

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И  
ПОДГОТОВКЕ ГРАФИКА ФИНАНСИРОВАНИЯ

И.А. ВОРОНИН

заместитель директора по развитию ООО НПП «АВС-Н»,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

*Применение технологии информационного моделирования (BIM) для решения различных задач экономического свойства не является новшеством. Такие задачи, как оценка стоимости капитальных затрат на стадии эскизного проектирования или детальный расчёт сметной стоимости строительства на стадии создания рабочего проекта, стали повседневными рабочими процессами. Тем не менее, технология информационного моделирования очень слабо внедряется на этапах подготовки и управления строительным производством несмотря на то, что наибольшую выгоду из модели можно извлекать именно при производстве строительно-монтажных работ. Подготовка календарного графика даже в самом приближённом виде позволяет решить актуальную на сегодняшний день задачу – разработку финансовой модели строительства для согласования проектного финансирования со стороны банков. С этой проблемой уже столкнулись многие застройщики и наличие хороших инструментов по планированию позволяет выходить из ситуации максимально быстро и эффективно.*

Ключевые слова: строительство, бюджетирование, календарное планирование, технологии информационного моделирования, проектное финансирование.

# CONSTRUCTION BUDGET AND PREPARATION OF PROJECT FINANCE USING BIM AND CALENDAR-NETWORK PLANNING

I.A. VORONIN

deputy director «AVS-N» SPP Ltd.,  
Novosibirsk, Russian Federation

*Using of the building information modeling technology (BIM) to solve various problems of economic property is not an innovation. Tasks such as assessing the cost of capital costs at the preliminary design stage or a detailed calculation of the estimated cost of construction at the stage of creating a detailed design have become everyday workflows. Nevertheless, information modeling technology is very poorly implemented at the stages of preparation and management of construction production, despite the fact that the greatest benefit from the model can be derived precisely during the construction and installation works. The preparation of the calendar schedule, even in the most approximate form, allows us to solve the urgent task today - the development of a financial model for construction to coordinate project financing from banks. Many developers have already faced this problem and the availability of good planning tools allows them to get out of the situation as quickly and efficiently as possible.*

Key words: construction, budgeting, scheduling, information modeling technologies, project financing.

## ВВЕДЕНИЕ

Практически все имеющиеся на сегодняшний день системы BIM-проектирования представляют информационную модель в качестве структурированной базы данных о проектируемом объекте [7]. В качестве структуры модели чаще всего специалисты проектного отдела используют пространственное представление об объекте, разнося элементы модели по высотным уровням, осям здания и слоям проектирования, относящимся к отдельным видам конструкций. Разделение BIM-модели по осям и высотным отметкам характеризуется *уровнем декомпозиции* проекта. Уровень декомпозиции, как правило, прописывается в задании на проектирование либо в отраслевом или

корпоративном BIM-стандарте. Требования по декомпозиции обусловлены необходимостью корректного представления проектных данных:

- для организации совместной работы множества специалистов, работающих над единой моделью;
- при подсчёте объёмов строительных конструкций и изделий;
- при подсчёте стоимости выполнения строительного-монтажных работ;
- для организации поставки строительных материалов, конструкций, изделий и оборудования;
- для организации строительного производства.



Рисунок 1– BIM-модель здания разделением элементов по пространственным осям в BIM-системе Renga Architecture

Открыть с привязкой к проекту: ФМ из набора ФМ/структуры объекта

Структура объекта	Высота вниз	Высота вверх
Блок 1 (AP)	-	-
Кровля	28.5000	31.50
9 этаж	25.5000	28.50
8 этаж	22.5000	25.50
7 этаж	19.5000	22.50
6 этаж	16.5000	19.50
5 этаж	13.5000	16.50
4 этаж	10.5000	13.50
3 этаж	7.5000	10.50
2 этаж	4.5000	7.50
1 этаж	0.0000	4.50
Цокольный этаж	-2.7000	0.00
Фундамент	-3.9000	-2.70
Блок 2 (AP)	-	-
Блок 3 (AP)	-	-
Блок 1 (ЭП)	-	-
Кровля	28.5000	31.5000
9 этаж	25.5000	28.5000
8 этаж	22.5000	25.5000
7 этаж	19.5000	22.5000
6 этаж	16.5000	19.5000
5 этаж	13.5000	16.5000
4 этаж	10.5000	13.5000
3 этаж	7.5000	10.5000
2 этаж	4.5000	7.5000
1 этаж	0.0000	4.5000
Цокольный этаж	-2.7000	0.0000
Фундамент	-3.9000	-2.7000

Рисунок 2 – Примеры описания структур проектов многоэтажных зданий в BIM-системах Autodesk Revit и Nemetschek Allplan

Каждая BIM-система в базовой функциональности позволяет формировать ведомости, спецификации, экспликации и прочие документы с привязкой к BIM-структуре. Наличие проектных объёмов с такой привязкой позволяет выстраивать график производства работ по возведению конструкций в соответствии с полученными ведомостями, однако, на практике такой метод применяется не слишком широко [1]. Для полноценного планирования производства работ помимо наличия объёмов основных материалов, явно присутствующих в модели, необходимо иметь детальную информацию обо всех строительных материалах и в целом о всех необходимых для производства работ ресурсах.

Обеспечить наличие этой информации можно при осуществлении сметных расчётов, которые выполняются с применением сметно-нормативных баз, содержащих информацию обо всех ресурсах, включая трудовые, вспомогательные, стоимостные, затраты на работу машин и прочие.

## СМЕТНЫЕ РАСЧЁТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM

Технология формирования сметной стоимости с применением технологии информационного моделирования является достаточно отработанной и применяется в проектной и строительной отрасли в течение ряда лет [4]. Требования систем ценообразования, применяемых в странах ЕАЭС как в государственном, так и в корпоративном секторе, диктуют правила подсчёта объёмов работ и материалов и правила формирования выходных сметных документов, опираясь на традиционную технологию проектирования, не подразумевающую наличие BIM-модели. Поэтому все имеющиеся на сегодняшний день инструменты, позволяющие извлекать проектные объёмы из BIM-модели и формировать сметную стоимость строительства, ориентированы на классическую форму локальной сметы (локального сметного расчёта, ведомости расчёта стоимости и т.п.), в которой не подразумевается наличия информации о пространственной структуре здания. Все работы в локальных сметных документах группируются по принципу родственности строительных технологий, без выделения объёмов работ, выполняемых в разное время. Логика формирования сметного документа подчинена логике экономиста, оценивающего затраты и формирующего *бюджет* будущего строительства, а не строителя, который будет затем осваивать эти объёмы. Для того, чтобы преобразовать проектные объёмы в сметный вид, существуют специализированные программные среды, которые позволяют выполнять эти рутинные операции в течение нескольких секунд либо полностью автоматически, либо с минимальным участием специалиста сметного направления. Разработанный и внедрённый авторами метод преобразования проектных объёмов в сметное представление называется методом *рекомпозиции*, а программное средство, в котором этот метод реализован и успешно применяется при преобразовании проектных данных из различных BIM-систем, называется ABC-Рекомпозитор [2]. Поддерживаемыми ABC-Рекомпозитором системами на текущий момент являются:

- Nemetschek Allplan
- Autodesk Revit

- Renga Architecture/Structure
- Credo: Дороги
- Graphisoft ARCHICAD
- IndorCAD/Road
- MagiCAD (AutoCAD/Revit)
- AVEVA E3D

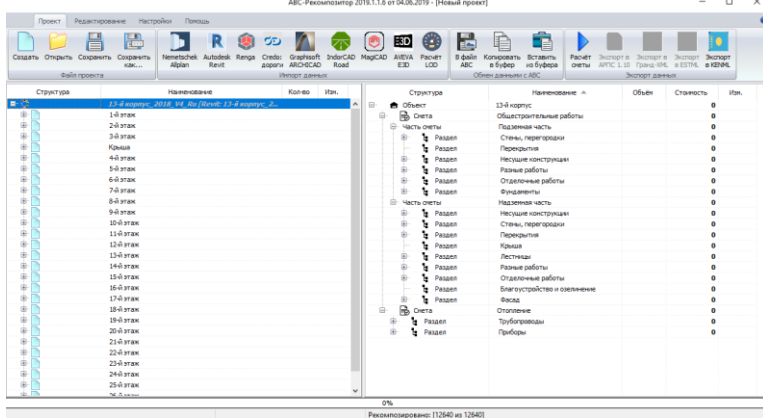


Рисунок – 3. Рабочее окно ABC-Рекомпозитора с преобразованными проектными данными в сметную структуру

После завершения процедуры рекомпозиции проектные данные поступают на расчёт в сметную систему, где выполняется подключение сметных нормативов, соответствующих текущему состоянию, набора текущих цен или применение базисных цен с индексацией в соответствии с текущим периодом [2]. На выходе из сметной системы получается статичный набор стоимостных и ресурсных показателей, в которых уже сложно отследить исходную информацию о привязке того или иного сметного объёма к конкретному архитектурно-конструктивному элементу модели или хотя бы увидеть связь с пространственной структурой здания [4, 5].

После передачи информационного блока данных из сметной системы в систему календарного планирования специалист-технолог, по сути, занимается восстановлением исходной информации и формирует график строительства, распределяя сметные объёмы по периодам строительства на основе собственного опыта и представлений.

Кроме этого, статичная сметная стоимость не даёт возможности увидеть, каким образом стоимостные показатели распределяются во времени. В условиях изменяющихся цен и при продолжительных сроках строительства бюджет строительства может изменяться в значительной степени от вариантов распределения объёмов работ по периодам строительства и в целом от продолжительности строительства. Фактически, сметная стоимость на стадии завершения проектирования представляет собой некий срез в уровне цен окончания проектирования в некоторых случаях дополняемый прогнозным индексом изменения стоимости в целом по всему строительству.

## СМЕТНЫЕ РАСЧЁТЫ И ПРОГНОЗЫ БЮДЖЕТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА

Формирование сметной стоимости строительства с применением ABC-Рекомпозитора на основе ВМ-модели позволяет комплексно решать задачу бюджетирования с применением автоматизированного построения графика производства строительного-монтажных работ в системах календарного планирования [3].

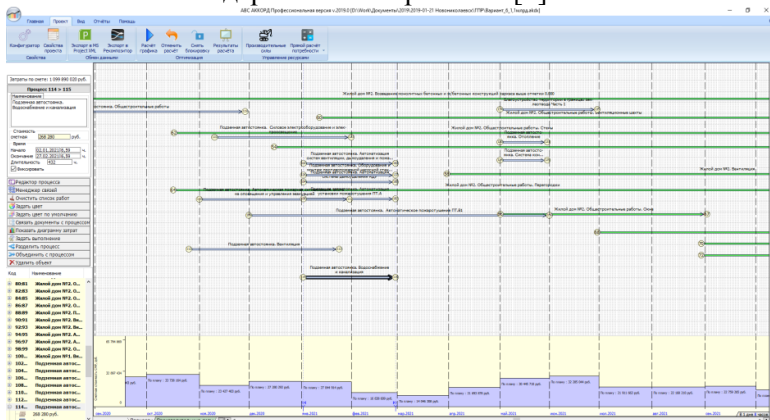


Рисунок 4– Рабочее окно системы «АККОРД» с календарным планом

Одной из таких систем является разработанная авторами и успешно внедрённая в проектную практику система календарно-сетового планирования «АККОРД» [1]. Построение календарного графика при наличии сметной документации организовано в «АККОРДе» с применением достаточно большого количества разнообразных инструментов и средств автоматизации и выполняется за небольшое время относительно ручного ввода аналогичных данных в альтернативных системах.

При подготовке графика производства работ на основе смет, сформированных в среде ABC-Рекомпозитор, можно воспользоваться исходной информацией об отнесении проектных объёмов к пространственной структуре здания – BIM-структуре. Эта информация хранится в информационном блоке данных в формате XML (собственный формат **ABC ERP BIM XML**) и передаётся в систему «АККОРД» вместе со сметными результатами несмотря на то, что при выполнении сметных расчётов она не используется.

```

-<BIMStructure>
  -<Area Name="КОРПУС" GUID="{9A2737E0-2D09-4F56-949A-F4A9DC68BF98}" Number="72780">
    -<Building Name="СЕКЦИЯ 1" GUID="{05CDD452-13D9-4540-B1CD-13B4CABA154A}" Number="72780">
      <Floor Name="063. КРОВЛЯ" GUID="{62CF5FFE-A1C5-48DE-92F3-EABFE0BC778A}" Number="72780"/>
      <Floor Name="002. 02 ЭТАЖ" GUID="{E12CA30E-C49E-48C9-81C6-EE6FC359676}" Number="33550"/>
      <Floor Name="003. 03 ЭТАЖ" GUID="{36D3CF2A-8A5D-48A8-980F-932DDCCD4710}" Number="63350"/>
      <Floor Name="004. 04 ЭТАЖ" GUID="{94DBAD61-3C44-4564-8BF5-80A11E981C49}" Number="91500"/>
      <Floor Name="005. 05 ЭТАЖ" GUID="{6CCE3E8F-F6B5-49E9-B17B-378A42CFFC52}" Number="119500"/>
      <Floor Name="006. 06 ЭТАЖ" GUID="{02699AC6-E7DB-4510-BF78-402BFC64DFD0}" Number="147500"/>
      <Floor Name="007. 07 ЭТАЖ" GUID="{928CD247-066C-429C-85F4-D6A90C33755D}" Number="175500"/>
      <Floor Name="008. 08 ЭТАЖ" GUID="{9A428733-4757-4114-9931-8E67D084FC8D}" Number="203500"/>
      <Floor Name="009. 09 ЭТАЖ" GUID="{083BDECE-593D-45BE-9GED-89DC5A9A5319}" Number="231500"/>
      <Floor Name="010. 10 ЭТАЖ" GUID="{6C1740EB-B345-4471-A83E-156A76C2BAF9}" Number="259500"/>
      <Floor Name="011. 11 ЭТАЖ" GUID="{4DC4D6E8-FED5-44A9-AA49-3181A8B8FC38}" Number="287500"/>
      <Floor Name="012. 12 ЭТАЖ" GUID="{74CD2D20-12AB-43AA-B6CD-D86E63AD0958}" Number="315500"/>
      <Floor Name="013. 13 ЭТАЖ" GUID="{A90210BC-59D0-478A-BE43-146726E8A625}" Number="343500"/>
      <Floor Name="014. 14 ЭТАЖ" GUID="{17C4155C-CD88-4798-9489-2B531FCFF77A}" Number="371500"/>
      <Floor Name="015. 15 ЭТАЖ" GUID="{882EE6CC-00FA-4196-A20E-5211E7B46763}" Number="399500"/>
      <Floor Name="016. 16 ЭТАЖ" GUID="{83512B3C-EA59-4F48-A014-D0A89A828789}" Number="427500"/>
      <Floor Name="017. 17 ЭТАЖ" GUID="{3141AD93-9793-401A-BE09-98D23379FBC3}" Number="455500"/>
      <Floor Name="018. 18 ЭТАЖ" GUID="{76576294-4326-4629-9D2E-2858D04F2A0A}" Number="483500"/>
      <Floor Name="019. 19 ЭТАЖ" GUID="{01182139-C0B7-4129-9E43-3790834AF764}" Number="511500"/>
      <Floor Name="020. 20 ЭТАЖ" GUID="{C0F81A48-9ED8-458A-8F48-3270FEFE8122}" Number="539500"/>
      <Floor Name="021. 21 ЭТАЖ" GUID="{B3680035-5AD9-451F-9BFC-CCB9874D0F34}" Number="567500"/>
      <Floor Name="022. 22 ЭТАЖ" GUID="{A9293E5A-CBAF-46D9-9243-E4F9CC21BCD4}" Number="595500"/>
      <Floor Name="024. 24 ЭТАЖ" GUID="{49C0746E-7F7D-4817-8A2A-9FD8464813C3}" Number="651500"/>
      <Floor Name="025. 25 ЭТАЖ" GUID="{E50A90C6-ED71-4DC2-8294-ED88482BD9C9}" Number="679500"/>
      <Floor Name="023. 23 ЭТАЖ" GUID="{SD08D9AF-1C49-4C77-8898-E9D774A9A668}" Number="623500"/>
      <Floor Name="061. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЧЕРДАК" GUID="{6DF6C3BD-43DA-4057-B656-9C3653A8BF69}" Number="707500"/>
    </Building>
    -<Building Name="СЕКЦИЯ 2" GUID="{8A3959C8-E366-41DB-92DC-BAFCA050A8A4}" Number="72780">
      <Floor Name="063. КРОВЛЯ" GUID="{ADC25FDF-D338-4881-9F8E-58353DD5E867}" Number="72780"/>
      <Floor Name="002. 02 ЭТАЖ" GUID="{D8D8B77C-6A78-42D0-9F80-ABDFBC430606}" Number="35500"/>
      <Floor Name="003. 03 ЭТАЖ" GUID="{EA3288EF-CCF8-49F6-B305-1B5D0A68ED28}" Number="63500"/>
      <Floor Name="004. 04 ЭТАЖ" GUID="{B8578A9E-086A-482C-95C7-600F02D918EE}" Number="91500"/>
    </Building>
  </Area Name="КОРПУС" GUID="{9A2737E0-2D09-4F56-949A-F4A9DC68BF98}" Number="72780">
</BIMStructure>

```

Рисунок 5– Фрагмент локальной сметы в формате XML с информацией о BIM-структуре

При наличии такой информации декомпозиция графика производства работ будет в точности соответствовать декомпозиции исходного BIM-проекта, что позволит в несколько десятков и даже сотен раз сократить время на первичную подготовку календарного графика





## ВЫВОДЫ

Детальное распределение стоимостных показателей по периодам строительства позволяет прогнозировать изменение стоимости строительства со временем, ориентируясь на различные коэффициенты, привязанные не только к периоду строительства, но и к виду затрат – материалы, зарплата, ГСМ, оборудование [3].

Формирование графика строительства с выходом на приближенное к реальным финансовым условиям бюджетирования с применением технологии информационного моделирования позволяет решать задачу определения эффективности инвестиционно-строительного процесса на качественно новом уровне, недоступном при применении классической технологии проектирования. Скорость прохождения данных по всей технологической цепочке от BIM-модели до графика финансирования делают возможным проработку нескольких вариантов с целью выбора наиболее оптимального бюджета строительства, имеющего наилучшие финансовые показатели.

Описанная технология успешно применяется на этапе проработки вариантов реализации инвестиционных проектов в области жилищного строительства.

Помимо прочего, накопленный объём информации позволяет решать задачу формирования 5D-модели строительства с минимальными трудозатратами, так как инструменты позволяют не терять связь с первоисточником на всех этапах работы с проектом [6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация процесса создания проектов организации строительства и производства работ (ПОС и ППР) при помощи программного комплекса ABC "АККОРД". Воронин И.А., Изатов В.А., Шершнёв А.В. Материалы I Международной научно-практической конференции "Методология и принципы ценообразования в строительстве. Инновационные технологии в строительной отрасли и их внедрение". Минск, 2013 г.
2. Автоматизированные интеллектуальные экспертные системы экономики строительства в работе BIM-систем. Шершнёв

А.В., Пурс Г.А., Изатов В.А., Воронин И.А. Материалы международной научно-практической конференции БНТУ "Информационные технологии в технических, правовых, политических и социально-экономических системах". Минск, 2017 г.

3. Методика формирования прогнозной цены строительной продукции на основе календарного плана строительства. Изатов В.А., Воронин И.А. Материалы III Международной научно-практической конференции "Методология и принципы ценообразования в строительстве. Инновационные технологии в строительной отрасли и их внедрение". Минск, 2015 г.

4. Методические и организационные аспекты сопряжения САПР со сметно-экономическими системами Воронин И.А., Изатов В.А. САПР и ГИС автомобильных дорог, №1(2). Томск. 2014 г.

5. О возможности определения сметной стоимости строительных объектов с использованием BIM проектирования. Воронин И.А., Изатов В.А. Материалы всероссийской конференции "Экономические и организационно-управленческие проблемы развития строительного комплекса России". Новосибирск, 2014 г.

6. Реализация 5D BIM моделей с использованием программных продуктов линейки ABC Воронин И.А., Изатов В.А. Труды международной научно-практической конференции "Наука, техническое регулирование и инжиниринг в строительстве: состояние, перспективы". Караганда, 2016 г.

7. Ценообразование и технология информационного моделирования в строительстве на этапах жизненного цикла строительной продукции. Воронин И.А., Изатов В.А., Пурс Г.А. Строительство и ценообразование №2 (30). Минск, 2019 г.

## REFERENCES

1. Automation of the process of creating projects for the organization of construction and work (PIC and PPR) using the ABC AKKORD software package. Voronin I.A., Izatov V.A., Shershev A.V. Materials of the I International scientific-practical conference "Methodology and principles of pricing in construction. Innovative technologies in the construction industry and their implementation." Minsk, 2013

2. Automated intelligent expert systems of the economics of construction in the operation of BIM-systems. Shershnev A.V., Purs G.A., Izatov V.A., Voronin I.A. Materials of the international scientific-practical conference of BNTU "Information technologies in technical, legal, political and socio-economic systems". Minsk, 2017
3. The method of forming the forecast price of construction products based on the construction schedule. Izatov V.A., Voronin I.A. Materials of the III International scientific-practical conference "Methodology and principles of pricing in construction. Innovative technologies in the construction industry and their implementation." Minsk, 2015
4. Methodological and organizational aspects of coupling CAD with estimated economic systems Voronin IA, Izatov VA CAD and GIS of automobile roads, No. 1 (2). Tomsk 2014 year
5. On the possibility of determining the estimated cost of construction projects using BIM design. Voronin I.A., Izatov V.A. Materials of the all-Russian conference "Economic and organizational-managerial problems of the development of the building complex of Russia". Novosibirsk, 2014
6. Implementation of 5D BIM models using software products of the ABC line Voronin IA, Izatov VA Proceedings of the international scientific-practical conference "Science, technical regulation and engineering in construction: state, prospects." Karaganda, 2016
7. Pricing and information modeling technology in construction at the stages of the construction products life cycle. Voronin I.A., Izatov V.A., Purs G.A. Construction and pricing №2 (30). Minsk, 2019