

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПОЗИЦИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

ВОРОНИН И.А.

соискатель учёной степени кандидата экономических наук
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Application Programming Interface (далее – API) – программный инструмент для динамического взаимодействия различных программных сред по специфицированному протоколу, обеспечивающий их одновременную работу в режиме реального времени (realtime) с возможностью высокоскоростного обмена посредством оперативной памяти или протокола обмена данными (типа TCP/IP).

Работы по интеграции с Nemetschek Allplan начались в 2012 г., т. к. в его составе уже имелась подсистема Build Cost Management (далее – ВСМ), ориентированная на немецкую систему ценообразования в строительстве. ВСМ в то время выступала как один из эффективных примеров совместного решения архитектурно-конструкторских и экономических задач. С расширением круга интегрируемых с программными продуктами линейки ABC-RHTЦ BIM-систем стала очевидной необходимость прямого двустороннего взаимодействия с каждой платформой посредством API, и к текущему моменту реализована интеграция с 10 BIM-системами. Этот опыт дал возможность провести сравнительный анализ функционала API BIM-систем по ряду критериев среди таких платформ, как Allplan, Revit, Renga и Archicad. Для BIM-систем, не имеющих открытого API, разработчиками ABC-RHTЦ была предложена схема интеграции с использованием собственного API. Результаты анализа существующего состояния программных интерфейсов приложений API BIM-систем на основе опыта интеграции с программными продуктами линейки ABC-RHTЦ (сметно-экономический раздел строительного проекта) рассмотрены в данной статье. Основной задачей сравнения является фиксация текущего состояния возможностей BIM-систем по интеграции со сметным программным обеспечением ABC-RHTЦ.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTION DESIGN SYSTEMS FROM THE POSITION OF ECONOMIC TASKS

VORONIN I.A.

applicant for the degree of candidate of economic sciences
Belorussian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Application Programming Interface (API) is a software tool for the dynamic interaction of various software environments according to a specified protocol, which ensures their simultaneous operation in real time with the possibility of high-speed exchange via RAM or a data exchange protocol (such as TCP / IP).

Integration with Nemetschek Allplan began in 2012, since it already included a Build Cost Management (BCM) subsystem focused on the German construction pricing system. BCM at that time acted as one of the effective examples of the joint solution of architectural, design and economic problems. With the expansion of the range of BIM systems integrated with software products of the ABC-RSTC line, the need for direct two-way interaction with each platform through the API became obvious, and to date, integration with 10 BIM systems has been implemented. This experience made it possible to

conduct a comparative analysis of the functionality of the API of BIM systems according to the number of criteria among platforms such as Allplan, Revit, Renga and Archicad. For BIM systems that do not have an open API, the ABC-RSTC developers proposed an integration scheme using their own API. The results of the analysis of the existing state of the programming interfaces of API applications of BIM systems based on the experience of integration with software products of the ABC-RNTC line (estimate and economic section of the construction project) are considered in this article. The main task of the comparison is to fix the current state of the capabilities of BIM systems for integration with the ABC-RSTC software.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день спектр программного обеспечения, соответствующего требованиям по созданию информационных моделей с уровнем проработки, достаточным для выпуска рабочей документации по проекту, достаточно широк (см. рис. 1). Помимо проектирующих систем существует программное обеспечение для решения ряда смежных задач. В целом задачи, решаемые различным программным обеспечением в области BIM, можно условно разбить на следующие классы:

- проектирование;
- расчеты;
- межотраслевая координация и создание сводных моделей;
- поиск пространственных и логических коллизий;
- создание многомерных визуализаций (4–6D);
- подготовка визуализаций и презентаций.



Рисунок 1. Спектр программного обеспечения для BIM

Обмен данными между всем имеющимся на сегодняшний день программным обеспечением, как правило, осуществляется с использованием универсальных обменных форматов, таких как IFC, DWG, OBJ, DXF, STEP, IGS, iModels и др. [1, 2].

Использование обменных форматов достаточно статично во времени, т. к. предполагает фиксацию в некотором временном срезе состояния исходной среды с последующим разбором в другой. При изменении исходной среды требуется повторное формирование выгружаемых данных. Вследствие этих недостатков между многими платформами реализовано прямое взаимодействие в виде программных надстроек – плагинов. Такие плагины разрабатываются либо одним из производителей программного обеспечения, либо сторонними разработчиками. Помимо этого, существуют и комбинированные схемы, позволяющие использовать оба способа передачи данных [1]. Наличие прямых интеграционных связей между различными программными средами говорит также о недостаточности сведений, передаваемых в обменных файлах. Прямое программное взаимодействие позволяет решить вопросы передачи информации более полноценно, т. к. отраслевые стандарты не всегда успевают своевременно фиксировать в описаниях формата обмена актуальное наполнение данными и реализовывать все возможности технологии информационного моделирования.

Кроме этого, прямое взаимодействие между программами дает возможность выполнения предварительного анализа, проведения расчетов и в целом обеспечивает более тесное качественное взаимодействие с моделью на уровне данных. Как правило, при программном взаимодействии процессы информационного обмена происходят существенно быстрее и отпадают вопросы синхронизации и обновления данных.

Примером могут служить многочисленные программные надстройки к проектирующим BIM-системам для связи с системами расчета строительных конструкций, например, плагины ЛИРА-САПР для Revit, SCAD для Tekla и т. п.

Интеграция программного обеспечения, предназначенного для решения экономических задач в строительстве, с BIM-системами требует извлечения из информационной модели множества параметрической и атрибутивной информации, которая часто отсутствует в явном виде как в обменных форматах, так и в самих элементах модели.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Вопросом, как связать BIM-модель со сметами и получать стоимость на всех этапах жизни модели автоматически, разработчики и пользователи BIM-систем начали задаваться практически с самого начала появления технологии информационного моделирования. Первые попытки автоматизировать сметные задачи на постсоветском пространстве были сделаны еще в начале 2000-х гг. на платформе Nemetschek Allplan. В то время казалось, что достаточно каждому элементу модели записать в свободное поле шифр сметной расценки и подставить правильный объем из множества предлагаемых системой, и вопрос будет решен. Тем не менее много лет задача не решалась в силу того, что связь между элементами BIM-модели и сметно-нормативной базой была не такой однозначной и потребовалось решение, позволяющее алгоритмизировать процесс передачи параметров (атрибутов) в ВСМ и при этом создавать гибкие наборы правил по применению сметных нормативов как под конкретный проект, так и для универсальных решений для определенных строительных технологий.

Если коротко описать проблему, то можно сформулировать ее одной фразой: проектировщики и сметчики живут в разных измерениях и мыслят разными категориями. Проектировщики создают строительный объект в системе моделирования, используя наборы инструментов, представленные в виде проектных категорий – стены, колонны, балки, перекрытия, окна, розетки, кабели, трубы и т. д. Когда дело доходит до стоимостных оценок, то эти же элементы в каких-то случаях начинают рассыпаться на отдельные материалы, части конструктивов, а в каких-то случаях, наоборот, объединяются в единый набор и расцениваются комплексно. Сметчики используют свой набор инструментов, как правило, выраженный в виде

систематизированного набора сметных нормативов, сформированных не для законченных конструктивов, а для отдельных видов работ и операций над этими конструктивами [4]. К примеру, изготовление железобетонной монолитной стены на стройке может состоять из десятков различных операций, которые определяются конкретным проектом и могут зависеть от множества параметров такой стены.

Связь с одной из сметных технологий представлена на рисунке 2.

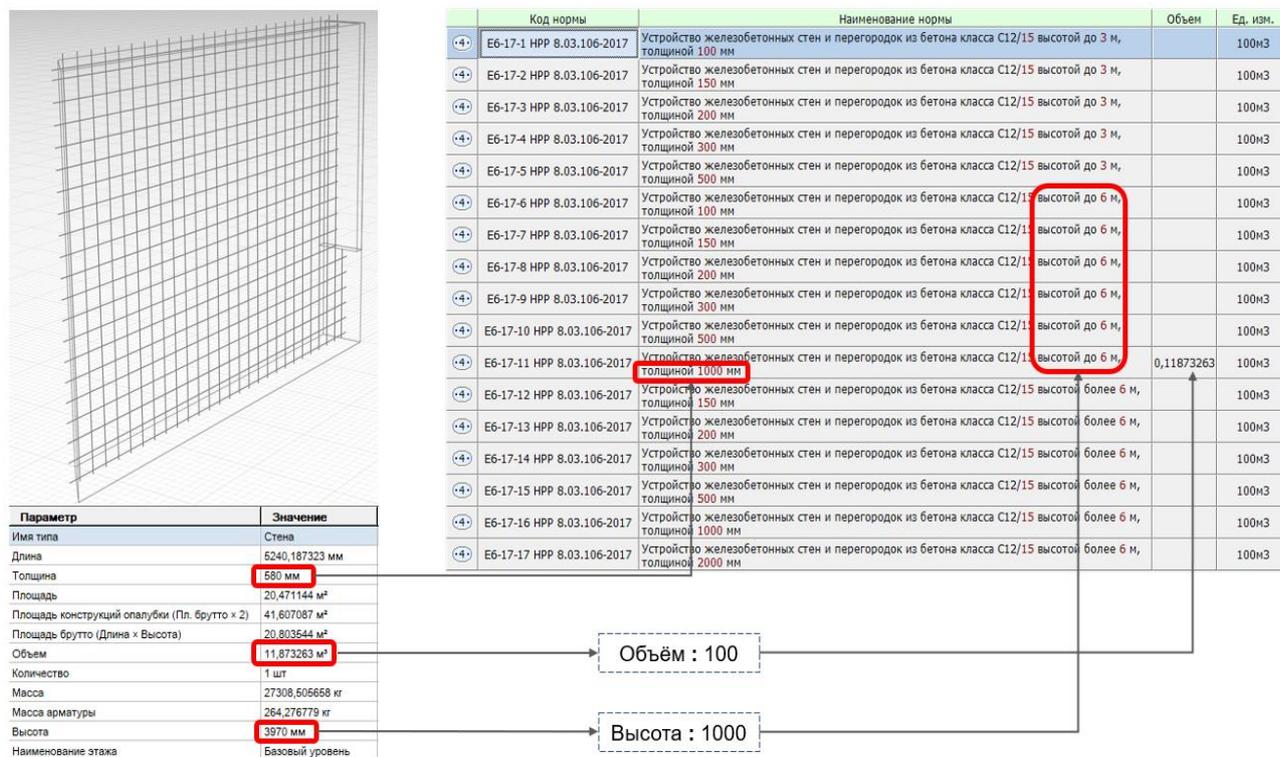


Рисунок 2. Пример параметрической связи элемента модели со сметной нормой

В зависимости от условий на конкретном объекте для формирования итоговой стоимости возведения такой стены могут понадобиться и другие сметные технологии, например монтаж опалубки, приготовление бетонной смеси, изготовление арматурного каркаса, демонтаж опалубки.

Из описанного примера можно сделать важный вывод о том, что процесс проектирования приводит к созданию **конструктивов**, а процесс разработки смет – к созданию **видов работ** и формированию на их основе ведомости объемов работ, служащей прообразом сметы.

В этом кроется ключевое противоречие между системами проектирования и оценки стоимости. На Западе такие противоречия разрешаются в силу того, что системы сметного нормирования имеют не настолько обширную номенклатуру видов работ и часто строятся исходя из единых классификационных подходов с этапом проектирования. Примером гармоничного сосуществования проектной и сметной составляющей проекта могут служить системы классификации OmniClass, MasterFormat, UniFormat, DIN 276, DIN277, UniClass и им подобные [2, 3].

В системах строительного проектирования и ценообразования стран ЕАЭС до сих пор не было создано ничего подобного, что позволило бы решать задачи сметного ценообразования на таком же уровне. Причем это характерно как для государственного, так и для корпоративного сектора. Попытки создать классификаторы ведутся, но без пересмотра структуры сметных нормативов и без подчинения системы ценообразования единым классификаторам архитектурно-конструктивных элементов все будет только усложняться.

Действующая система ценообразования любой из стран ЕАЭС, включая систему Республики Беларусь, выдвигает ряд требований к системам информационного моделирования по информационному наполнению элементов. Требования, выдвигаемые системами ценообразования Беларуси, России, Казахстана, Узбекистана, Армении и других стран, использующих в основе структуру сметных нормативов, разработанную в СССР, практически идентичны, с небольшими точечными отличиями. В связи с этим систему информационных требований можно рассматривать как единую для всех стран ЕАЭС.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ МОДЕЛЕЙ

Требования к информационному наполнению элементов BIM-моделей являются ключевым фактором при последующем выборе сметных норм и расценок и определении стоимости строительства [5]. Безусловно, в основе любых требований должна лежать какая-то исходная классификация проектных решений. В статье описана классификация категорий проектирования BIM-системы Autodesk Revit как наиболее полная для большинства случаев проектирования зданий и сооружений. На основании этого перечня успешно решаются задачи по интеграции с любыми другими системами BIM-проектирования, т. к. категории Revit имеют наиболее общие и понятные всем формулировки (см. табл. 1).

Таблица 1. Примеры перечней категорий для разделов проекта

Примеры перечней категорий для разделов проекта		
архитектурный раздел	конструкторский раздел	инженерный раздел
<ul style="list-style-type: none"> - потолки; - двери; - мебель; - крыши; - помещения; - лестницы; - стены; - окна; - ограждение; - перила 	<ul style="list-style-type: none"> - несущая арматура; - несущие колонны; - каркас несущий; - фермы; - вертикальные раскосы; - горизонтальный раскос; - фундамент несущей конструкции; - несущие стены 	<ul style="list-style-type: none"> - кабельные лотки; - шкафы; - коробка; - воздухопроводы; - воздухораспределители; - электрооборудование; - гибкие трубы; - осветительные приборы; - арматура трубопроводов; - трубы; - соединительные детали трубопроводов; - сантехнические приборы; - провода

Аналогичные понятия или близкие к ним присутствуют практически в каждой BIM-системе, поэтому сформулированные информационные требования можно распространить на любую платформу и применять на всех этапах жизненного цикла строительства, которые требуют выполнения стоимостных оценок [6].

Информационные требования были сформулированы на основе данных анализа системы сметных нормативов всех стран ЕАЭС и выражены в виде списка параметров с указанием единиц измерения. Пример требований к категории проектирования «Стены» приведен в таблице 2.

Таблица 2. Требования к категории проектирования «Стены»

Категория	Наименование параметра	Ед. изм.
Стены	Площадь (за вычетом проемов)	м ²
	Площадь (без вычета проемов)	м ²

Категория	Наименование параметра	Ед. изм.
	Количество	шт.
	Количество проемов	шт.
	Высота	мм
	Объем	м ³
	Толщина стены	мм
	Толщина слоя (материала)	мм
	Длина	мм
	Площадь конструкций опалубки	м ²
	Масса конструкции	кг
	Глубина котлована	мм
	Площадь основания	м ²
	Масса арматуры в конструкции	кг
	Высота этажа	мм
	Объем брутто	м ³

Подобная работа была выполнена по всем категориям проектирования путем глубокого анализа сметных норм, технических частей, прилагаемых к сборникам сметных норм, общих положений по применению сметных норм и правил определения объемов строительно-монтажных работ при расчете стоимости строительства.

К примеру, часть правил определения объемов работ по возведению конструкций из кирпича и блоков выглядит так:

2.7. Из объема кладки стен из кирпича с воздушной прослойкой объем последней не исключается.

2.8. Объем кладки стен из кирпича с утеплением с внутренней стороны теплоизоляционными плитами определяется без учета толщины плиты утеплителя.

2.9. Объем работ по устройству перегородок следует исчислять по проектной площади за вычетом площадей проемов по наружному обводу коробок.

2.10. Объем работ по расшивке швов определяется по площади расшиваемых стен без вычета площади проемов.

На основании этих требований для каждого параметра указывается его применимость, т. к. в дальнейшем при назначении сметных технологий элементам необходимо четко понимать, какой из множества имеющихся в элементе параметров следует применять в данном случае. Эта же информация используется сегодня многими проектными компаниями при создании библиотечных элементов для внесения тех параметров, которые не могут быть получены или рассчитаны стандартными средствами BIM-системы.

ВОЗМОЖНОСТИ API BIM-СИСТЕМ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ

Практически каждая проектирующая BIM-система позволяет сегодня решать задачи расширения функционала с использованием встроенных средств для разработчиков. Такой функционал имеет общее название – API, или программный интерфейс приложения. Фактически API создается для того, чтобы можно было решать любые задачи, которые невозможно решить напрямую с использованием стандартных средств программы или с использованием обменных форматов в другом программном обеспечении. Возможности API BIM-систем достаточно широки и в первую очередь ориентируются, конечно же, на решение

повседневных задач, связанных с проектированием. Важной составляющей взаимодействия с элементами модели как через интерфейс программы, так и через средства API является получение существующей и генерация новой атрибутивной информации, помещаемой в информационную модель. К примеру, расчет площади подоконной доски для окна, вставленного в проем стены, является результатом вычислений, основанных на геометрических параметрах как самого окна, так и стены, в которой оно находится. Рассчитанное значение может быть внесено в элемент модели в виде нового значения либо храниться в элементе в виде параметрической формулы.

Опираясь на созданный ранее перечень информационных требований, авторы провели объемную работу по созданию программных инструментов для извлечения всех необходимых параметров из элементов моделей с использованием API наиболее популярных BIM-систем. В ходе решения этой непростой задачи многие параметры, явно отсутствующие в элементах модели, приходилось вычислять с использованием различных функциональных возможностей и математических операций. В некоторых случаях авторы столкнулись с невозможностью получения параметров ни одним из способов. В таком случае в перечне информационных требований для данной BIM-системы параметр помечался как «пользовательский», т. е. перед специалистом, создающим BIM-модель, ставится задача по внесению такого параметра вручную.

На сегодняшний день разработчиками сметной системы ABC-РНТЦ проведена работа по интеграции с 10 BIM-платформами [7], из которых можно выделить 4 наиболее популярных в странах ЕАЭС: Nemetschek Allplan, Graphisoft Archicad, Renga и Autodesk Revit. Ежедневная работа по совершенствованию алгоритмов и инструментов сметчиков для работы с BIM-моделями позволила провести сравнительный анализ насыщенности параметрами элементов, возможностей функций API для вычисления и извлечения необходимых для сметчиков сведений. Пример такого сравнения по категории проектирования «Стены» приведен в таблице 3.

Таблица 3. Способы получения параметров для категории «Стены» в различных BIM-системах

Наименование параметра	Allplan	Archicad	Renga	Revit
Площадь (за вычетом проемов)	+	+	+	*
Площадь (без вычета проемов)	+	+	+	*
Количество	+	+	+	+
Количество проемов	-	*	-	*
Высота	+	+	+	+
Объем	+	+	+	+
Толщина стены	+	+	+	+
Толщина слоя (материала)	+	+	+	+
Длина	+	+	+	+
Площадь конструкций опалубки	*	*	*	*
Масса конструкции	-	-	+	-
Глубина котлована	-	-	-	-
Площадь основания	+	+	*	*
Масса арматуры в конструкции	-	-	-	-
Высота этажа	+	-	*	+
Объем брутто	+	+	+	*

Зеленым цветом и знаком «+» отмечены те параметры, которые извлекаются из элементов модели напрямую с использованием стандартной функции API соответствующей BIM-системы без проведения дополнительных вычислений.

Желтым цветом и знаком «*» отмечены те параметры, которые не могут быть извлечены стандартными методами API, но могут быть вычислены на основании геометрии элемента либо на основании других имеющихся параметров элемента путем сложения, умножения, вычитания, деления или применения коэффициента.

Красным цветом и знаком «-» отмечены те параметры, которые могут быть извлечены из элемента только в случае их внесения в элемент пользователем в явном виде. Такие параметры чаще всего стараются внести в элементы модели на этапе создания библиотек элементов, т. к. ручной ввод этой информации в проект – достаточно трудоемкий процесс.

Наличие большого количества вычисляемых параметров (желтого цвета) создает значительную нагрузку на ресурсы компьютера при обработке большого объема проектных данных, что, конечно, не так существенно, как нагрузка на специалистов, подготавливающих модель, но все-таки по сравнению с другими BIM-системами является негативным фактором. Кроме этого, необходимость проведения дополнительных вычислений усложняет разработку программных инструментов и увеличивает время разработки.

Различная информационная насыщенность по разным категориям проектирования перекликается с распространенностью определенных BIM-систем при решении разнообразных задач. К примеру, традиционно сильной стороной системы Archicad является архитектура, сильной стороной Allplan – железобетон, а сильной стороной Revit выступают внутренние инженерные системы. Похожую картину можно увидеть и при работе с API этих BIM-систем. Информационная насыщенность категории «Трубы» представлена в таблице 4.

Таблица 4 Способы получения параметров для категории «Трубы» в различных BIM-системах

Наименование параметра	Allplan	Archicad	Renga	Revit
Диаметр внутренний	+	*	-	+
Диаметр наружный	+	+	-	+
Длина	+	+	+	+
Условный проход	*	*	-	+
Толщина стенки	*	*	-	*
Площадь поверхности	+	+	+	+
Объем изоляции	*	*	-	+
Масса конструкции	+	*	*	-
Количество	+	+	+	+
Условное давление	-	-	-	-
Толщина изоляции	*	*	-	+

Для формирования общей картины по средней насыщенности API BIM-платформ был проведен комплексный анализ всех ключевых категорий и были выведены средние значения по разделам проектирования.

Для архитектурного раздела средняя насыщенность представлена в диаграмме на рисунке 3.

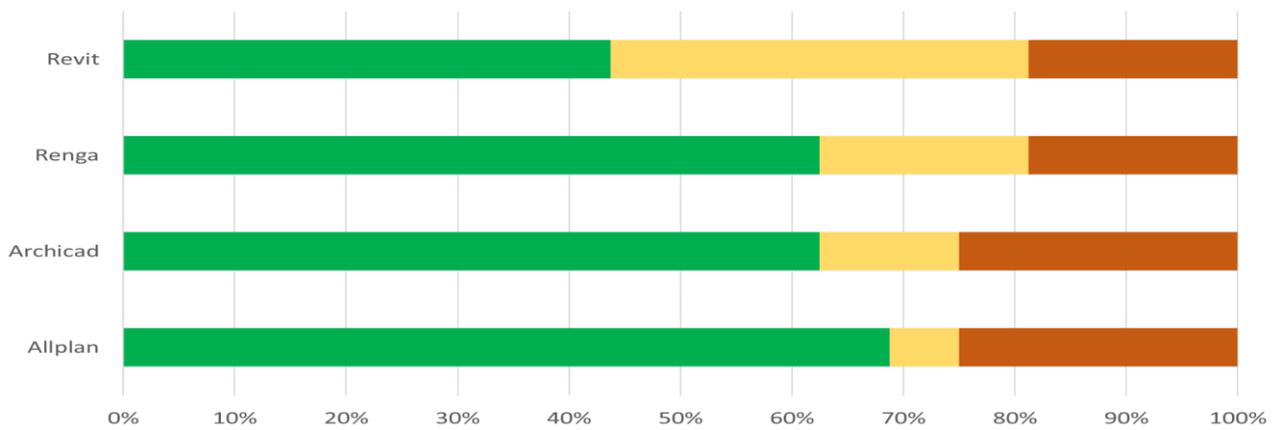


Рисунок 3. Средняя насыщенность API для архитектурного раздела

Несмотря на то, что некоторые параметры приходится вычислять, применение этой системы для архитектурного проектирования создаст наименьшую нагрузку на проектные подразделения по наполнению элементов информацией. Наличие широкой жёлтой зоны показывает, что параметры всё же извлекать можно, но за счет более высокой нагрузки на вычислительные ресурсы компьютера. Все рассмотренные системы в основном удовлетворяют требованиям информационного наполнения для решения сметных задач.

При анализе конструкторского раздела картина по насыщенности немного другая. Диаграмма насыщенности для этого раздела представлена на рисунке 4.

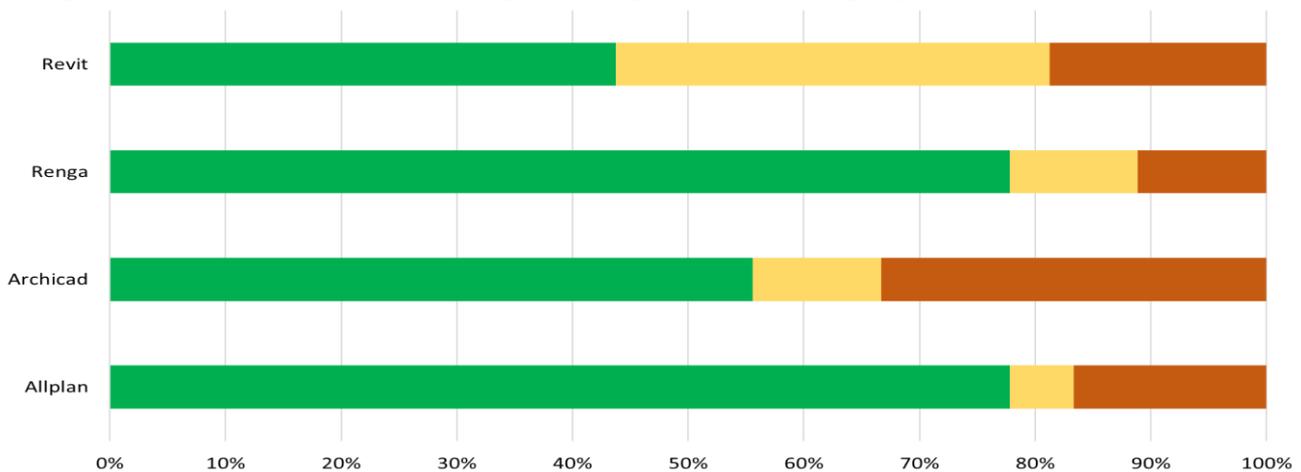


Рисунок 4. Средняя насыщенность API для конструкторского раздела

Анализ насыщенности параметрами для инженерных разделов полностью меняет картину. На рисунке 5 показана диаграмма, из которой следует, что большинство систем создают существенную нагрузку на вычислительные и трудовые ресурсы.

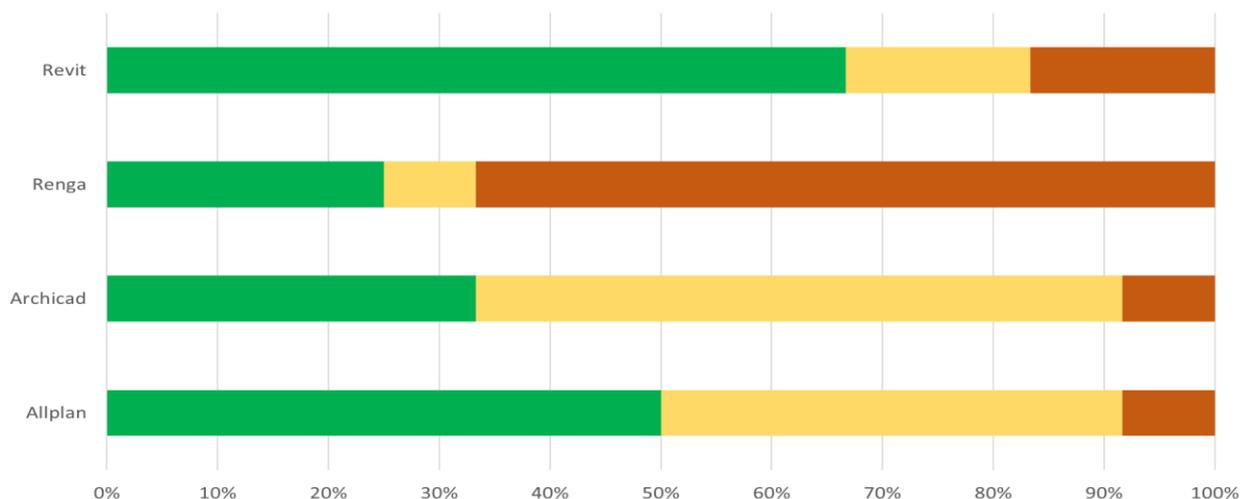


Рисунок 5. Средняя насыщенность API для инженерных разделов

Отличия в насыщенности по инженерным разделам могут говорить о разном уровне зрелости программных модулей в различных системах, что находит своё отражение и в прикладных задачах, решаемых с применением API.

ВЫВОДЫ

Любое сравнение, конечно же, является в какой-то мере субъективным и основывается на принятых для сравнения критериях. Субъективность нашего подхода заключается в первую очередь в направленности на ценообразование и сметное нормирование. Результаты не претендуют на всеобъемлющие и комплексные оценки BIM-систем и соответствуют текущему времени. Выведенные средние показатели демонстрируют степень насыщенности параметрами и инструментами именно API, что иногда не строго соответствует возможностям BIM-системы для решения этой же задачи стандартными средствами проектировщика. Тем не менее картина отражает текущее состояние возможностей API BIM-систем и позволяет спрогнозировать трудоемкость создания сметного раздела строительного проекта в той или иной системе с использованием средств автоматизации.

Инструменты ABC-РНТЦ для BIM в полной мере используют все имеющиеся возможности API всех представленных BIM-систем. Разработанная методология, в основе которой лежит систематизированный набор информационных требований по категориям проектирования, позволяет решать задачи извлечения необходимых параметров практически одновременно во всех системах. Изменения в системе сметного нормирования, правилах исчисления объемов работ находят отражение и в способах извлечения параметров элементов BIM-модели. Непрерывный контакт разработчиков ABC-РНТЦ с разработчиками многих BIM-систем позволяет постоянно совершенствовать и развивать инструменты и алгоритмы API BIM-систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. M.Wijayakumar, H.S.Jayasena. Automation of BIM Quantity Take-Off to suit QS's requirements // Department of Building Economics, University of Moratuwa, Sri Lanka. The Second World Construction Symposium 2013: Socio-Economic Sustainability in Construction. 14 – 15 June 2013, Colombo, Sri Lanka, p.70-80.

2. Song Wu, Gerard Wood, Kanchana Ginige, Siaw Wee Jong. A technical review of BIM based cost estimating in UK quantity surveying practice, standards and tools // Journal of Information Technology in Construction - ISSN 1874-4753 ITcon Vol. 19 (2014), Wu et al., pg. 534

3. Dr. Peter Smith. BIM & the 5D Project Cost Manager // *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119 (2014) p. 475 – 484
4. Daniel Forgues, Ivanka Iordanova, Fernando Valdivesio, Sheryl Staub-French. Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: a Case Study // *Materials of Construction Research Congress 2012* © ASCE 2012, p. 778 – 786.
5. Воронин И.А., Изатов В.А., Пурс Г.А. Требования технологий информационного моделирования к сметно-нормативной базе Республики Беларусь. *Строительство и ценообразование* №3 (47). Минск, 2021 г.
6. Воронин И.А., Изатов В.А., Пурс Г.А. Ценообразование и технология информационного моделирования в строительстве на этапах жизненного цикла строительной продукции. *Строительство и ценообразование* №2 (30). Минск, 2019 г.
7. 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.

REFERENCES

1. M. Wijayakumar, H. S. Jayasena. Automation of BIM Quantity Take-Off to suit QS's requirements // Department of Building Economics, University of Moratuwa, Sri Lanka. *The Second World Construction Symposium 2013: Socio-Economic Sustainability in Construction*. 14 – 15 June 2013, Colombo, Sri Lanka, p.70-80.
2. Song Wu, Gerard Wood, Kanchana Ginige, Siaw Wee Jong. A technical review of BIM based cost estimating in UK quantity surveying practice, standards and tools // *Journal of Information Technology in Construction - ISSN 1874-4753 ITcon Vol. 19 (2014)*, Wu et al., pg. 534
3. Dr. Peter Smith. BIM & the 5D Project Cost Manager // *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119 (2014) p. 475 – 484.
4. Daniel Forgues, Ivanka Iordanova, Fernando Valdivesio, Sheryl Staub-French. Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: a Case Study // *Materials of Construction Research Congress 2012* © ASCE 2012, p. 778 - 786.
5. Voronin I.A., Izatov V.A., Purs G.A. Requirements of information modeling technologies to the estimated and regulatory framework of the Republic of Belarus. *Construction and pricing* No. 3 (47). Minsk, 2021.
6. Voronin I.A., Izatov V.A., Purs G.A. Pricing and information modeling technology in construction at the stages of the life cycle of construction products. *Construction and pricing* No. 2 (30). Minsk, 2019.
7. Automated intelligent expert systems of construction economics 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 BNTU "Information technologies in technical, legal, political and socio-economic systems". Minsk, 2017.