

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ

DOI 10.15826/rjst.2024.1.010

УДК 004.94

*С. В. Придвижкин*¹, *Д. С. Сёмин*²

^{1,2} Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

e-mail: ¹ pridvizhkinsv@mail.ru, ² Dan4ikSTR@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФИНИШНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Аннотация: Тема автоматизации процесса проектирования финишных покрытий промышленного здания является крайне актуальной, так как позволяет сократить время на разработку проекта, повысить эффективность работы, уменьшить когнитивную нагрузку на память проектировщика, минимизировать риск ошибок, а также позволяет быстрее адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, повышает конкурентоспособность компании и открывает возможности для развития отрасли и внедрения новых технологий. В данной статье описана проблема автоматизации проектирования отделки в цифровой информационной модели промышленного здания и затронута тема методологии разработки дополнительных надстроек к существующим программным комплексам, а также создание дополнительных программных модулей. Целью работы является автоматизация процессов проектирования отделки помещений промышленных зданий, посредством создания дополнительного программного продукта в программном комплексе «Autodesk Revit». Для анализа существующей проблемы были выбраны несколько плагинов «Отделка помещений», существующих на рынке, описаны их свойства, функции, преимущества и недостатки. Составлено Техническое задание и разработан собственный плагин «Отделка помещений», учитывающий результаты анализа имеющихся продуктов и позволяющий облегчить и ускорить работу проектировщика. Описана работа программного обеспечения для проектировщиков. Выполнено сравнение, показывающее как работа с плагином ускоряет разработку цифровой информационной модели промышленного здания. Для этого разработанный нами плагин внедрен в работу компании ООО Уралпромгазпроект и проведен анализ эффективности работы проектировщиков. По итогам проведенного анализа видно, что разработанный программный продукт облегчил работу проектировщиков и положительно сказался на её эффективности: скорость выполнения задачи увеличилась практически вдвое при этом уменьшилось количество допущенных ошибок в проектной документации. Таким образом команда разработчиков достигла поставленной цели - осуществлена автоматизация процесса проектирования отделки помещений промышленных зданий.

Ключевые слова: строительство, (ЦИМ) Цифровая Информационная Модель (ВИМ-технологии), Revit, автоматизация, программирование.

Для цитирования: Придвижкин С. В., Сёмин Д.С. Автоматизация процесса проектирования финишных покрытий в цифровой информационной модели промышленного

здания // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2024. – Т. 10. – № 1. – 1001010. – DOI 10.15826/rjct.2024.1.010.

S. V. Pridvizhkin ¹, D. S. Semin ²

^{1,2} Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

e-mail: ¹ pridvizhkinsv@mail.ru, ² Dan4ikSTR@mail.ru

AUTOMATION OF THE FINISHING COATING DESIGN PROCESS IN THE DIGITAL INFORMATION MODEL OF AN INDUSTRIAL BUILDING

Abstract: The topic of automation of the process of design of industrial building finishes is extremely relevant, as it allows to reduce the time for project development, increase the efficiency of work, reduce the cognitive load on the designer's memory, minimize the risk of errors, and also allows to adapt faster to changing market conditions, increases the competitiveness of the company and opens up opportunities for the development of the industry and the introduction of new technologies. This paper describes the problem of automating the design of finishes in the digital information model of an industrial building and touches upon the topic of methodology for the development of additional add-ons to existing software systems, as well as the creation of additional program modules. The purpose of the work is to automate the processes of designing of finishing of premises of industrial buildings, by creating an additional software product in the software complex "Autodesk Revit". To analyze the existing problem, several plugins "Finishing of premises" existing on the market were selected, their properties, functions, advantages and disadvantages were described. The Technical Assignment was drawn up and the plugin "Room Finishing" was developed, taking into account the results of the analysis and allowing to facilitate and speed up the work of the designer. The work of the software for designers is described. We compared how working with the plugin will speed up the development of a digital information model of an industrial building. For this purpose we implemented our plugin in the company Uralpromgazproekt and gave statistics. The developed additional software product was able to improve the work of designers - to speed it up almost twice and reduce the number of errors in the design documentation, and thus achieved our goal - we have automated the design of industrial building interior decoration.

Key words: construction, (BIM) Building Information Model, Revit, automation, programming.

For citation: Pridvizhkin S. V., Semin D. S. (2024) Automation of the finishing coating design process in the digital information model of an industrial building. *Russian Journal of Construction Science and Technology*. 10(1). 1001010. (In Russ.) DOI 10.15826/rjct.2024.1.010.

1. Введение

Проект любого здания – это одна составляющих многогранного процесса строительства, требующая трудовых затрат коллектива специалистов и достаточных финансовых вложений. При этом риск допущения ошибок в проектной документации одинаково

велик для проектной организации любого уровня. В настоящее время проектирование зданий и сооружений неотъемлемо связано с понятием «автоматизация». Почему это важно? Процессы автоматизации в проектировании зданий и их составляющих необходимы по следующим причинам:

1. Повышение эффективности. Автоматизация позволяет сократить время и затраты на выполнение рутинных задач, таких как измерение, вычисление и проверка. Это, в свою очередь, позволяет увеличить производительность.

2. Улучшение качества. Автоматизированные процессы расчетов являются более точными и менее подвержены ошибкам, чем ручные. Это помогает улучшить качество проектов и снизить риск возникновения проблем в будущем.

3. Адаптация к изменениям. В процессе проектирования зданий и их составляющих часто возникает потребность изменений в требованиях, материалах или технологиях. Автоматизированные системы могут быстро адаптироваться к этим изменениям, что позволяет сократить время на внедрение новшеств и уменьшить риск ошибок.

4. Снижение зависимости от «человеческого фактора». При автоматизации процессов проектирования зданий снижается зависимость от квалификации и опыта конкретного человека. Это позволяет снизить риски, связанные с ошибками, вызванными «человеческим фактором».

5. Улучшение коммуникации. Автоматизация процессов проектирования может улучшить коммуникацию между участниками проекта, так как все данные и информация доступны в единой системе. Это упрощает процесс принятия решений и снижает вероятность возникновения конфликтов.

6. Стандартизация. Автоматизация помогает стандартизировать процессы и обеспечивает соблюдение требований и норм.

Более подробно о причинах и методах процессов автоматизации проектирования можно узнать в статье Кудрявцева Е. М. «Основы автоматизированного проектирования» [1].

Программирование в руках человека, в свою очередь, стало основным инструментом для создания более эффективных и автоматизированных подходов к выполнению задач в различных сферах деятельности человека. Отрасль строительства также приняла участие в гонке по автоматизации процессов, поэтому начиная с 60-х годов 20 века проектировщики для ускорения разработки своих проектов начали планомерный переход на использование вычислительных машин.

Проблема необходимости автоматизации рутинных процессов встречается во многих научных журналах, книгах и газетах, к примеру книга Эла Свейгарта «Автоматизация рутинных задач с помощью Python: Практическое руководство» описывает сущность выполнения однотипных вычислительных задач и помогает ускорить их решение с помощью программирования: «Если вам когда-либо приходилось тратить часы на переименование файлов или обновление сотен ячеек электронных таблиц, то вы знаете, что такое рутинная работа. А что, если поручить компьютеру выполнять такую работу вместо вас?!» [2]

Также данную мысль подтверждают слова И. П. Норенкова «Человечество вступило в XXI в., в котором придется решать ряд сложных проблем, связанных с экологией, поиском новых источников энергии, материалов, технологий, соответствующих постиндустриальному обществу. Определяющая роль в решении названных проблем отводится информационным технологиям.» [3]

Комплексное и одновременно экологически рациональное проектирование стало возможным с появлением систем автоматизированного проектирования, реализующих технологию информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling). Данная технология основана на идее представления физической модели, со-

стоящей из архитектурных компонентов, компонентов инженерных систем, элементов строительных конструкций, стройплощадки, внутренней и окружающей обстановки, в универсальном информационном виде.

Современные системы автоматизированного проектирования (САПР), реализующие BIM-технологии, основаны на формировании физической модели здания в универсальном параметрическом виде, информационно представленным единым файлом. В соответствии с BIM-технологиями разработаны такие программные продукты как ArchiCAD компании Graphisoft, Компас компании Аскон и Revit Architecture компании Autodesk [4–13].

«Autodesk Revit» – одна из самых совершенных программ для строительного проектирования, которая существует и совершенствуется несколько лет подряд, но несмотря на это до сих пор существует большое количество функций, которые могут быть доработаны или изменены.

Часто нужно улучшить либо расширить функционал существующего программного обеспечения. В этом случае необходимости разработки полноценной программы не возникает, нужно лишь дополнительно “расширить” её возможности. Такие доработки программного обеспечения называются «плагины». Казалось бы, создание «дополнения» является простой задачей, ведь большая часть работ уже сделана за вас. К сожалению, нет, написание плагинов является достаточной серьезной работой, ведь создание надстройки к программе заставляет разработчика принимать все условия и особенности уже написанного кода.

Несмотря на это, разработка динамически подключаемых программных модулей или же плагинов, как один из наиболее эффективных способов автоматизации, получила широкое применение во многих крупных программных

комплексах, включая и комплексы для проектирования [14–16].

Для таких ситуаций разработчики предусматривают ряд инструментов и возможностей, которые позволяют дополнить функционал исходной программы обычным пользователям – они открывают ограниченный доступ, которым могут воспользоваться как программисты, так и рядовые пользователи со знаниями основ программирования, для обращения к исходному коду программы с помощью некоторых, заранее созданных разработчиками софта, команд на высокоуровневом языке программирования. Речь о них и пойдет в этой работе.

В текущей версии рассматриваемого программного обеспечения проектирование финишных покрытий включает в себя: настройку параметров проекта, таких как единицы измерения, материалы и т.д. вручную, создание стен, потолков, полов и других элементов отделки с использованием соответствующих инструментов и библиотек материалов, размещение и настройку окон, дверей и других проемов. Создание ведомости отделки помещений после добавления помещений и их параметров также происходит вручную, что серьезно увеличивает время, затрачиваемое на процесс проектирования. Для решения этой проблемы созданы плагины «Отделка помещений», несколько из них мы рассмотрим и выделим их плюсы и минусы и будем на них опираться при разработке собственного плагина.

2. Методы автоматизации проектирования финишных покрытий

Для анализа вариантов автоматизации проектирования финишной отделки зданий, выбраны несколько существующих на рынке плагинов. Мы выделили и описали их преимущества и недостатки, ключевые особенности, функции, алгоритм работы и другие свойства.

После анализа данных программ, мы составили техническое задание на разработку собственного плагина и приступили к его созданию.

Для объективного анализа всех плагинов были выделены 8 категорий, по которым будут оценены каждый из рассмотренных вариантов (табл. 1).

1. Доступность: сравниваются бесплатные и платные плагины, их стоимость и доступность для всех категорий граждан.

2. Качество разработки интерфейса: анализируется удобство работы в программе.

3. Отделка стен: сравнивается автоматизация, возможности и простота работы плагина для задания отделки стен.

4. Отделка потолков: сравнивается автоматизация, возможности и простота работы плагина для задания отделки потолков.

5. Плинтус: сравниваются возможности плагинов автоматически рассчитать длину плинтуса.

6. Фильтры отделки по параметрам: определяется для каждого из плагинов наличие и разнообразность свойств и параметров задания отделки.

7. Выбор помещений: сравнивается вариативность выбора помещений для задания их отделки.

8. Ведомость отделки помещений: определяется возможность создания ведомости и сравнивается глубина автоматизации данного процесса.

Для начала разработки собственного плагина требуется выбрать язык программирования, так как их сегодня существует огромное множество для разных сфер применения. Рассмотрим несколько известных языков программирования.

Одним из востребованных языков программирования является Python. Это простой высокоуровневый язык с большими возможностями. Python хорошо

подходит начинающим разработчикам, а также для разных задач и применяется во многих сферах, от машинного обучения до создания игр и проведения научных исследований. Однако Python имеет низкую скорость, потому что это интерпретируемый язык, и он выполняет код построчно. Это не идеальный выбор для задач с интенсивным использованием памяти, поскольку он потребляет большой объем памяти из-за гибкости типов данных. Поэтому для разработки плагина такой язык не совсем подходит.

Еще одним известным языком программирования является Java. Java – мультифункциональный объектно-ориентированный язык со строгой типизацией. Это сложный язык, и его обычно выбирают люди, у которых уже есть какой-то опыт программирования и соответствующая подготовка. Поэтому для написания первого программного кода нам он также не подходит.

Плагины для Autodesk Revit создаются в виде подгружаемых библиотек классов на основе платформы .NET Framework. Основным языком программирования для разработки плагинов под Revit – C#. Также используют другие языки, работающих на платформе .NET от компании Microsoft – C++ и Visual Basic. Выбор версии .NET Framework зависит от версии Revit.

Выбор именно этих языков обусловлен тем, что библиотека Revit API, да и сам Revit написан на этой платформе, поэтому использование языков, принадлежащих этой платформе, существенно упрощает процесс создания плагина [17].

3. Анализ плагинов

Для анализа вариантов автоматизации проектирования финишной отделки зданий, выбраны несколько существующих на рынке плагинов. Рассмотрим их ключевые свойства, функции, преимущества и недостатки.

3.1. Плагин от «BIMStep»

По информации производителя, компании BIMStep, «Плагин “Отделка помещений”» – это целый BIM процесс, построенный на алгоритмично выстроенном процессе, в результате которого получается ведомость отделки помещений приближенная к ГОСТ» [18].

Функции плагина:

- создание в проекте типов стен и перекрытий, которыми с помощью плагина будет создана отделка;
- настройка всех параметров плагина (рис. 1).;
- создание отделки, моделирование стены и перекрытия;
- запись плагоном номера помещения в отделочные элементы;
- расчет длины плинтуса и запись его наименования;
- автоматическое создание спецификации ведомости отделки помещений.

Алгоритм работы плагина:

1. В проекте создаются типы стен и перекрытий, в которых с помощью плагина будет создана отделка всех видов стен, потолков и полов. Добавляются в их свойства наименование работ.
2. Настраиваются все параметры плагина.
3. Создается отделка, моделируя стены и перекрытия (полы и потолки). Плагин может работать с помещениями, которые были выбраны до запуска плагина, и с помещениями, которые можно выбрать в окне чуть позже (рис. 2).
4. Записывается номер помещения в отделочные элементы с помощью плагина.
5. Записывается в помещение наименования плинтусов и осуществляется подсчет длины плинтуса.
6. Создается ведомость отделки помещений.

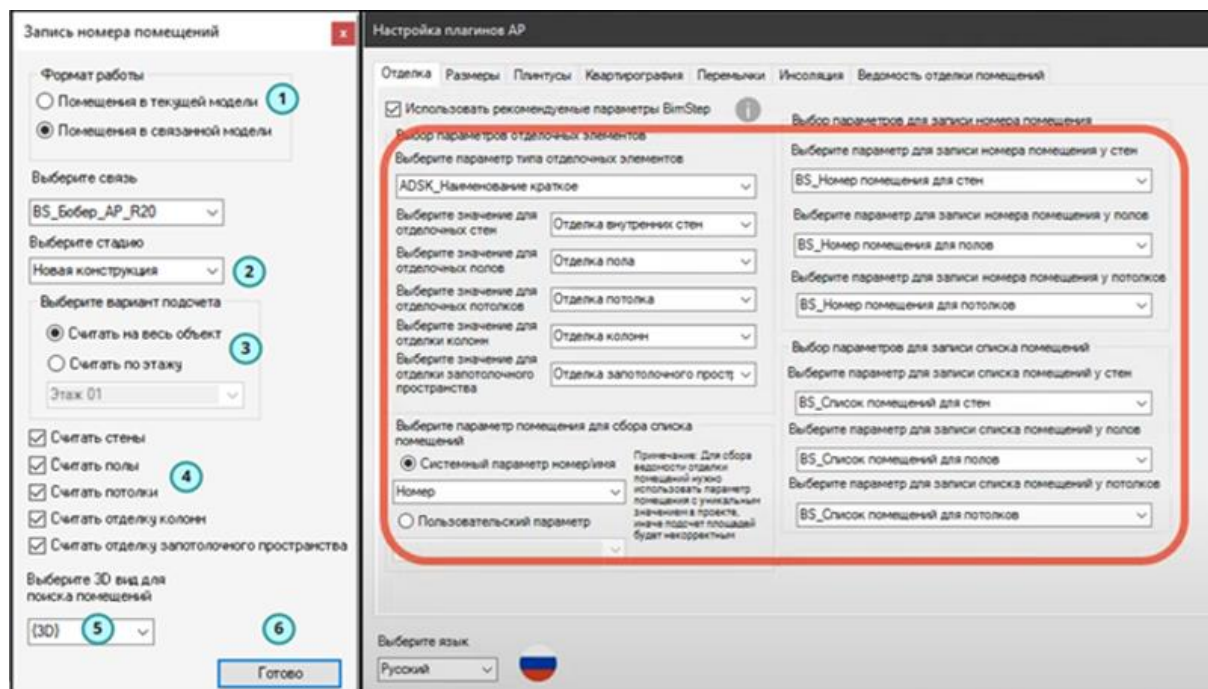


Рис. 1. Интерфейс плагина BIMStep. Рисунок авторов.

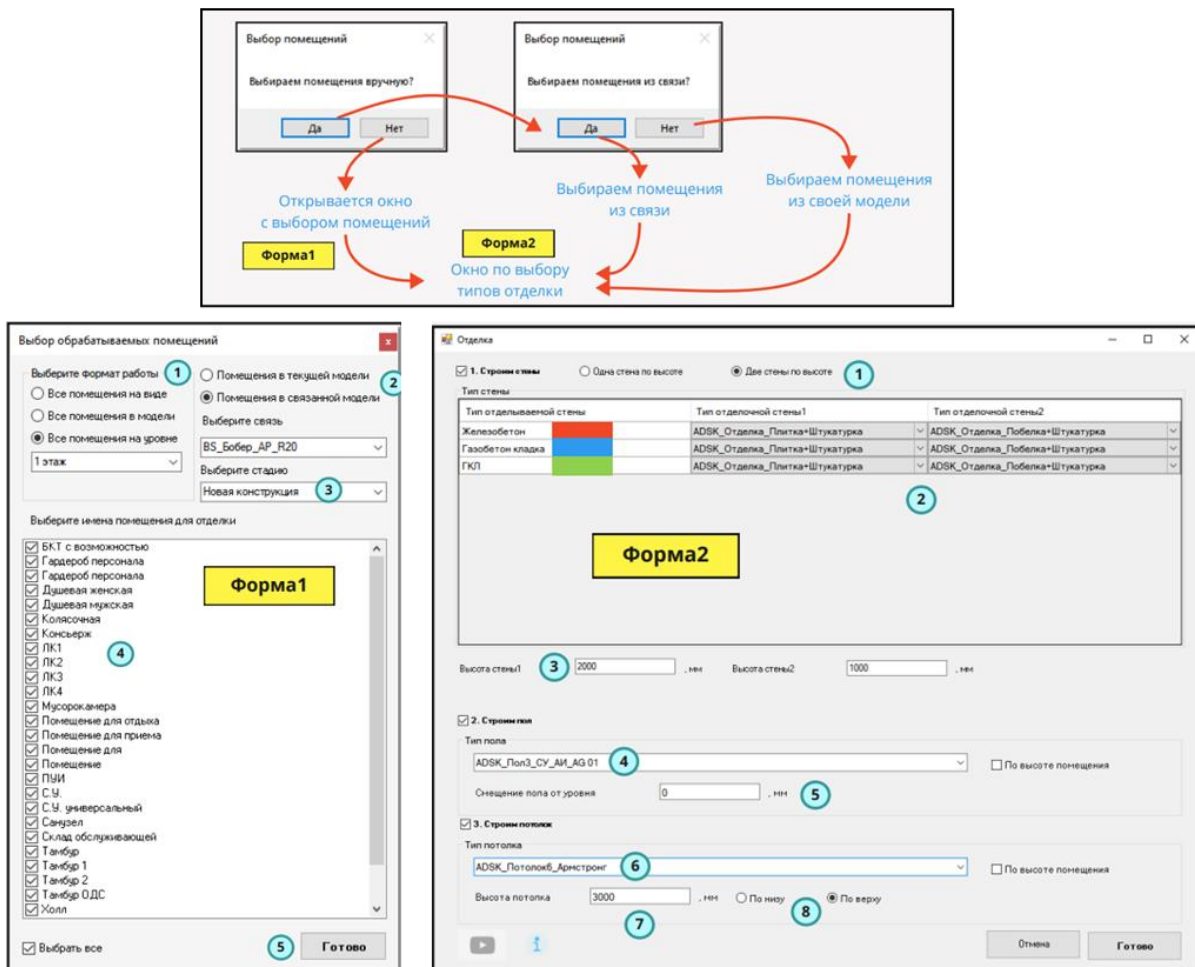


Рис. 2. Выбор помещений плагина BIMStep. Рисунок авторов.

3.2. Плагин от «Modplus»

Плагин «Пол по помещению» от компании Modplus выполняет создание полов/перекрытий. Есть возможность выбрать каким образом определить помещения для построения пола: автоматически или вручную, а также отфильтровать помещения по значению параметров (рис. 3) [19].

При выборе свойств используемой функции есть возможность определить:

- не заводить контур пола в дверные проемы;
- заводить контур до середины стены;
- заводить контур на всю толщину стены;
- заводить контур на указанное значение, мм.

Варианты создания:

- по помещениям на виде;
- по выбранным помещениям;
- по предварительно выбранным помещениям (количество помещений).

Для автоматического подсчета объёмов помещений требуется установить плагин «Объём помещений» от компании Modplus. Плагин позволяет создавать элементы типа DirectShape на основе объема помещений и пространств в модели и задавать созданным элементам DirectShape различные цвета. В окне плагина присутствует возможность группировать созданные элементы типа DirectShape по значению параметра связанного помещения или пространства, а также задавать единый цвет всем элементам типа DirectShape в группе.

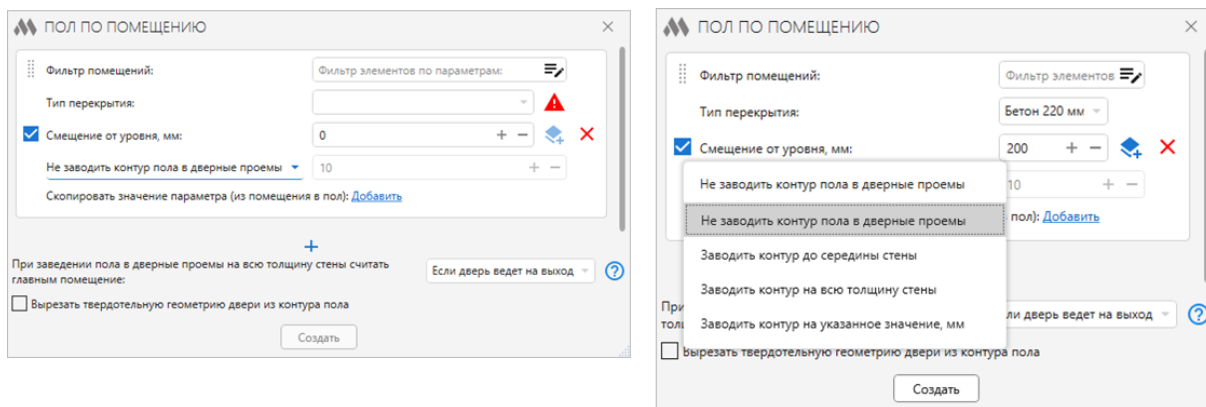


Рис. 3. Интерфейс плагина ModPlus. Рисунок авторов.

3.3. Плагин «Room Finishing»

Функции плагина «Room Finishing» от разработчика BIM42.

- создание в проекте типоразмеров стен и перекрытий, которыми с помощью плагина будет создана отделка;
- создание помещения через вкладку «Архитектура»;
- создание отделки стен и пола помощью плагина;
- запись номера помещения в отделочные элементы;
- создание спецификации ведомости отделки помещений.

Отделка стен создается после выделения нужных нам помещений нажатием кнопки «Room finishes». Там же происходит выбор созданных типоразмеров стен и перекрытий, в том числе плинтуса [20].

Для отделки пола нужно выбрать «Floor Finishes» и произвести настройки плагина. Выбранный тип пола будет применяться для всех комнат, которые отображаются на виде, или только для тех, которые вы сами выберете (рис. 4). Вручную создается имя каждому помещению, а также ведомость отделки помещений.

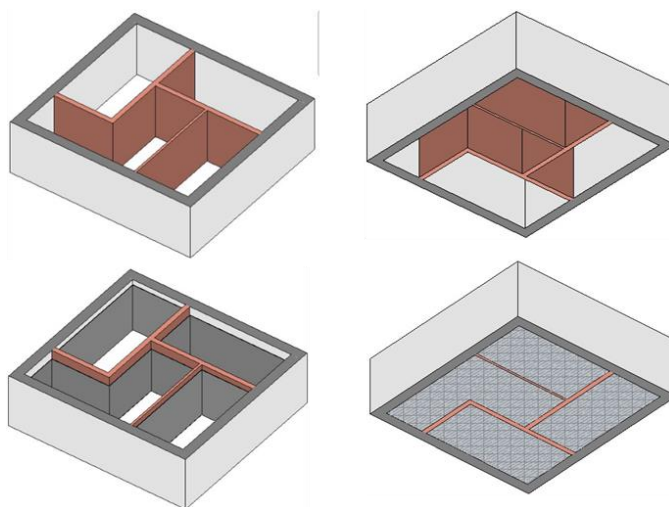
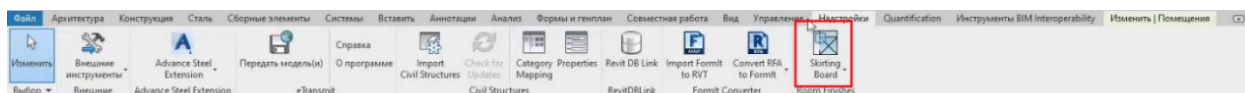


Рис. 4. Интерфейс плагина Room Finishing. Рисунок авторов.

3.3. Плагин от «Future BIM»

В платном плагине от Future BIM есть функции отделки стен, полов, потолков, а также ведомость отделки помещений [21].

Выбор помещений:

- все в проекте;
- все на активном виде;
- выбранные;
- все на этаже.

Высота отделки:

По высоте помещения – программа автоматически определяет высоту помещения, а затем задаёт данную высоту для отделочных стен. Высота – значение задаётся в мм, пользователю необходимо задать необходимую высоту отделочных стен (рис. 5).

Для назначения принадлежности отделочных стен помещению требуется выбрать из какого параметра помещения и в какой параметр отделки необходимо передать значение. Присоединить отделку к основе – при помощи команды «Соединить» соединяет несущие стены с отделочными стенами. Присоединение выполняется для автоматического вырезания проёмов в отделочных слоях.

Настройка вариантов отделки:

Основа – тип несущей стены, по которой будет строиться отделка. Выво-

дится программой автоматически в зависимости от выбранных помещений.

Отделка – тип отделочных стен, выбираемый пользователем.

Граница – добавлять ли признак «Граница помещения» для созданных отделочных стен.

Плагин «Ведомость отделки» добавляет значения параметров материалов и их суммарных площадей для выбранных помещений, тем самым позволяя создать таблицу «Ведомость отделки».

Функция не создаёт спецификацию автоматически, поэтому, предварительно необходимо создать спецификацию со всеми необходимыми параметрами.

3. Настройка функции

А. Нажмите на иконку «Ведомость отделки»

Б. Выберите одну из опций фильтра помещений: Все в проекте \ Все на активном виде \ Выбранные \ Все на этаже.

В. Выберите необходимые категории: Стены \ Полы \ Потолки \ Плинтус \ Гидроизоляция.

Г. Один раз настройте заполняемые параметры – иконка шестерёнки в правом углу формы.

Функция автоматически внесёт данные об отделке во все выбранные помещения.

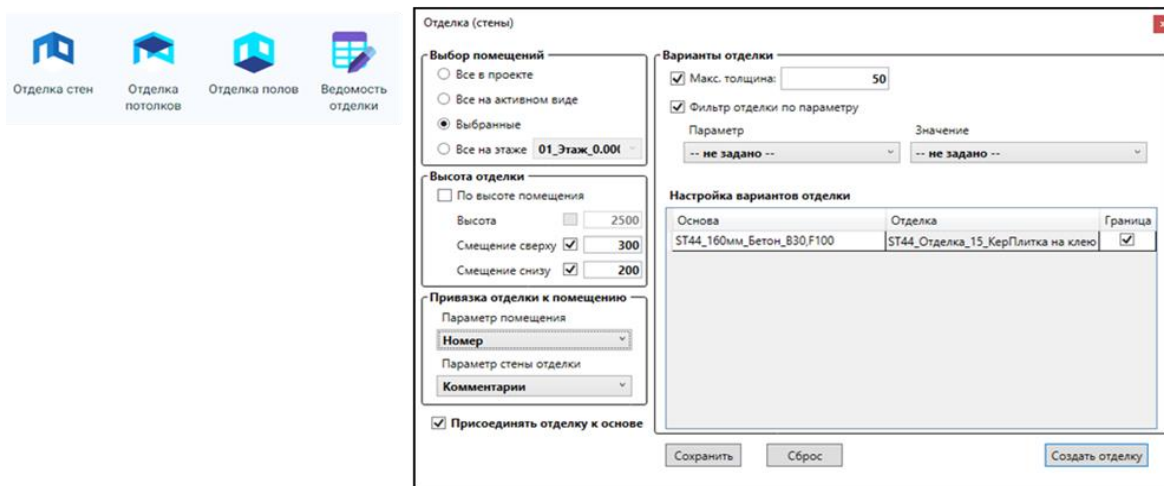


Рис. 5. Интерфейс плагина Future BIM. Рисунок авторов

Таблица 1

Сравнение плагинов

	Доступность	Качество интерфейса	Отделка стен	Отделка потолков	Плинтус	Фильтры отделки	Выбор помещений	Ведомость отделки помещения
BIMStep	платно	+	+	+	+	+	+	+
Modplus	бесплатно	+	-	+	+	+	+	-
Room finishing	бесплатно	-	+	+	-	-	+	-
FutureBIM	платно	+	+	+	+	+	+	+

4. Обоснование целесообразности разработки собственного плагина

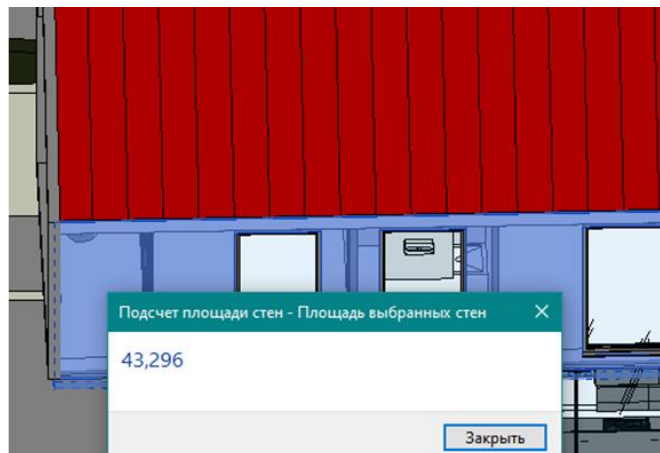
После анализа существующих плагинов мы можем сказать, что на рынке уже существуют плагины для автоматизации процессов проектирования отделки помещений, но из-за того, что процесс проектирования отделки помещений несет большой массив данных для цифровой информационной модели, который необходимо заполнить вручную в фильтрах и параметрах отделки мы решили разбить этот большой процесс на более маленькие и автономные процессы, которые могут пригодиться на разных этапах проектирования промышленного здания.

К примеру, важная часть плагина, которая должна быть выделена отдельной функцией – подсчет площади стен. Эта информация может понадобиться не только для ведомости отделки помещений, но и для технико-экономические показатели промышленных зданий и других разделов проектно-сметной документации. Настройка параметров плагина выполнена аналогично плагину BIMStep для более тщательной проработки свойств отделки, материалов и помещений. Немаловажная функция – присвоение свойств помещений для каждой приграничной стены, пола и потолка здания – эта функция также

будет автономной. А ведомость отделки помещений необходимо рассчитать автоматически по выбранным помещениям (рис. 6).

Разработка и написание кода необходимого нам плагина выполнялась, в специальной интегрированной среде разработки IDE (англ. integration development environment). IDE – github.com, которая является системой программных средств, используемых для разработки различного программного обеспечения, ускоряя и упрощая написание кода и его отладки (рис. 6). Существуют и другие программы-упрощения:

- IntelliSense – дополнительная программа в составе IDE, которая автоматически предлагает пользователю варианты написания кода на основе доступных объектов из добавленных библиотек на основе вводимых пользователем символов.
- Linter – предназначен для автоматического отслеживания различного рода ошибок с указанием их для пользователя;
- Debug (англ. отлаживать) – программа-отладчик, которую используют для проверки и отладки выполняемых файлов;
- и другие.



Ведомость отделки помещений

Номенклатурный номер помещения	Стены	Площадь	Полы	Площадь	Полы	Площадь	Плитка	Длина	Примечание
105	Штукатурка - 30мм Покраска	58,36	Защитное промасление - Грунтовка, тип ГС1 Краска полимерная ВДАК. Полы: -Побелка потолка типа «Грималь» на клею из Т-профиля, с ламинатом, размер ячейки 50х50 на подложке в-950 мм	24,9	-Керамогранитная плитка с шероховатой поверхностью с затиркой швов - 10мм -Клеи для швов - 5 мм -Грунтовка, тип ГС1 -Щ/шпаклевка М150, орг. сепаратор-1 (толщ. 50х50 - 40мм) -Керамзитобетон 600 кг/м3 - 95 мм	24,9	ГВК	20,83	
123	Штукатурка - 30 мм Плитка керамическая - 15мм	225,42	Защитное промасление - Грунтовка, тип ГС1 Краска полимерная ВДАК. Полы: -Побелка потолка типа «Грималь» на клею из Т-профиля, с ламинатом, размер ячейки 50х50 на подложке в-950 мм	68,25	-Керамогранитная плитка с шероховатой поверхностью с затиркой швов - 10мм -Клеи для швов - 5 мм -Грунтовка, тип ГС1 -Объемная гидроизоляция на цементной основе 0,2 слоя -Грунтовка, тип ГС1 -Щ/шпаклевка М150, орг. сепаратор-1 (толщ. 50х50 - 45мм) -Грунтовка, тип ГС1 -Керамзитобетон 600 кг/м3 - 70 мм	68,25		0,00	
124, 127	Штукатурка - 30мм Покраска	48,94	Защитное промасление - Обезжиривание - Грунтовка, тип ГС3	31,49	-Ламинат 2Класса - 8мм	31,49	ГВК	32,79	
	Штукатурка - 30 мм Плитка керамическая - 15мм	58,57							

Рис. 6. Этапы работы плагина. Рисунок авторов.

Существует множество различных сред разработки начиная от программ с открытым исходным кодом, таких как SharpDevelop, заканчивая флагманом от Microsoft – Visual Studio.

Одной из ключевых особенностей Visual Studio, а также других IDE является возможность компоновки кода C# в исполняемый файл (рис. 7). В процессе сборки компилятор языка выполняет различные проверки и анализ кода. Одна из таких проверок является проверка кода на соответствие синтаксическим правилам языка C#. Компилятор также выполняет различные другие проверки, например правильность определения переменной. Об обнаруженных ошибках пользователю сообщается через окно списка ошибок, которое расположено в нижней части главного окна.

Большинство программистов отдадут предпочтение продукту от компании Microsoft из-за наличия ряда преимуществ: строгой типизации, концепции объектно-ориентированного программирования, функциональности, достаточно мощного инструментария, компактного и легко читаемого кода, понятного даже новичкам, наличия в синтаксисе более обширного и удобного функционала. Результатом разработки является независимо компилируемый программный модуль, который внедряется в код основной программы для его использования, благодаря чему появляется возможность расширения функционала основной программы. Чаще всего плагин, по аналогии с Revit API, представляет собой файл или же набор файлов – библиотек с расширением .dll

(англ. dynamic-link library – “библиотека динамической компоновки”).

Более подробно с процессом разработки плагина можно познакомиться на Курсе «Автоматизация Revit на языке

С#: базовый уровень» от Vysotskiy consulting либо в статье «My First Revit Plug-in Overview» на официальном сайте Autodesk [22-23].

```
103         foreach (var floor in floors)
104         {
105             Parameter commentParam = floor.LookupParameter("ADSK_группирование");
106             if (commentParam != null)
107             {
108                 string existingComment = commentParam.AsString();
109                 if (!string.IsNullOrEmpty(existingComment))
110                 {
111                     existingComment += ", " + roomNameNumber;
112                     commentParam.Set(existingComment);
113                 }
114                 else
115                 {
116                     commentParam.Set(roomNameNumber);
117                 }
118             }
119         }
120     }
121 }
122 }
123
124 public void CreateShareParameter(Application application, Document doc, string parameterName,
125     CategorySet categorySet, BuiltInParameterGroup builtInParameterGroup, bool isInstance)
126 {
127     DefinitionFile definitionFile = application.OpenSharedParameterFile();
128
129     if (definitionFile == null)
130     {
131         TaskDialog.Show("Ошибка", "Не найден файл");
132         return;
133     }
134 }
```

Рис. 7. Часть программного кода. Рисунок авторов.

5. Результаты работы и проверка эффективности нового плагина

Для подтверждения решения проблемы автоматизации процессов проектирования отделки помещений промышленных зданий мы решили провести эксперимент в поле профессиональной деятельности: внедрили нами разработанный плагин «Отделка помещений» в производственный процесс компании ООО Уралпромгазпроект и сравнили, как работа с плагином ускорит разработку цифровой информационной модели промышленного здания проектировщиками, провели анализ трудозатрат до и после применения плагина и привели статистику.

Первоначально, мы выбрали проектируемое здание – павильон тепловых сетей. Оно предназначено для теплоснабжения потребителей, планируемых

к постройке и существующих жилых зданий. Здание камеры павильона – одноэтажное, прямоугольное в плане, высотой 5,55 м, состоящее из наземной и подземной частей. Общая площадь здания – 65,5 м² (рис. 8).

Для точности эксперимента, запроектировали здание и создали проектную документацию шрифром AP, используя три разных версии ПО: программу семейства САД, ПК «Autodesk Revit» без плагина и ПК «Autodesk Revit» с плагином «Отделка помещений». Мы засекали время на разработку проекта с учетом подсчетов ведомостей и спецификаций, а также подсчитали количество ошибок и неточностей в самих чертежах и подсчетах. Полученные результаты исследований приведены на диаграммах (рис. 9, 10).

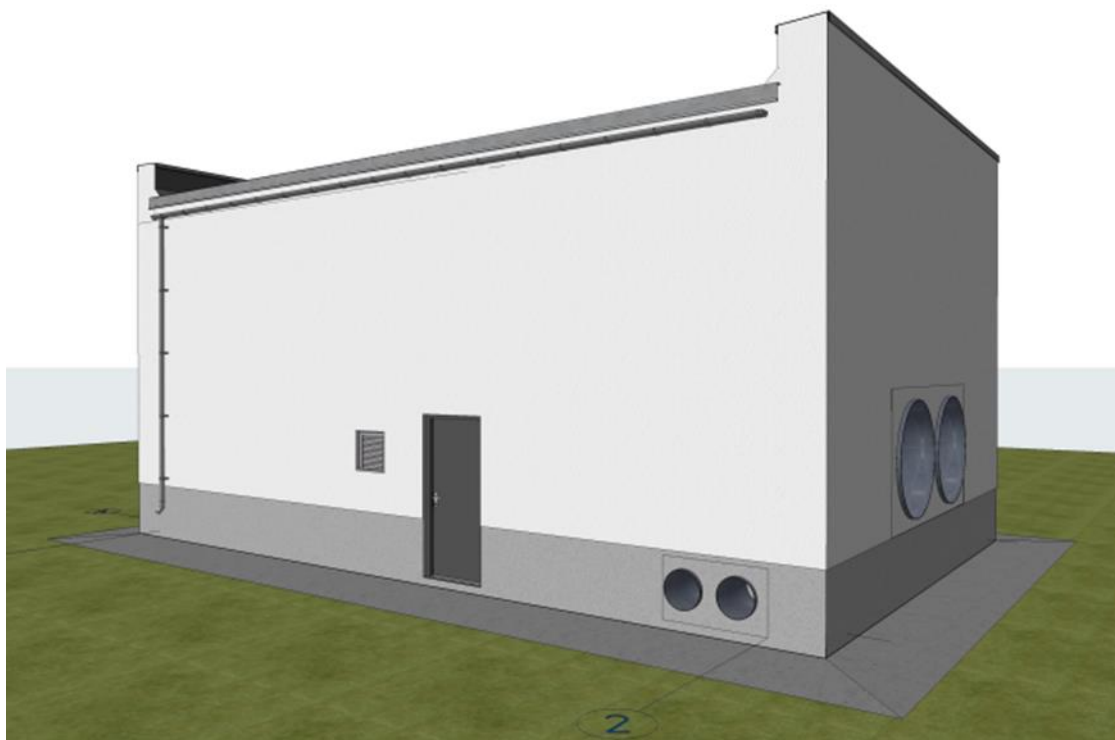


Рис. 8. Здание павильона тепловых сетей. Рисунок авторов

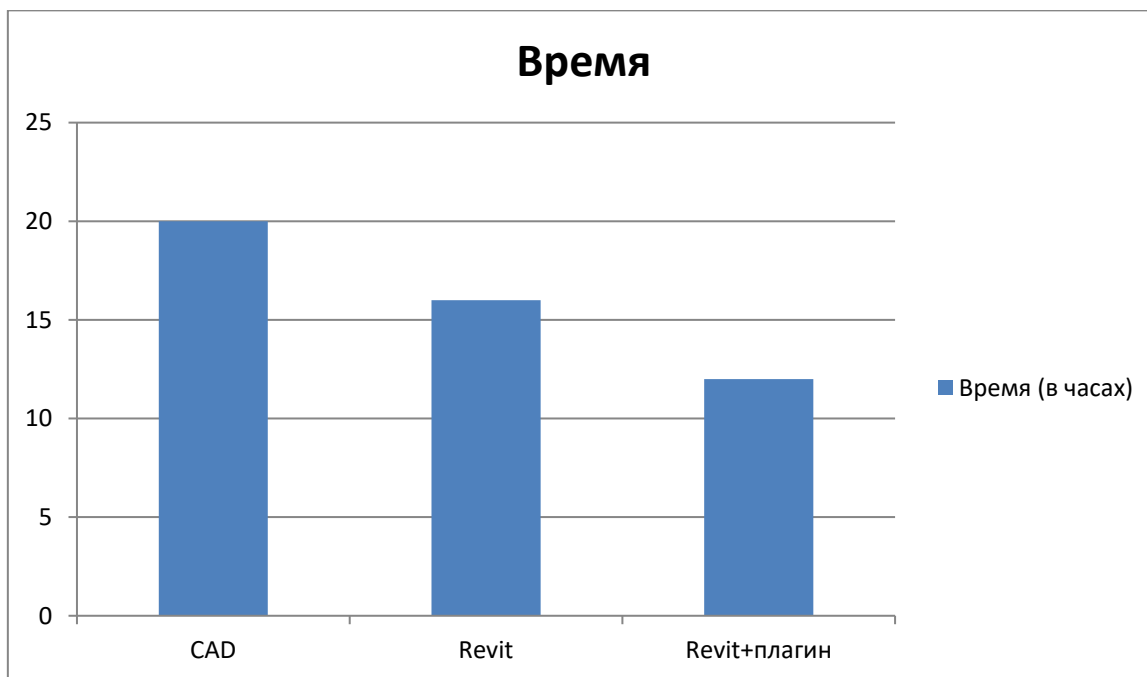


Рис. 9. Диаграмма сравнения инструментов проектирования по затраченному времени на один проект. Рисунок авторов

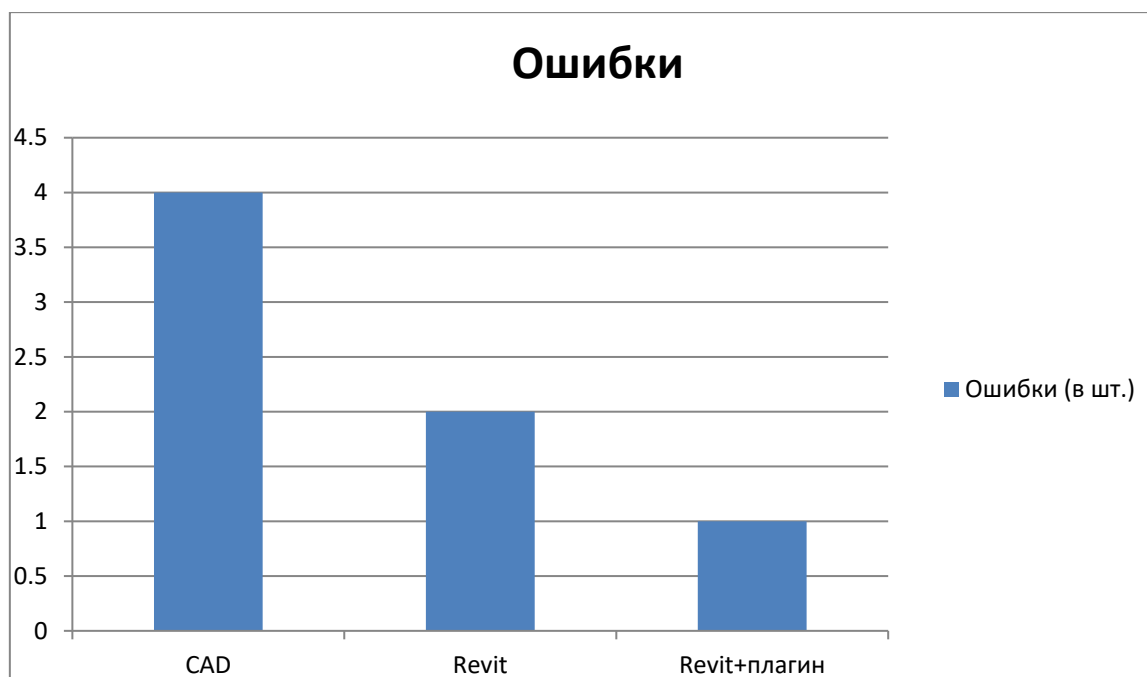


Рис. 10. Диаграмма сравнения инструментов проектирования по допущенным ошибкам в одном проекте. Рисунок авторов

5. Обсуждение

После анализа существующих на рынке плагинов мы удостоверились, что для более глубокой и качественной автоматизации требуется разработка собственного плагина «Отделка помещений». Опираясь на выводы из сравнительного анализа существующих плагинов, мы создали свой.

По результатам эксперимента можно сказать, что автоматизация процессов проектирования отделки помещений промышленных зданий, посредством создания дополнительного программного продукта существенно ускорила разработку проектной документации и уменьшила количество допускаемых ошибок проектировщиком.

Хочется также отметить ограничения исследования и обобщения его результатов, ведь некоторые специалисты могут увидеть другие преимущества и недостатки рассмотренных плагинов и выполнить проект без разработанного нами плагина, не теряя скорости и каче-

ства, так как многое зависит от привычки и опыта проектировщика.

6. Заключение

Мы убедились в актуальности проблемы автоматизации процессов проектирования финишных покрытий промышленных зданий, провели анализа существующих плагинов «Отделка помещений» и эксперимент, подтверждающий преимущества работы с разработанным нами плагином. Мы смогли осуществить автоматизацию проектирования отделки помещений промышленных зданий путем создания дополнительного программного продукта, плагина, с дальнейшим успешным внедрением его проектную организацию.

7. Благодарности

Выражаю благодарность разработчикам плагинов, рассмотренных в статье и руководству компании ООО Уралпромгазпроект за поддержку тенденций развития проектирования и промышленного сектора в целом.

Список используемых источников

1. Кудрявцев Е. М. Основы автоматизированного проектирования. / Кудрявцев Е. М., г. Москва. Издательский центр «Академия» 2013. – Текст: электронный.
2. Эл Свейгарт Автоматизация рутинных задач с помощью Python: Практическое руководство / Эл Свейгарт; г. Москва: Издательский дом ООО «И. Д. Вильямс» 2017. – Текст: электронный.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для ВУЗов. Изд.2-е/ Норенков И.П., г. Москва. Издательство МГТУ им. Баумана 2002. – Текст: электронный.
4. Талапов В. В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий/ Талапов В.В., г. Саратов. ДМК пресс 2015. – Текст: электронный.
5. The Business Value of BIM in North America [Электронный ресурс] // Autodesk [сайт]. URL: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/bim/Business_value_of_BIM_2012_North_America.pdf / (дата обращения: 21.03.2024).
6. Петров К. С., Швец Ю. С., Корнилов Б. Д., Шелкоплясов А. О. Применение BIM-технологий при проектировании и реконструкции зданий и сооружений [Электронный ресурс]// Инженерный вестник Дона. - 2018. - №4. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_20_Petrov.pdf_df135443df.pdf / (дата обращения: 21.03.2024).
7. Оолакай З. Х. О применении BIM технологий в проектировании зданий // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. 2014.
8. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. [Текст] //- 978-0-470-54137-1 изд. - Hoboken: Wiley, 2008.
9. Santos R., Costa A. A., Silvestre J. D., Vandenberg T., Pyl L. BIM-based life cycle assessment and life cycle costing of an office building in Western Europe. [Текст] // Build. Environ. 2020.
10. Charef R., Alaka H., Emmet S. Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. J. Build. [Текст] // Eng. 2018.
11. Rocha G., Mateus L., Fernández J., Ferreira, V, «A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings», 2020.
12. Borrmann A., Marku K., Koch C. and Beetz J. «Building Information Modeling. Technology Foundations and Industry Practice» Springer, 2018.
13. Eastman C., Teicholz P., Sacks R. and Liston K. «BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors» John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2008.
14. Обзор плагинов по работе с параметрами в семействах и моделях Revit [Электронный ресурс] – Текст: электронный // BIMLIB: [сайт] – URL: <https://bimlib.pro/articles/obzor-plaginov-po-rabote-s-parametrami-vsemeystvakh-i-modelyakh-revit> / (дата обращения: 21.03.2024).
15. Альтернативный взгляд на BIM и проблемы автоматизации [сайт]. URL: <https://digital-build.ru/intervyu-s-ruslanom-shishmarevym-alternativnyjvzglyad-na-bim-i-problemy-avtomatizaczii> / (дата обращения 28.02.2024).
16. Спрыжков А. М., Мустафин Н. Ш. Повышение производительности производства на всех этапах проектирования и строительства с помощью программных технологий «BIM» // Традиции и инновации в строительстве. – 2021. – Том 11. – № 1. – С. 296-298.
17. The Building Coder. Programming Forge, BIM and Revit API [Электронный ресурс] – Текст: электронный // The Building Coder: [сайт] – URL: <https://thebuildingcoder.typepad.com> / (дата обращения: 20.03.2024).
18. Инструкция по работе с плагинами [Электронный ресурс] – Текст: электронный // BIMstep [сайт]. - URL:https://www.bimstep.com/files/ugd/d9d117_ba37b96cc9a848629b92b23ab436a41d.pdf / (дата обращения: 21.02.2024).

19. Revit. Пол по помещению. [Электронный ресурс] – Текст: электронный // ModPlus [сайт]. - URL: <https://modplus.org/ru/revitplugins/> / (дата обращения: 21.02.2024).
20. Room Finishing // BIM-Википедия [сайт]. - URL: https://wiki.bim-advice.ru/other_plugins/architecture/roomfin/ / (дата обращения: 21.02.2024).
21. Отделка полов // Future BIM [сайт]. - URL: <https://futurebim.ru/ru/revitplugins/floorfinishing/> / (дата обращения: 21.02.2024).
22. Курс Автоматизация Revit на языке C#: базовый уровень. [Электронный ресурс] – Текст: электронный // Vysotskiy consulting [сайт]. – URL: <https://bim.vc/edu/courses/avtomatizatsiya-revit-na-yazyke-c-bazovyyuroven/> / (дата обращения: 21.03.2024).
23. My First Revit Plug-in Overview [Электронный ресурс] – Текст: электронный // Autodesk: [сайт] – URL: <https://knowledge.autodesk.com/searchresult/caas/simplecontent/content/lesson-2-programming-overview.html> / (дата обращения: 21.03.2024).

References

1. E. M. Kudryavtsev (2013) Osnovy avtomatizirovannogo proyektirovaniya [Fundamentals of computer-aided design]. Moscow, Russia. [In Russian]
2. Al Sweigart (2017) Avtomatizacija rutinnykh zadach s pomodchiyu Python. Prakticheskoe rukovodstvo [Automate the boring stuff with Python. Practical Programming for Total Beginners] Moscow, Russia [In Russian]
3. I. P. Norenkov (2002) Osnovy avtomatizirovannogo proyektirovaniya: uchebnik dlya vuzov. Izd. 2 [Fundamentals of computer-aided design: textbook for universities. 2nd edition] Moscow, Russia. [In Russian]
4. V. V. Talapov (2015) Tekhnologiya BIM. Sut' i osnovi vnedreniya informacionnogo modelirovaniya zdaniy [BIM technology: the essence and basics of building information modeling implementation] Saratov, Russia [In Russian]
5. The Business Value of BIM in North America. URL: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/bim/Business_value_of_BIM_2012_North_America.pdf / (date of access: 21.02.2024). [In English]
6. K. S. Petrov, U. S. Shvec, B. D. Kornilov, A. O. Shelkopyasov (2018) Primeneniye BIM-tehnologiy pri proyektirovanii i rekonstrukcii zdaniy i sooruzheniy [The use of BIM technologies in the design and reconstruction of buildings and structures]. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_20_Petrov.pdf_df135443df.pdf / (date of access 21.03.2024). [In Russian]
7. Z. H. Oolokay (2014) O primenении BIM tehnologiy v proyektirovanii zdaniy About the application of BIM technologies in building design. Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnichestskie i fiziko-matematicheskie nauki. [Bulletin of the Tuvan State University. Technical and physical and mathematical sciences]-. [In Russian]
8. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston (2008) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken: Wiley. [In English]
9. Santos R., Costa A. A., Silvestre J. D., Vandenbergh T., Pyl, L. (2020) BIM-based life cycle assessment and life cycle costing of an office building in Western Europe. Build. Environ. [In English]
10. Charef R., Alaka H., Emmitt S. (2018) Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. J. Build. [In English]
11. Rocha G., Mateus L., Fernández J., Ferreira V. (2020) A Scan-to-BIM Methodology Applied to Heritage Buildings.
12. A. Borrmann, K. Markus, C. Koch and J. Beetz (2018) Building Information Modeling. Technology Foundations and Industry Practice. Springer.
13. C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks and K. Liston (2008) BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
14. Obzor plaginov po rabote s parametrami v semeystvakh I modelyah Revit [Overview of plugins for working with parameters in Revit families and models]. URL: <https://bimlib.pro/articles/obzor-plaginov-po-rabote-s-parametrami-vsemeystvakh-i-modelyakh-revit/> / (date of access: 21.03.2024). [In Russian]

15. Alternativniy vzglyad na BIM i problemy avtomatizacii [An alternative view on BIM and automation issues]. URL: <https://digital-build.ru/intervyu-s-ruslanom-shishmarevym-alternativnyjvzglyad-na-bim-i-problemy-avtomatizaczii/> / (date of access: 28.02.2024). [In Russian]
16. A. M. Spryzhkov, N. S. Mustafin (2021) Povysheniye proizvodnosti proizvodstva na vseh etapah proyektirovaniya i stroitelstva s pomoschyu programmnykh tekhnologiy «BIM» [Increasing production productivity at all stages of design and construction using BIM software technologies] // Tradicii i innovacii v stroitelstve [Traditions and innovations in construction]. 296-298. [In Russian]
17. The Building Coder. Programming Forge, BIM and Revit API. URL: <https://thebuildingcoder.typepad.com/> / (date of access: 20.03.2024).
18. Instrukcii po rabote s pluginami [Instructions for working with plugins]. URL:https://www.bimstep.com/files/ugd/d9d117_ba37b96cc9a848629b92b23ab436a41d.pdf / (date of access: 21.02.2024). [In Russian]
19. Revit. Pol po pomescheniyu [Revit. Floor by room]. URL: <https://modplus.org/ru/revitplugins/>. / (date of access: 21.02.2024). [In Russian]
20. Room Finishing. URL: https://wiki.bim-advice.ru/other_plugins/architecture/roomfin / (date of access: 21.02.2024). [In Russian]
21. Otdelka polov [Floor finishing]. URL: <https://futurebim.ru/ru/revitplugins/floorfinishing> / (date of access: 21.02.2024). [In Russian]
22. Kurs avtomatizacii Revit yf jazyke C#: bazoviy uroven' [Revit Automation Course in C#: Basic level]. <https://bim.vc/edu/courses/avtomatizatsiya-revit-na-yazyke-c-bazovyyuroven/> / (date of access: 21.03.2024). [In Russian]
23. My First Revit Plug-in Overview. URL: <https://knowledge.autodesk.com/searchresult/caas/simplecontent/content/lesson-2-programming-overview.html> / (date of access 21.03.2024).

Получено: 20.05.24
Прошла рецензирование: 20.06.24
Принята к публикации: 21.06.24
Доступно он-лайн: 15.07.24

Received: 20.05.24
Revised: 20.06.24
Accepted: 21.06.24
Available on-line: 15.07.24