных цифровых информационных моделей в ГК «Кортрос» для оценки себестоимости строительства на этапах проектирования и подготовки к контрактации строительно-монтажных работ. В рамках исследования рассмотрен инструмент бизнес-аналитики – BI-платформа как метод определения стоимости строительства. А также произведена оценка точности полученных данных из цифровых информационных моделей на этапах «Архитектурно-градостроительная концепция», «Проект», «Тендерная и Рабочая документация». В результате исследования авторами сделаны выводы об использовании аналитики данных информационных моделей на ранних стадиях работы над инвестиционно-строительным проектом для прогнозирования стоимости строительства, а также о BI-платформах как инструментах ее определения.

Ключевые слова: информационное моделирование, информационная модель объекта капитального строительства, аналитика данных, себестоимость строительства, BI-платформы

Для цитирования. Придвижкин С.В., Тяпочкин М.Ю., Старцева М.Г. Оценка себестоимости строительства в ГК «Кортрос» с использованием аналитики данных информационной модели // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2024. Т. 24, № 4. С. 41–49. DOI: 10.14529/build240406

Original article

DOI: 10.14529/build240406

ESTIMATION OF CONSTRUCTION COSTS IN THE KORTROS GROUP OF COMPANIES USING INFORMATION MODEL DATA ANALYTICS

S.V. Pridvizhkin¹, *s.v.pridvizhkin@urfu.ru*

M.Yu. Tyapochkin², *M.Tyapochkin@kortros.ru*

M.G. Startseva^{1,3}, *mayya.startseva@mail.ru*

¹ Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

² OSZ LLC, Kortros Group of Companies, Moscow, Russia

³ Branch of OSZ LLC in Yekaterinburg, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The article highlights the use of digital information models in the Kortros Group of Companies to estimate the cost of construction at the design stages and preparation for the contracting of construction and installation works. As part of the study, a business intelligence tool, the BI platform, is considered as a method for determining the cost of construction. The accuracy of the data obtained from digital information models was assessed at the stages

of Architectural and urban planning concept, Project, Tender and Working Documentation. As a result of the study, the authors made conclusions about the use of data analytics of information models at the early stages of work on an investment and construction project to predict the cost of construction, as well as about BI-platforms as tools for determining it.

Keywords: information modeling, information model of a capital construction facility, data analytics, cost of construction

For citation. Pridvizhkin S.V., Tyapochkin M.Yu., Startseva M.G. Estimation of construction costs in the Kortros Group of Companies using information model data analytics. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2024;24(4):41–49. (in Russ.). DOI: 10.14529/build240406

Введение

Одной из ключевых задач девелопмента является оценка рентабельности инвестиционно-строительного проекта, она необходима для управления проектом и принятия решений на каждом этапе жизненного цикла [1]. Благодаря широкому распространению и возможностям технологий информационного моделирования (ТИМ) у участников инвестиционно-строительного проекта появляется возможность оценки себестоимости строительства не на этапе подготовки договора и контракта строительного-монтажных работ, а уже на ранних стадиях проектирования.

Многие авторы уже исследовали тему аналитики данных в BIM, например, Ф.Р. Хорреа рассматривает вопрос аналитики больших данных в концепции умных городов [2]. Актуальную тему интеграции BIM и аналитики данных, повышающей эффективность коммуникации по проекту и визуализации результатов аналитики, исследовали Мохамед М. Марзук, Мохамед Энаба [3]. А в статьях [4–6] рассмотрены вопросы применимости концепции больших данных на различных этапах жизненного цикла строительного объекта.

Цель данной статьи заключается в обзоре возможностей применения аналитики данных информационных моделей (ИМ) в ГК «Кортрос» для оценки себестоимости строительства на различных этапах проекта начиная от архитектурно-градостроительной концепции и заканчивая рабочей документацией, а также в анализе полноты и точности полученных данных.

В качестве основных источников информации использовались наукометрические базы данных, публикации в специализированных журналах, отчеты и исследования, посвященные аналитике данных информационной модели.

BI-платформы как инструмент для аналитики данных

Требования к современным методам формирования стоимости проектно-сметной документации в своем исследовании [7] выделяют А.И. Егунова, А.Е. Аверина, А.И. Аверин, к ним относятся:

1) целостность нормативной базы: наличие цен, основных ресурсов, состава работ;

2) генератор отчетов, позволяющий создавать собственные формы выходных документов;

3) режим совместной работы группы сметчиков;

4) возможность эффективного поиска по шифрам, составам работ, использованию ресурсов.

Кроме того, изучая тему автоматизации процессов формирования выходной документации на основании данных информационной модели, Мохамед Махмуд Набиль Абдельхади, С.В. Придвижкин, М.М. Карманова, Е.А. Печеркина в своей статье [8] отмечают, что она должна приводить к экономии временного ресурса.

А М.Е. Кочнева и С.В. Придвижкин считают одним из основных требований к программе автоматизированного выпуска смет по BIM-модели возможность вывода выходной документации на печать [9].

На основании вышеперечисленных критериев обретает актуальность технология аналитики данных. Приблизительно 60 % данных BIM составляют геометрию, а 40 % связаны со свойствами, атрибутами и отношениями между различными объектами схемы [10]. Атрибутивное наполнение ИМ является основополагающим в формировании массива данных для оценки стоимости строительства. Массив данных, выгружаемых из информационной модели жилого дома средней этажности, представляет собой набор данных, включающих более 25 тысяч элементов. Он содержит информацию об объемах работ, единицах измерения, материалах, производителях и технических характеристиках элементов.

Входящий массив данных необходимо обработать и представить в наиболее наглядной форме. Одним из инструментов для обработки данных являются BI-платформы. Для выполнения вышеперечисленных целей большинство BI-платформ имеют средства создания отчетов, которые позволяют получать форматированные интерактивные отчеты в виде дашбордов на основе встроенных или самостоятельно создаваемых шаблонов. В свою очередь дашборды – это представление информации в виде интуитивно понятной деловой графики, включая различные типы диаграмм и графиков, которые наиболее выпукло показывают состояние анализируемого параметра [5, 11, 12].

Требования к уровню проработки ИМ на различных этапах проекта

Рассмотрим требования к уровням геометрической и атрибутивной проработки информационных моделей (LOD) на основных стадиях разработки инвестиционно-строительного проекта в ГК «Кортрос»:

- архитектурно-градостроительная концепция (АГК) – это совокупность предложений по наиболее рациональной организации пространства на принадлежащем городу и отданном под застройку участке. Разработка АГК проекта включает в себя подбор основных конструктивных и дизайнерских решений для строительства. ИМ стадии АГК характеризуется приблизительными размерами и формой и включает основные данные о геометрии объекта;

- проектная документация (стадия П) – это этап проектирования, выполняющийся в соответствии с [5], на котором разрабатывается вся документация, необходимая для получения разрешения на строительство (РНС) объекта. Информационная модель стадии П содержит уточненную информацию об элементах, геометрии объекта, размерах, объемах и точках подключения;

- тендерная документация согласно [6] необходима для выбора контрагента для дальнейшего заключения с ним договора на производство строительно-монтажных работ. Элементы ИМ стадии Р характеризуются точной геометрией, формами, содержат параметры об изготовителе, технические характеристики и материалы;

- рабочая документация (стадия Р) – это этап проектирования, на котором разрабатывается вся документация, являющаяся основанием для производства строительно-монтажных работ, а также изготовления строительных изделий. Элементы ИМ стадии Р имеют точные размеры и параметры для строительства.

Соотношения этапов оценки себестоимости строительства в зависимости от стадийности проекта в ГК «Кортрос» на основании данных ИМ приведены в таблице.

С повышением требований к уровню проработки информационных моделей от стадии к стадии повышается точность оценки себестоимости строительства.

Оценка точности себестоимости строительства на различных этапах проекта с помощью ВІ-платформ

Современные технологии информационного моделирования открывают новые возможности в оценке эффективности управления проектом [9, 12, 13]. А ВІ-платформы помогают собирать, анализировать и визуализировать данные ИМ, связанные с затратами на строительство, что позволяет улучшить контроль над себестоимостью проектов и способствует своевременному принятию важных управленческих решений по проекту. С помощью ВІ-платформ сформируем аналитику для оценки себестоимости строительства для каждой из стадий и оценим ее точность.

Информационная модель стадии АГК (рис. 1) включает в себя разделы архитектурных и конструктивных решений и содержит основные строительные конструкции: кладку, перекрытия, лестничные марши и площадки, окна, двери и витражные системы.

При использовании ТИМ на этапе «Архитектурно-градостроительной концепции» с помощью ВІ-платформ можно сформировать основные ТЭП, включающие данные об этажности здания, количестве квартир, площадях и машиноместах (рис. 2).

Исходя из полученных ТЭП, у девелопера на типовых проектах появляется возможность определять приблизительную себестоимость (рис. 3)

Таблица 1
Соотношение оценки себестоимости строительства в зависимости от стадийности проекта в ГК «Кортрос»

Стадия ИМ	LOD	Описание	Этапы оценки себестоимости строительства на основании данных ИМ
АГК	200	Информационного наполнения ИМ достаточно для получения основных технико-экономических показателей (ТЭП) проекта.	Основные ТЭП
Стадия П	300	Информационного наполнения ИМ достаточно для формирования промежуточной ведомости объемов работ (ВОР). Геометрия элементов определена корректно.	ТЭП и промежуточная версия ВОР (основные строительные объемы)
Тендерная документация	350	К элементам модели добавлены данные об изготовителе, технических характеристиках и материале. Учет немоделируемых элементов (НМЭ).	Тендерная документация
Стадия Р	400	Модель содержит точные данные для строительства	Уточненная тендерная документация

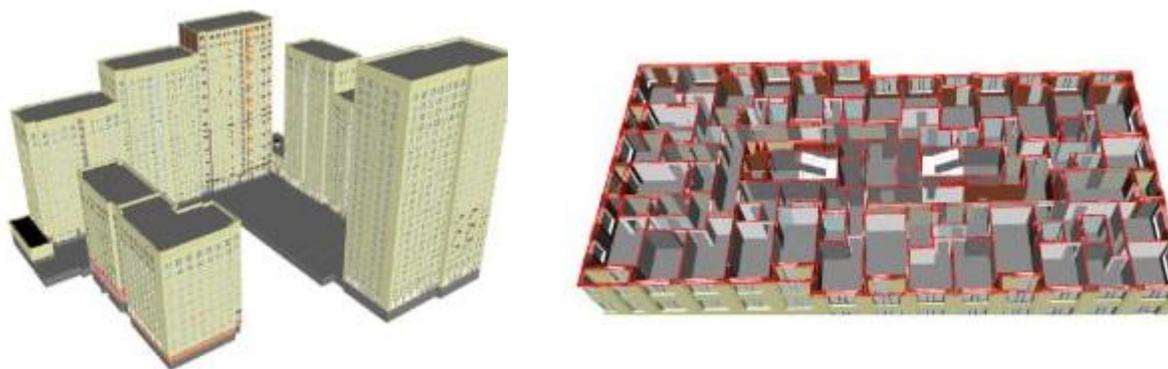


Рис. 1. Информационная модель стадии АГК

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ П/П	Показатель	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	П
1	Этажность здания	16,00	20,00	23,00	20,00	16,00	25,00	12,00	12,00	2,00
2	Количество этажей, эт.	17,00	21,00	24,00	21,00	17,00	26,00	13,00	13,00	3,00
3	Количество жилых этажей, эт.	14,00	18,00	21,00	18,00	14,00	22,00	10,00	10,00	0,00
4	Площадь квартир на типовом этаже, м2	382,50	385,60	385,60	301,00	265,30	628,40	426,90	306,60	0,00
5	Площадь - сумма помещений этажа, м2	447,60	451,00	450,40	355,90	315,10	742,70	502,00	363,20	0,00
6	Количество квартир - всего, шт:									
7	в том числе квартир студий (тип СТ), шт	7,00	8,00	8,00	6,00	5,00	12,00	8,00	6,00	0,00
8	в том числе однокомнатных (тип 1К), шт	0,00	0,00	0,00	18,00	14,00	22,00	18,00	10,00	0,00
9	в том числе однокомнатных (тип 2Е), шт	42,00	54,00	63,00	36,00	14,00	110,00	20,00	20,00	0,00
10	в том числе двухкомнатных (тип 2К), шт	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	22,00	2,00	0,00	0,00
11	в том числе двухкомнатных (тип 3Е), шт	42,00	54,00	43,00	18,00	14,00	88,00	22,00	20,00	0,00
12	в том числе трехкомнатных (тип 3К), шт	14,00	0,00	20,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	в том числе трехкомнатных (тип 4Е), шт	0,00	0,00	0,00	18,00	14,00	0,00	8,00	0,00	0,00
14	в том числе четырехкомнатных (тип 4К), шт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00
15	в том числе четырехкомнатных (тип 5Е), шт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	10,00	0,00	0,00
16	Количество офисных помещений, шт	3,00	4,00	4,00	3,00	2,00	14,00	6,00	2,00	2,00
17	Количество кладовых, шт	33,00	29,00	74,00	27,00	29,00	36,00	40,00	16,00	0,00
18	Количество машиномест в паркинге, шт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186,00
19	Площадь паркинга, м2									4 560,40

Рис. 2. Основные ТЭП стадии АГК

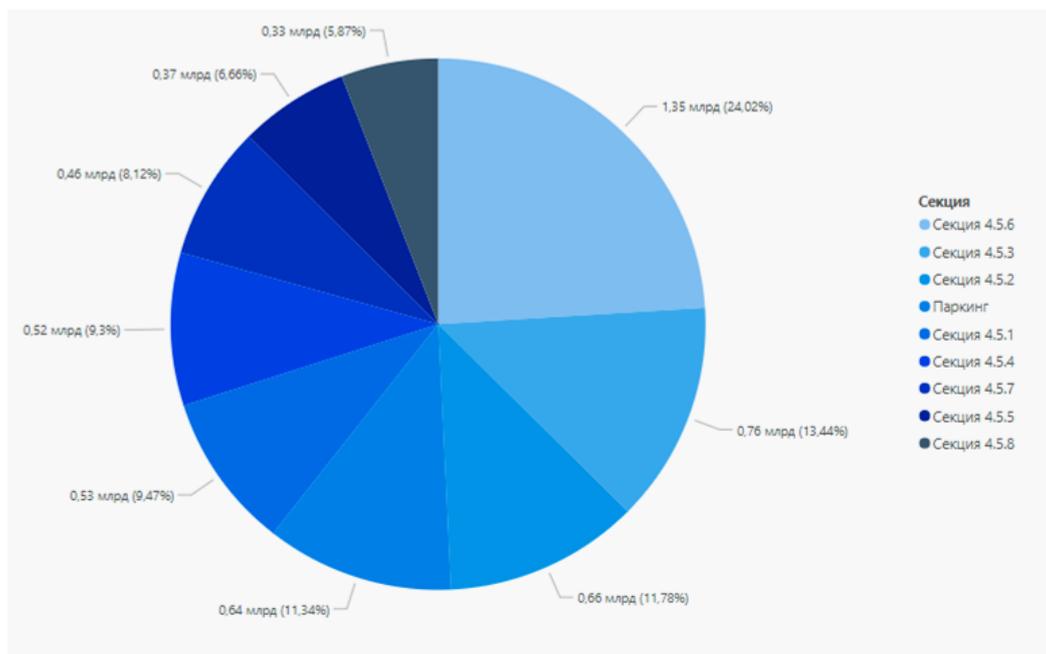


Рис. 3. Оценка себестоимости строительства на стадии АГК

на основании целевой цены строительства за квадратный метр.

Информационная модель стадии «Проект», представленная на рис. 4, содержит основные строительные конструкции, включая фундаменты, проработанные многослойные конструкции (внутреннюю и фасадную отделку, кровельный пирог) и инженерные системы.

Добавив расценки за материал и работу к основным строительным объемам, с помощью ВІ-платформы формируется промежуточная версия ведомости объемов работ и материалов (рис. 5).

Для формирования тендерной документации необходимо учесть немоделируемые элементы

(НМЭ) с помощью Excel, они добавляются отдельным источником данных в ВІ-платформу. А моделируемые элементы этапа «Тендерная документация» дополнены атрибутивно для корректной идентификации по материалу, производителю и техническим характеристикам для корректной оценки стоимости элемента и относящейся к нему строительной-монтажной работе. ВІ-аналитика по разделу «Тендерная документация» представлена на рис. 6.

Информационная модель стадии «Рабочая документация» содержит уточненные данные об объемах работ ввиду проработки геометрических коллизий, а также точную информацию для начала



Рис. 4. Информационная модель стадии «Проект»

Наименование работ	Итоговая расценка, руб.	Объем работ по ПД/РД Секции 4.5.1	Ед. изм.	Итоговая стоимость, руб.
Надземная часть				
Гидроизоляция и теплоизоляция				
Утепление минеральной ватой (1 этаж)				
Устройство теплоизоляции потолков минераловатными плитами толщиной 100 мм	940	10,20	м ³	9 582,35
Устройство теплоизоляции потолков минераловатными плитами толщиной 200 мм	940	41,07	м ³	38 602,34
Устройство теплоизоляции потолков минераловатными плитами толщиной 250 мм	940	3,02	м ³	2 843,27
Утепление внутренних стен минераловатными плитами толщиной 100 мм	1517	15,85	м ²	24 046,07
Утепление внутренних стен минераловатными плитами толщиной 150 мм	1517	124,52	м ²	188 894,54
Утепление внутренних стен минераловатными плитами толщиной 30 мм	1517	132,58	м ²	201 122,31
Утепление ЭПП толщиной 50 мм (деформационный шов между секциями)				
Устройство экструдированного пенополистирола толщиной 50 мм в деформационном шве	871	815,89	м ²	710 641,96
Двери выше 0,000				
Двери входные в квартиру				
Установка ДСВ В Оп Прг Л Н 2080-960	29894	70,00	шт	2 092 580,00
Установка ДСН А Оп Брг Пр Н 2080-960	29894	28,00	шт	837 032,00
Межкомнатные				
Установка ДВ Т Рл 21-8 Г ПрБ	10015	172,00	шт	1 722 580,00
Установка ДВ Т Рл 21-9 Г ПрБ	10015	266,00	шт	2 663 990,00
Противопожарные				
Установка ДПС 01 2080-1060 левая Е130	23430	30,00	шт	702 900,00
Установка ДПС 02 2080-1410 левая Е130	23430	14,00	шт	328 020,00
Установка ДСВ В Оп Брг Л Н 1375-625	29894	2,00	шт	59 788,00
Установка ДСН А Оп Брг Л Н 2080-1060	29894	1,00	шт	29 894,00
Установка ДСН А Оп Брг Л Н 2080-960	29894	1,00	шт	29 894,00
Установка ДСН А Оп Брг Пр Н 2080-960	29894	2,00	шт	59 788,00
Деформационные швы и термовкладыши				
Устройство термовкладышей				
Устройство термовкладышей параллельно из пенополистирольных плит	757	2,30	м ³	1 744,13
Устройство термовкладышей плит из пенополистирольных плит	757	7,79	м ³	5 895,83
Устройство термовкладышей стен из пенополистирольных плит	757	0,29	м ³	222,56
Кладка стен и перегородок выше 0,000				
Перегородки				
Кладка внутренних перегородок из полнотелого кирпича, КР-р-по 250x120x88/1,4НФ/100/2,0/50, t=120 мм	2835	6,90	м ²	19 555,91
Кладка внутренних перегородок из пустотелого кирпича, КР-р-пу 250x120x88/1,4НФ/100/2,0/50, t=120 мм	2485	581,82	м ²	1 445 811,87
Кладка межкомнатных перегородок из ПилГО толщиной 80 мм	2362	3 599,90	м ²	8 502 971,97
Кладка межкомнатных перегородок из ПилВ толщиной 80 мм	2626	2 548,35	м ²	6 691 964,37
Кладка наружных перегородок из полнотелого кирпича, КР-р-ПО 250x120x88/1,4НФ/100/2,0/50, t=120 мм	2749	377,76	м ²	1 038 473,85
Устройство перегородок с однорядным каркасом с обшивкой ГКЛ (ГКЛВ) - однослойные	1505	484,15	м ²	728 642,98

Рис. 5. Оценка себестоимости строительства на стадии «Проект»

строительства после детальной проработки всех проектных решений, принятых на стадии П. На основании ИМ стадии «Рабочая документация» с помощью ВІ-платформы формируется уточненная

тендерная документация по моделируемым элементам (рис. 7).

С помощью ВІ-инструментов произведем оценку точности определения себестоимости

Наименование работ	Итоговая расценка, руб.	Объем работ по ПД/РД Секции 4.5.1	Ед. изм.	Итоговая стоимость, руб
Подземная часть				
Фундаменты				
Устройство фундаментных плит железобетонных толщиной 700 мм	30929	405,87	м³	12 553 153,54
Устройство основания под фундаменты: щебеночного	1844	119,34	м³	220 065,17
Устройство монолитных ж/б примыков	25657	7,98	м³	204 681,28
Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	10260	59,67	м³	612 220,36
Статические испытания основания под фундаментную плиту	15000	3,00	шт.	75 000,00
Сваи				
Отделка				
Монолитные работы ниже 0,000 (Стены, пилоны, колонны)				
Монолитные работы ниже 0,000 (Плиты перекрытия)				
Монолитные работы ниже 0,000 (Лестницы)				
Устройство лестничных площадок				
Устройство монолитных железобетонных лестничных площадок толщиной 160 мм	41713	7,50	м³	312 868,21
Кладка стен и перегородок ниже 0,000				
Стены				
Кладка наружных стен из пустотелого кирпича марки КР-р-пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/35, t=250 мм	12361	54,24	м³	670 466,57
Кладка наружных стен из полнотелого кирпича марки КР-р-по 250x120x88/1,4НФ/100/2,0/50, t=250 мм	14855	1,12	м³	16 600,46
Кладка внутренних стен из пустотелого кирпича марки КР-р-пу 250x120x88/1,4НФ/100/1,4/35, t=250 мм	12596	97,17	м³	1 223 925,84
Перегородки				
Кладка внутренних перегородок из полнотелого кирпича, КР-р-по 250x120x88/1,4НФ/100/2,0/50, t=120 мм	2835	236,74	м³	671 146,56
Деформационные швы и термовкладыши				
Профиль набухающий Аквастоп ПНР (узел сопряжения перекрытия и наружных вертикальных конструкций)	630	545,00	м.п.	636 300,00
Гидрошпонка Аквастоп ХВН-120 (узел сопряжения фундаментов и вертикальных конструкций)	840	1 763,00	м.п.	2 760 240,00
Двери ниже 0,000				
Гидроизоляция и теплоизоляция				
Утепление стен цоколя				
Стены ЛК ниже 0,000				
Наружные стены ниже уровня земли				
Устройство защитного слоя Мембрана Технониколь	1150	3 497,00	м²	7 619 900,00
Устройство горизонтальной оклеечной гидроизоляции типа Техноласт ЭПП в 1 слой, под фундаментами, фундаментной плитой	1400	16 118,00	м²	43 366 400,00
Устройство вертикальной оклеечной гидроизоляции в 1 слой из битумного рулонного материала типа Техноласт по технологии производителя по наружным стенам техподполья	1400	2 428,00	м²	6 283 200,00
Орутовка битумным праймером Технониколь N901 горизонтальных поверхностей фундаментов, фундаментных плит	350	12 828,00	м²	8 538 600,00
Орутовка битумным праймером Технониколь N901 вертикальных поверхностей наружных стен техподполья	350	2 428,00	м²	1 570 800,00

Рис. 6. Оценка себестоимости строительства на стадии «Тендерная документация»

Наименование работ	Итоговая расценка, руб.	Объем работ по ПД/РД Секции 4.5.1	Ед. изм.	Итоговая стоимость, руб
Надземная часть				
Гидроизоляция и теплоизоляция				
Двери выше 0,000				
Деформационные швы и термовкладыши				
Кладка стен и перегородок выше 0,000				
Монолитные работы выше 0,000 (Лестницы)				
Устройство лестничных маршей				
Устройство монолитных железобетонных лестничных маршей толщиной 150 мм	41713	27,87	м³	1 162 530,34
Устройство лестничных площадок				
Устройство монолитных железобетонных лестничных площадок толщиной 160 мм	41713	7,13	м³	297 318,25
Монолитные работы выше 0,000 (Плиты перекрытия и покрытия)				
Устройство плит перекрытия и покрытия толщиной 180 мм	21522	1 589,12	м³	34 200 949,20
Монолитные работы выше 0,000 (Стены, пилоны, колонны)				
Устройство железобетонных пилонов толщиной 200 мм	25177	432,18	м³	10 881 062,68
Устройство железобетонных пилонов толщиной 250 мм	25177	480,40	м³	12 094 930,09
Монолитные работы выше 0,000 (Устройство парапета)				
Устройство монолитного ж/б парапета толщиной 200 мм	23511	18,38	м³	432 202,71
Неутепляемый фасад				
Устройство откосов оконных - оцинкованная сталь t=0,55 мм с порошковой окраской RAL9003 матовой	1140	64,00	м²	124 260,00
Устройство откосов оконных - композитные панели по фасадной системе Альт-Фасад RAL1019	3290	17,00	м²	111 860,00
Устройство откосов оконных - композитные панели по фасадной системе Альт-Фасад RAL7016	3290	96,00	м²	631 680,00
Устройство откосов оконных - оцинкованная сталь t=0,55 мм с порошковой окраской RAL1019 матовой	1140	82,00	м²	186 960,00
Устройство откосов оконных - оцинкованная сталь t=0,55 мм с порошковой окраской RAL7016 матовой	1140	59,00	м²	129 960,00
Отделка				
Отделка стен				
Выравнивание внутренних стен гипсовой смесью	412	6 701,62	м²	2 761 066,99
Облицовка гипсоволокнистым КНАУФ-СУПЕРЛИСТ по системе КНАУФ С665 (или аналог), t=87,5мм с дверным проемом	1505	10,91	м²	16 415,13
Облицовка стен армированными цементно-минеральными плитами АКВАПАНЕЛЬ по системе КНАУФ С685 (или аналог), t=87,5 по одинарному металлическому каркасу	4200	8,07	м²	33 908,97
Простая штукатурка внутренних стен гипсовая	412	2 819,95	м²	1 161 819,71
Улучшенная штукатурка внутренних стен цементно-песчаным раствором	412	746,00	м²	307 350,51
Полы				
Полы квартир				
Устройство полов из керамической плитки	1752	652,32	м²	1 142 857,02
Устройство полов из ламината	720	4 736,78	м²	3 410 478,54
Устройство цементно-песчаной стяжки	1100	305,63	м²	336 188,93

Рис. 7. Оценка себестоимости строительства на стадии «Рабочая документация»

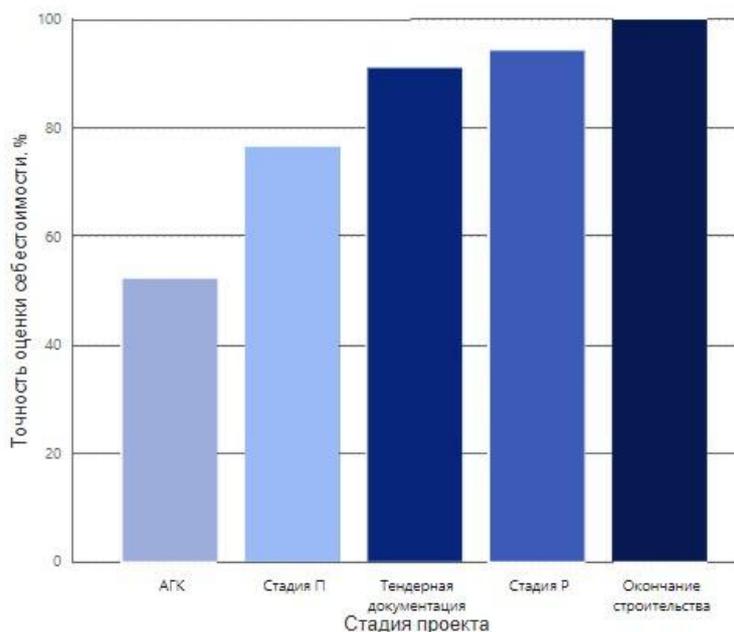


Рис. 8. Оценка точности определения себестоимости строительства

строительства на каждой из стадий, приняв за конечную себестоимость данные на этапе окончания строительства (рис. 8).

Сравнив полученные показатели, можно сделать вывод, что на стадии АГК, основываясь на целевой стоимости квадратного метра, точность оценки себестоимости строительства – 52,13 %. Точность стадии П составила 76,46 %, стадии «Тендерная документация» – 91,07 %, а стадии «Рабочая документация» – 94,24 %. При этом если принять за 100 % стоимость тендерной документации, можно вычислить затраты на НМЭ на этапе контрактации СМР в процентном соотношении. Планируемые затраты на материалы и работы по немоделируемым элементам составили 18,24 % от тендерной стоимости, большей частью они представляют собой работы подготовительного периода и земляные работы.

Заключение

Подводя итоги исследования, авторы делают следующие выводы о применении аналитики данных ИМ при оценке себестоимости строительства в ГК «Кортрос»:

1) при использовании аналитики данных информационных моделей уже на ранних стадиях

работы над инвестиционно-строительным проектом можно прогнозировать будущую себестоимость строительства. При этом точность на этапе разработки АГК составит порядка 50 % от окончательной стоимости, на стадии П – 75–80 %, а при формировании тендерной и рабочей документации – не выше 95 %;

2) удобным инструментом аналитики данных являются ВІ-платформы, способные обработать массивы данных, выгружаемые из информационной модели. Их можно рассматривать как полноценные инструменты для определения себестоимости строительства, которые могут способствовать дальнейшему планированию и контролю бюджета, анализу эффективности проекта и принятию управленческих решений. Впоследствии ВІ-системы позволят сократить время получения актуальной информации, трудозатраты на актуализацию данных, расширить структуру анализируемых данных в одном месте [14];

3) интегрированный подход с согласованным и одновременным применением ключевых технологий информационного моделирования и аналитики данных даст возможность комплексно перейти к цифровизации строительной отрасли [15].

Список литературы

1. Квочина К.А. Оценка экономической эффективности инвестиционно-строительного проекта // Научное пространство: актуальные вопросы, достижения и перспективы развития: Сборник научных трудов по материалам XXI Международной научно-практической конференции, г.-к. Анапа, 19 января 2024 года. Анапа, 2024, С. 39–43.
2. Correa F.R. Is BIM big enough to take advantage of big data analytics? // ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction. IAARC Publications, 2015. Vol. 32. P. 1.

3. Marzouk M., Enaba M. Analyzing project data in BIM with descriptive analytics to improve project performance // *Built environment project and asset management*. 2019. Vol. 9. No. 4. P. 476–488.
4. Каган П.Б. Аналитические исследования больших массивов данных в строительстве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 3. С. 80–84.
5. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
6. Дмитриева А.А., Шлеенко А.В. Управление инвестиционными проектами в строительстве // *Молодежь и XXI век – 2016*. 2016. С. 228–230.
7. Егунова А.И., Аверина А.Е., Аверин А.И. Автоматизация расчета стоимости проектно-сметной документации // *Проблемы современной науки и образования*. 2017. № 23 (105). С. 11–13.
8. Автоматизация формирования спецификаций с помощью скрипта, разработанного в среде Динамо / Н.А.М. Махмуд, С.В. Придвижкин, М.М. Карманова, Е.А. Печеркина // *Перспективы науки*. 2022. № 5 (152). С. 82–87.
9. Придвижкин С.В., Гребнева Э.М. Автоматизация процессов работы с ЦИМ на этапе подготовки и во время строительства. Применение 4D и 5D 2022. // *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии*. 2022. № 5. С. 309–312.
10. Eastman С.М. *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons, 2011.
11. Назаров Д.М., Рыжкина Д.А. *Интеллектуальные средства бизнес-аналитики*. М.: Изд-во «КноРус», 2022. 242 с.
12. Гаряев Н.А., Васильев Р.С., Чепрасов А.Г. Управление строительным бизнесом с помощью BIM-технологий и Big Data // *Наука и бизнес: пути развития*. 2019. № 7(97). С. 40–42.
13. Хан А.А. Проектирование, проектное управление, управление сооружением и эксплуатацией объектов на основе Building Information model (BIM) // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2019. № 3 (48). С. 217–224.
14. Шалина Д.С., Степанова Н.Р. Система BI-аналитики как современный инструмент мониторинга реализации инвестиционно-строительных проектов // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2023. № 10-1. С. 132–139.
15. Добрынин А.П. и др. Цифровая экономика-различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // *International journal of open information technologies*. 2016. Т. 4. № 1. С. 4–11.

References

1. Kvochina K.A. [Assessment of the economic efficiency of an investment and construction project]. In: *Nauchnoe prostranstvo: aktual'nye voprosy, dostizheniya i perspektivy razvitiya: Sbornik nauchnykh trudov po materialam XXI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Anapa, 19 yanvarya 2024 goda* [Scientific Space: Current Issues, Achievements and Development Prospects: Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the XXI International Scientific and Practical Conference, Anapa, January 19, 2024]. Anapa, 2024, pp. 39–43. (in Russ.)
2. Correa F.R. Is BIM big enough to take advantage of big data analytics? *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*. – IAARC Publications, 2015, vol. 32, p. 1.
3. Marzouk M., Enaba M. Analyzing project data in BIM with descriptive analytics to improve project performance. *Built Environment Project and Asset Management*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 476–488.
4. Kagan P.B. Analytical studies of large amounts of data in construction [Analiticheskie issledovaniya bol'shikh massivov dannykh v stroitel'stve]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Construction], 2018, no. 3, pp. 80–84. (in Russ.)
5. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16.02.2008 N 87 “O sostave razdelov proektnoy dokumentatsii i trebovaniyakh k ikh sodержaniyu” [Decree of the Government of the Russian Federation dated 16.02.2008 N 87 “On the composition of sections of project documentation and requirements for their content”]. (in Russ.)
6. Dmitrieva A.A., Shleenko A.V. [Investment project management in the government]. *Molodezh' i XXI vek –2016* [Youth and the XXI Century –2016], 2016, pp. 228–230. (in Russ.)
7. Egunova A.I., Averina A.E., Averin A.I. [Automation of cost calculation of design and estimate documentation]. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Problems of Modern Science and Education], 2017, no. 23 (105), pp. 11–13. (in Russ.)
8. Maxmud N.A.M., Pridvizhkin S.V., Karmanova M.M., Pecherkina E.A. [Automation of specification generation using a script developed in the Dynamo environment]. *Perspektivy nauki* [Prospects of Science], 2022, no. 5 (152), pp. 82–87. (in Russ.)

9. Pridvizhkin S.V., Grebneva E.M. [Automation of the processes of working with CIM at the stage of preparation and during construction. The approach is 4D and 5D 2022]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii* [Competition in the Big World: Economics, Science, Technology], 2022, no. 5, pp. 309–312. (in Russ.)
10. Eastman C. M. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, 2011. 640 p.
11. Nazarov D.M., Ryzhkina D.A. *Intellectual'nye sredstva biznes-analitiki: uchebnik* [Intellectual tools of business analytics: textbook]. Moscow, KNORUS, 2022. 242 p. (in Russ.)
12. Garyaev N.A., Vasil'ev R.S., Cheprasov A.G. [Construction business management using BIM technologies and Big Data]. *Nauka i biznes: puti razvitiya* [Science and Business: Development Ways], 2019, no. 7(97), pp. 40–42. (in Russ.)
13. Khan A.A. Design, project management, management of compatibility and operation of facilities based on the building information model (BIM) [Proektirovanie, projektное управление, управление соорuзheniem i ekspluatatsiey ob"ektov na osnove Building Information model (BIM)]. *Arkhitektura i sovremennye informatsionnye tekhnologii* [Architecture and Modern Information Technologies], 2019, no. 3 (48), pp. 217–224. (in Russ.)
14. Shalina D.S., Stepanova N.R. BI-analytics system as a modern tool for monitoring the implementation of investment and construction projects [Sistema BI-analitiki kak sovremennyy instrument monitoringa realizatsii investitsionno-stroitel'nykh projektov]. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2023, no. 10-1, pp. 132–139. (in Russ.)
15. Dobrynin A.P. et al. [Digital economy-various ways to effectively apply technologies (BIM technologies, PLM systems, CAD, Internet of Things, Smart City, Big data and others)]. *International journal of open information technologies* [International Journal of Open Information Technologies], 2016, vol. 4, no. 1, pp. 4–11.

Информация об авторах:

Придвижкин Станислав Викторович, доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой информационного моделирования в строительстве, Институт строительства и архитектуры, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия; s.v.pridvizhkin@urfu.ru

Тяпочкин Максим Юрьевич, руководитель лаборатории BIM-автоматизации, ООО «Объединенная служба заказчика», ГК «Кортрос», Москва, Россия; M.Tyapochkin@kortros.ru

Старцева Майя Григорьевна, магистрант, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, главный специалист автоматизированной системы BIM-проектирования, филиал ООО «Объединенная служба заказчика» в г. Екатеринбурге, Екатеринбург, Россия; mayya.startseva@mail.ru

Information about the authors:

Stanislav V. Pridvizhkin, Doctor of Economics, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Information Modeling in Construction, Institute of Construction and Architecture, of the Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia; s.v.pridvizhkin@urfu.ru

Maksim Yu. Tyapochkin, Head of the BIM automation laboratory, OSZ LLC, Kortros Group of Companies, Moscow, Russia; M.Tyapochkin@kortros.ru

Mayya G. Startseva, Student, of the Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Chief specialist of the automated BIM design system, Branch of OSZ LLC in Yekaterinburg, Yekaterinburg, Russia; mayya.startseva@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15.04.2024, принята к публикации 22.04.2024.

The article was submitted 15.04.2024, approved after reviewing 22.04.2024.