Введение:

**Актуальность темы**

В современном строительстве возрастает спрос на автоматизацию проектирования, особенно при работе с железобетонными конструкциями. Подпорные стены уголкового типа широко применяются в гражданском и промышленном строительстве, однако их проектирование и последующий выпуск документации - остается трудоемким процессом. Традиционные методы создания опалубочных чертежей и BIM-моделей требуют значительных временных затрат и подвержены ошибкам из-за ручной отрисовки и заполнения данных спецификаций. Автоматизация этих процессов позволит сократить сроки проектирования и минимизировать ошибки, вызванные человеческим фактором.

**Степень проработки проблемы**

На сегодняшний день существуют решения для автоматизации проектирования железобетонных конструкций, однако специализированных инструментов для подпорных стен уголкового типа недостаточно. Большинство существующих BIM-библиотек и скриптов (например, для Revit или Tekla Structures) предлагают лишь базовые элементы, не учитывающие всех особенностей железобетонных конструкций.

**Цель и задачи исследования**

Цель работы – разработка алгоритма и программного инструмента для автоматизированного создания опалубочных чертежей и BIM-моделей подпорных стен уголкового типа по заранее определенным параметрам. Эти параметры предполагается заполнять в табличном формате в программе Excel. Так же на основе данных этих таблиц в дальнейшем будут сформированы Ведомости объемов работ и все спецификации, выводимые на листы чертежей.

Задачи исследования:

1. Анализ конструктивных особенностей подпорных стен уголкового типа;
2. Исследование существующих методов автоматизации в BIM-проектировании;
3. Разработка параметрической модели подпорной стены с возможностью адаптации под различные геометрические особенности;
4. Создание алгоритма генерации опалубочных чертежей и BIM-модели;
5. Реализация скрипта (на Python без использования Grasshopper) для автоматизации процесса;
6. Тестирование разработанного решения на реальных проектах;

Цели исследования:

1. Сокращение времени проектирования;
2. Унификация процесса моделирования подпорных стен;
3. Снижение количества ошибок и несоответствий между разными разделами документации (между ведомостью объемов работ и спецификациями на листах);

Упрощение взаимодействия между конструкторами и BIM-проектировщиками.

Ключевые особенности подхода:

1. Отказ от Grasshopper в пользу прямого программирования на Python обусловлен тем, что это повышает гибкость, увеличивает скорость обработки данных и снижает зависимость от дополнительного программного обеспечения.
2. Использование Excel как интуитивного интерфейса для инженеров (ввод параметров, табличные расчеты).
3. Сквозная автоматизация (от расчетов до BIM-модели) без ручных операций.

Предпосылки (исходные данные) работы:

Существует два основных этапа проектирования сооружения: стадия Проектной документации и стадия Рабочей Документации. Чтобы понять, чем отличается рабочая документация от проектной, стоит более подробно остановиться на ключевых особенностях каждой из них.

Стадия Проект - предназначена для прохождения экспертизы и защиты проектных решений. Проект строительства объекта включает функциональные, архитектурные, технические, инженерные решения. Все они отражаются в графическом и текстовом форматах. Если говорить о том, что включает проектная документация и рабочая документация, отличия состоят в детализации. Проектная документация включает более широкий спектр информации об объекте, но прорабатывается с невысокой степенью детализации, главное она должна пройти государственную или негосударственную экспертизу на соответствие строительным нормам и обеспечению безопасности. После чего на ее основе разрабатывается рабочая документация.

Стадия разработки Рабочей документации является основной и неотъемлемой частью всей документации по строительному объекту. Содержит информацию, установленную законодательством и позволяющую строительным бригадам осуществлять производственный процесс. Комплект включает в себя рабочие чертежи и схемы, описание решений, спецификацию материалов и изделий. Существует ряд требований, которых следует придерживаться, занимаясь подготовкой рабочей документации.

Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта капитального строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и (или) технические документы, используемые при подготовке проектной документации и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения. Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

В данной работе я буду рассматривать раздел разработки Рабочей документации для комплекта железобетонных элементов КЖ-ПСТ.