

Балашова Анфиса Михайловна, студент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно - строительный университет, г. Санкт-Петербург

**МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО УЧЁТА ОКОННЫХ И ДВЕРНЫХ
ПРОЁМОВ ПРИ СОЗДАНИИ МОДУЛЯ ОТДЕЛКИ ПОМЕЩЕНИЙ В
NANOCAD BIM СТРОИТЕЛЬСТВО**

Аннотация. В условиях цифровизации строительной отрасли возрастает потребность в автоматизации рутинных процессов моделирования. Одной из таких задач является автоматическое создание отделки помещений с учётом архитектурных элементов. В работе представлен метод автоматического учёта оконных и дверных проёмов при формировании отделочных элементов в среде NanoCAD BIM Строительство. Разработанный программный модуль на языке C# с использованием API и библиотеки BIMStructureMgd позволяет автоматически создавать стены, пол и потолок с точным исключением проёмов. Алгоритм на основе анализа геометрических параметров определяет принадлежность проёма к стене и создаёт вырез в отделочном слое. Реализация решения позволила значительно сократить трудозатраты, снизить вероятность ошибок и повысить точность моделирования.

Annotation. With the digitalization of the construction industry, the need to automate routine modeling processes is increasing. One such task is the automatic creation of room finishes considering architectural elements. This paper presents a method for the automatic consideration of window and door openings when generating finishing elements in the NanoCAD BIM Construction environment. The developed software module, written in C# using the NanoCAD API and BIMStructureMgd library, enables the automatic creation of walls, floors, and ceilings with precise cutouts for openings. The algorithm analyzes geometric parameters to determine the association of each opening with a specific wall and generates cutouts in the finishing layer accordingly. The implementation of this solution significantly reduced labor costs, minimized errors, and improved modeling accuracy.

Ключевые слова: NanoCAD BIM Строительство, автоматизация, отделка помещений, проёмы, окна, двери, C#, BIMStructureMgd, программный модуль, цифровое моделирование, информационное моделирование зданий, API NanoCAD, вырез в отделке.

Keywords: NanoCAD BIM Construction, automation, room finishing, openings, windows, doors, C#, BIMStructureMgd, software module, digital modeling, building information modeling, NanoCAD API, cutout in finish.

В условиях растущих требований к цифровому моделированию зданий (ЦИМ) всё большую значимость приобретает автоматизация рутинных процессов. Одной из таких задач является автоматическое создание отделки помещений с учётом существующей архитектурной геометрии. Однако, несмотря на активное развитие отечественных платформ, таких как NanoCAD BIM Строительство, в них по-прежнему отсутствуют встроенные инструменты, позволяющие корректно формировать отделочные элементы.

Для решения этой задачи в рамках практической работы был разработан программный модуль, автоматизирующий процесс создания отделки помещений в среде NanoCAD BIM Строительство. Он позволяет по выбранному помещению автоматически формировать отделочные элементы — стены, пол и потолок — с заданными параметрами материалов и толщины. Разработка велась на языке C# с использованием API и SDK NanoCAD, что позволило обеспечить доступ к объектной модели проекта и реализовать все этапы построения геометрии на основе контуров помещения [1,2]. Модуль включает графический интерфейс, средства взаимодействия с пользователем и логику добавления отделки непосредственно в модель (Рис. 1) [3].

При разработке модуля автоматической отделки помещений одной из ключевых задач стало обеспечение корректного вырезания проёмов в создаваемых отделочных стенах. Несмотря на наличие в NanoCAD BIM Строительство встроенного инструмента для вставки проёмов в стены, его использование требует ручного ввода параметров для каждого элемента.

Необходимо каждый раз задавать точные размеры, высоту расположения, а также вручную позиционировать проём в соответствии с геометрией стенки [4].

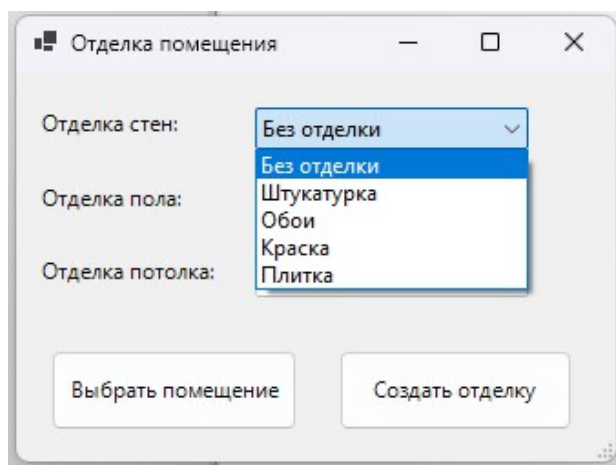


Рисунок 1. Графический интерфейс модуля отделки помещений

Такая процедура становится особенно трудоёмкой в проектах с большим количеством помещений и проёмов, так как требует значительных временных затрат и повышает риск ошибок. В связи с этим было принято решение реализовать автоматизированный механизм обработки проёмов, при котором программа самостоятельно определяет пересечения между проёмами и отделочными стенками, извлекает необходимые параметры из исходной архитектурной модели и вставляет соответствующие вырезы в нужных местах. Это позволило исключить ручные операции и обеспечить высокую точность построений.

На этапе создания отделки модуль выполняет поиск всех объектов, находящихся в пределах помещения, с фильтрацией по типу: анализируются элементы, унаследованные от классов Window, Door или других, имеющих свойства, характерные для проёмов. Для каждого найденного элемента определяются его габариты и положение в пространстве.

При создании каждого такого фрагмента учитываются не только координаты, но и высота, расположение проёма по вертикали, а также его тип — например, дверной проём может прерывать отделку от пола до определённой высоты, тогда как оконный — только на уровне подоконника.

Программная реализация учёта проёмов при создании отделки в NanoCAD BIM осуществляется с использованием библиотеки BIMStructureMgd, в которой задействуются специализированные классы и фабрики объектов.

Процесс начинается с перебора всех проёмов, представленных в модели в виде экземпляров класса BuildingOpening, находящихся в пределах помещения (Рис. 2). На этом этапе важно корректно определить, к какой стене относится каждый проём — окно или дверь. Это необходимо для точного исключения участка из отделочного слоя и предотвращения ошибок при построении.

Алгоритм привязки проёма к стене основывается на анализе их геометрического расположения. Сначала определяется направление стены по её начальной и конечной точкам. Затем вычисляется центр проёма и его положение относительно направления стены. Если центр оказывается слишком далеко — до начала или после конца стены — такой проём не может быть с ней связан. Дополнительно проверяется боковое смещение: если расстояние от центра проёма до продольной оси стены превышает половину толщины стены, считается, что проём находится вне её пределов.

Если все условия выполнены, программа считает, что проём принадлежит данной стене, и продолжает обработку — создание выреза в отделке.



Рисунок 2. Блок-схема алгоритма учёта проёмов в NanoCAD BIM
Строительство

Для формирования соответствующего выреза в отделке сначала необходимо получить шаблон пустого проёма. Это реализуется через класс `LibraryRequest`, с помощью которого формируется запрос к базе библиотечных объектов. В запросе указывается категория объектов — `BuildingOpeningCategory` — и условие фильтрации по имени объекта (например, по шаблону "%Проем

пустой прямоугольный%). Результат запроса представляет собой коллекцию объектов типа `LibraryObject`, из которой выбирается подходящий шаблон.

На следующем этапе используется класс `BuildingOpeningFactory`, предоставляющий метод `Create()` или `Create(template)`, позволяющий создать новый экземпляр проёма на основе выбранного шаблона. Полученный объект (новый `BuildingOpening`) настраивается путём копирования всех параметров из исходного проёма, уже присутствующего в модели помещения. Это включает в себя такие свойства, как базовая точка (`BasePoint`), положение в пространстве (`Position`), высота установки (`Elevation`), ориентация (`Placement`), ширина (`Width`) и высота (`Height`), а также направления осей — по X, Y и Z (`XDir`, `YDir`, `ZDir`) [5].

После настройки всех параметров объект проёма добавляется в текущую BIM-модель с использованием утилит из класса `BIMStructureMgd.Common.Utilities`, в частности метода `AddEntityToDatabase`, который регистрирует объект в базе данных под транзакцией. Затем новый проём привязывается к отделочной стене через метод `ConnectToSurface()`, обеспечивающий его логическое и геометрическое включение в конструкцию. Дополнительно вызываются методы `ResetScaleDependentProperties()` и `UpdateElements()`, которые пересчитывают масштабно-зависимые свойства и обновляют геометрию элементов, соответственно.

В ходе тестирования были использованы помещения с различным количеством и типами проёмов. Пример иллюстрирует автоматическое создание отделки с корректными вырезами под окна и двери (Рис. 3). Все проёмы были точно размещены внутри соответствующих стен, без наложений или геометрических ошибок.

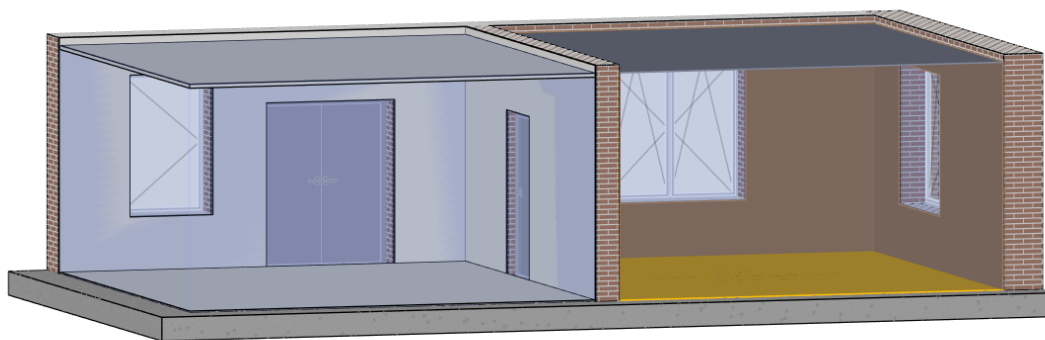


Рисунок 3. Отделка помещения с учётом оконных и дверных проёмов
(визуализация модели NanoCAD)

В результате проделанной работы был успешно реализован программный модуль, автоматизирующий процесс создания отделки помещений в среде NanoCAD BIM Строительство. Особое внимание было уделено корректному учёту оконных и дверных проёмов, что позволило значительно повысить точность и надёжность моделирования отделочных элементов. Использование API и библиотек BIMStructureMgd обеспечило гибкую работу с геометрией и параметрами объектов, а автоматизация вставки проёмов существенно снизила трудозатраты и исключила необходимость ручного редактирования. Разработка продемонстрировала потенциал интеграции программных решений в процессы информационного моделирования зданий и может быть расширена для решения более сложных задач в рамках цифрового проектирования.

Литература

1. Документация по C#. URL: <https://metanit.com/> (дата обращения: 22.12.2024).
2. Рабочая документация SDK nanoCAD. URL: <https://www.nanocad.ru/> (дата обращения: 22.12.2024).
3. Руководство. Создание приложения Windows Forms в Visual Studio с помощью C#. URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/> (дата обращения: 04.04.2025).

4. Ожигин Д. Программирование в NanoCAD: как зарегистрировать свою команду в среде NanoCAD? // CADmaster. 2011. №4. С. 22-24.

5. ООО «Нанософт разработка». URL: <https://docs.nanocad.ru/> (дата обращения: 16.04.2025).