

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

**МДК.02.02 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ**

**для обучающихся специальности  
08.02.15 Информационное моделирование в строительстве**

## СОДЕРЖАНИЕ

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1 Введение              | 3  |
| 2 Методические указания | 4  |
| Лабораторное занятие 15 | 4  |
| Лабораторное занятие 16 | 5  |
| Лабораторное занятие 17 | 6  |
| Лабораторное занятие 18 | 8  |
| Лабораторное занятие 19 | 10 |
| Лабораторное занятие 20 | 12 |
| Лабораторное занятие 21 | 14 |
| Лабораторное занятие 22 | 16 |
| Лабораторное занятие 23 | 17 |
| Лабораторное занятие 24 | 19 |
| Лабораторное занятие 25 | 21 |
| Лабораторное занятие 26 | 23 |
| Лабораторное занятие 27 | 25 |
| Лабораторное занятие 28 | 27 |
| Лабораторное занятие 29 | 29 |
| Лабораторное занятие 30 | 31 |
| Лабораторное занятие 31 | 33 |
| Лабораторное занятие 32 | 35 |

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют лабораторные занятия.

Состав и содержание лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений.

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 «Проектирование и моделирование строительных конструкций с применением автоматизированной системы управления технологическими процессами» МДК.02.02. «Проектирование и моделирование конструктивных решений» предусмотрено проведение лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций;

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на освоение вида деятельности программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.2. Проектировать строительные конструкции с использованием технологии информационного моделирования;

ПК 2.4 Разрабатывать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

**А также формированию общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 2.2 Технология информационного моделирования строительных конструкций

#### Лабораторное занятие №15

Состав проектной документации на ОКС производственного и непроизводственного назначения в части конструктивного раздела

**Цель:** Изучить нормативный состав проектной документации раздела «Конструктивные решения» (КР) и научиться соотносить традиционные 2D-чертежи и спецификации с элементами и данными, содержащимися в информационной модели здания (BIM-модели).

#### Выполнив работу, вы будете уметь:

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### Материальное обеспечение:

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### Задание:

На основе анализа нормативной документации (Постановление Правительства РФ № 87) и знаний о BIM-технологиях, необходимо составить полный перечень состава проектной документации для раздела «Конструктивные решения» (марка КР) для условного объекта — «Двухэтажный складской комплекс с офисными помещениями». Далее, для каждого элемента из состава документации, необходимо указать, какой элемент или данные в BIM-модели служат для него первоисточником.

#### Исходные данные:

- **Объект:** Двухэтажный складской комплекс с офисными помещениями.
- **Материал:** Каркас из монолитного железобетона.
- **Нормативная база:** Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучить нормативную базу. Ознакомиться с требованиями Постановления № 87 к содержанию раздела «Конструктивные решения» (п. 4).
2. Составить перечень документации. Составить структурированный список всех документов, входящих в состав раздела КР для заданного объекта. Группировать документы по логическим блокам (например, «Общие данные», «Схемы расположения элементов», «Чертежи конструкций», «Спецификации»).
3. Установить взаимосвязь с BIM-моделью. Для каждого документа или группы документов из составленного списка определить, какие именно данные из BIM-модели (информационные параметры, 3D-элементы) используются для их формирования.
4. Оформить результат. Заполнить итоговую таблицу, представленную в форме результата.
5. Форма представления результата:
6. Работа должна быть представлена в виде:

7. текстового описания структуры и параметров созданного шаблона;
8. скриншотов ключевых этапов настройки шаблона в программном обеспечении;
9. кратких выводов о соответствии шаблона стандартам.

#### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется если шаблон полностью соответствует требованиям стандартов и техническому заданию. Все этапы работы выполнены корректно. Отчёт оформлен аккуратно, содержит все необходимые элементы.

Оценка «хорошо» выставляется если шаблон соответствует требованиям с незначительными недочётами. Все этапы работы выполнены. Отчёт оформлен с небольшими замечаниями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если шаблон создан, но есть существенные отклонения от стандартов или технического задания. Некоторые этапы выполнены не полностью. Отчёт оформлен небрежно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если шаблон не создан или не соответствует требованиям. Работа выполнена не полностью или с грубыми ошибками. Отчёт отсутствует или не отражает суть работы

### **Лабораторное занятие №16**

Работы по информационному моделированию для объектов производственного и непроизводственного назначения в составе проектной и рабочей документации

**Цель:** Систематизировать знания о составе и содержании работ по информационному моделированию (BIM) на различных стадиях жизненного цикла объекта. Научиться составлять матрицу ответственности и план-график BIM-работ, разграничивая задачи для стадий «Проектная документация» (П) и «Рабочая документация» (Р).

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Для условного объекта — «Складской комплекс класса А» (одноэтажное здание с сеткой колонн 12x12 м, металлический каркас, сэндвич-панели) — необходимо разработать план организации BIM-проектирования. Работа выполняется в группе из 4 человек, где каждый представляет одного из участников процесса: ГАП (Главный архитектор проекта), ГИП (Главный инженер проекта), BIM-менеджер, Представитель Заказчика.

Вам необходимо:

1. Определить перечень BIM-работ, выполняемых на стадиях «П» и «Р».
2. Составить матрицу ответственности, распределив задачи между участниками команды.
3. Разработать укрупненный план-график BIM-работ на стадии «П».

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определение перечня BIM-работ. Составить список ключевых работ по информационному моделированию, которые необходимо выполнить. Разделить этот список на две группы: работы, выполняемые на стадии «Проектная документация» (П), и работы на стадии «Рабочая документация» (Р).
2. Составление матрицы ответственности. На основе составленного списка работ заполнить таблицу, распределив ответственность между четырьмя ролями: ГАП, ГИП, BIM-менеджер, Заказчик. Для каждой работы указать ответственного исполнителя.
3. Разработка план-графика. Для стадии «П» составить укрупненный план-график в виде таблицы, указав основные этапы BIM-работ, их содержание и примерные сроки выполнения.
4. Форма представления результата:
5. Работа должна быть представлена в виде:
6. таблицы, в которой приведены результаты сравнительного анализа программных продуктов по выбранным критериям;
7. кратких выводов о назначении и ключевых преимуществах каждого из рассмотренных программных продуктов.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется если анализ выполнен полно и корректно. Программы сгруппированы по назначению. Сравнительная таблица заполнена по всем критериям. Выводы обоснованы и отражают суть работы. Отчёт оформлен аккуратно.

Оценка «хорошо» выставляется если анализ выполнен в целом верно. Группировка и сравнение выполнены, но есть незначительные неточности или неполное заполнение таблицы. Выводы сформулированы, но требуют уточнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если работа выполнена частично. Группировка программ отсутствует или выполнена неверно. Сравнительная таблица содержит существенные пробелы или ошибки. Выводы отсутствуют или не соответствуют анализу.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками. Анализ отсутствует, таблица не заполнена, отчёт не предоставлен.

## **Лабораторное занятие №17**

### **Разработка модели основных несущих конструкций здания**

**Цель:** Закрепить практические навыки создания и параметризации информационной модели несущего каркаса здания. Научиться применять инструменты BIM-программы для моделирования сложных конструктивных элементов, таких как монолитные плиты переменной толщины, и формировать на основе модели базовые виды и спецификации.

### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

### **Задание:**

Разработать в среде (или аналогичном ПО) фрагмент информационной модели несущего каркаса первого этажа условного 5-этажного офисного здания.

Исходные данные:

1. Здание: 5-этажный офисный центр.
2. Конструктивная схема: Монолитный железобетонный каркас.
3. Фрагмент для моделирования: Участок перекрытия первого этажа в осях 1-3/А-В.
4. Архитектурные данные: Архитектурная модель (*RVT-файл*) предоставлена. В указанном фрагменте плита перекрытия имеет сложную форму с перепадом высот: основная часть имеет толщину 200 мм, а зона у колонны по оси 2 имеет утолщение до 500 мм (капитель).
5. Задача: Создать в среде конструктора (*Structural*) плиту перекрытия как несущую конструкцию, точно повторяющую геометрию из архитектурной модели.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Подготовка среды.
2. Открыть предоставленный архитектурный файл (*RVT*).
3. Создать новый файл проекта для конструктивного раздела (*RVT*).
4. Связать архитектурный файл в качестве подложки (связь *Revit*).
5. Моделирование плиты перекрытия.
6. Перейти на план этажа, соответствующий уровню первого этажа.
7. Используя инструмент «Перекрытие» (*Floor*), создать контур плиты, привязываясь к стенам из архитектурной подложки.
8. Перейти в 3D-вид и в режиме редактирования плиты («Редактирование перекрытия») создать внутри основного контура линию разделения (разделитель), чтобы сформировать зону капители.
9. Назначить для основной части плиты толщину 200 мм, а для созданной зоны разделения — толщину 500 мм.
10. Формирование выходных данных.
11. Создать план несущих конструкций, на котором будет отображена смоделированная плита.
12. Сформировать ведомость расхода бетона для смоделированного фрагмента плиты.
13. Оформление отчета.
14. Подготовить скриншоты и сохранить файл модели.

### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Ход выполнения работы. Краткое описание выполненных действий по пунктам «Порядка выполнения».
4. Раздел 2. Визуальное подтверждение.
  - Скриншот 1: План этажа с подложкой (архитектурные стены) и смоделированной плитой перекрытия. На скриншоте должны быть видны линии контура плиты.
  - Скриншот 2: Фрагмент 3D-вида, на котором четко видна плита переменной толщины (зона капители).
  - Скриншот 3: Фрагмент ведомости расхода бетона, содержащей данные по смоделированному элементу (объем бетона).
5. Раздел 3. Выводы. Краткое заключение о том, как использование инструментов параметрического моделирования (в данном случае — разделителей в плите) позволяет точно передать сложные геометрические формы из архитектурной модели в конструктивную и автоматически получить необходимые для проектирования данные (спецификации).

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется если полностью выполнено задание, отчёт оформлен аккуратно, все этапы работы описаны подробно и корректно, продемонстрировано глубокое понимание принципов создания координационного файла.

Оценка «хорошо» выставляется если задание выполнено с незначительными недочётами, отчёт оформлен в соответствии с требованиями, но отдельные этапы описаны недостаточно подробно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если задание выполнено частично, отчёт содержит существенные упущения или ошибки, не все этапы работы отражены.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если задание не выполнено или выполнено с грубыми нарушениями требований, отчёт отсутствует или не соответствует теме.

## **Лабораторное занятие №18**

### **Разработка расчетной модели конструкций здания**

**Цель:** Освоить процесс создания и параметризации расчетной схемы на основе информационной модели здания в *Renga*. Научиться выполнять экспорт модели в расчетный процессор, задавать граничные условия и нагрузки, а также импортировать результаты расчета обратно в *Renga* для конструирования.

### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: *Renga*
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

### **Задание:**

На основе фрагмента информационной модели (колонна и опирающаяся на нее плита перекрытия) необходимо создать расчетную схему, выполнить ее статический расчет на вертикальную нагрузку и на основе полученных результатов (изгибающих моментов) автоматически сформировать чертеж стадии КЖ (Конструкции железобетонные) с требуемым армированием.

Исходные данные:

1. Программное обеспечение: *Renga Architecture / Renga Structure*.
2. Элементы: Колонна квадратного сечения и плита перекрытия.
3. Нагрузка: Вертикальная равномерно распределенная нагрузка от собственного веса плиты и временной нагрузки (общая величина задается преподавателем, например, 7.0 кПа).
4. Задача: Смоделировать сопряжение колонны и плиты, задать жесткостные характеристики, выполнить расчет и получить чертеж с армированием нижней зоны плиты над колонной.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Подготовка информационной модели.

2. В *Renga* создать или открыть модель, содержащую колонну и плиту перекрытия. Убедиться, что они пересекаются (имеют общую область).
3. Назначить материалы элементам (например, бетон В25 для обоих элементов).
4. Создание и настройка расчетной модели.
5. Перейти в режим «Расчетная схема».
6. Выполнить автоматическое распознавание конструктивных элементов: *Renga* должна определить плиту как пластинчатый элемент (КЭ 41) и колонну как стержневой элемент.
7. Задать граничные условия (закрепления). Для колонны в типичном случае задать жесткую заделку в фундаменте (запретить все перемещения и повороты по низу колонны).
8. Назначить жесткостные характеристики сечений для стержневых и пластинчатых элементов.
9. Задание нагрузок и выполнение расчета.
10. Создать новое загружение (например, «Постоянная и временная нагрузка»).
11. Назначить на плиту перекрытия равномерно распределенную нагрузку заданной величины.
12. Экспортировать модель в расчетный процессор (например, *ЛИРА-САПР*) через встроенный интерфейс.
13. В расчетном процессоре запустить задачу на решение.
14. Импорт результатов и конструирование.
15. После успешного расчета импортировать результаты (эпюры или значения внутренних сил, в частности изгибающих моментов) из расчетного процессора обратно в *Renga*.
16. На основе полученных результатов армирования (например, требуемая площадь арматуры в нижней зоне плиты) создать стадию КЖ.
17. Сформировать изополя армирования для плиты. Система должна автоматически отобразить зоны с усиленным армированием над колонной.
18. Оформление документации.
19. Создать чертеж, содержащий изополя армирования плиты и необходимые выноски/маркировки.

### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Скриншоты модели и расчетной схемы.
  - Скриншот 1: Общий вид информационной модели в *Renga* (колонна и плита).
  - Скриншот 2: Вид расчетной схемы в режиме «Расчетная схема» с отображением конечных элементов.
  - Скриншот 3: Диалоговое окно задания нагрузок или граничных условий.
4. Раздел 2. Скриншоты результатов расчета.
  - Скриншот 4: Эпюра изгибающих моментов  $M_y$  или  $M_x$  для плиты перекрытия (из расчетного процессора или из *Renga*).
  - Скриншот 5: Изополя требуемого армирования нижней зоны плиты в зоне опирания на колонну.
5. Раздел 3. Фрагмент выходной документации.
  - Скриншот 6: Фрагмент чертежа стадии КЖ (например, план плиты с изополями армирования), полученного в *Renga*.
6. Раздел 4. Выводы. Краткое заключение о преимуществах сквозного BIM-процесса в *Renga*, позволяющего бесшовно переходить от архитектурной модели к расчету и автоматической генерации рабочих чертежей на основе результатов анализа.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется если Задание выполнено полностью. Комплект документации сформирован корректно, оформление полностью соответствует требованиям стандартов (СПДС, ГОСТ). Отчёт оформлен аккуратно, все этапы работы описаны подробно.

Оценка «хорошо» выставляется если Задание выполнено с незначительными недочётами (незначительные отклонения в оформлении, мелкие ошибки в спецификациях). Отчёт оформлен в соответствии с требованиями.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если Задание выполнено частично. Комплект документации сформирован, но содержит существенные ошибки в оформлении или неполный состав. Отчёт оформлен небрежно или не полностью.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если Задание не выполнено или выполнено с грубыми нарушениями требований стандартов. Комплект документации не сформирован или не соответствует информационной модели. Отчёт отсутствует или не отражает суть работы.

### **Лабораторное занятие №19**

#### **Разработка сводной модели в реальных координатах**

**Цель:** Освоить практические навыки интеграции разделов проектной документации (архитектура, конструкции, инженерные сети) в единую сводную модель. Научиться правильно заевать (*геопривязывать*) модель к реальной системе координат и выполнять базовую координацию разделов для выявления пространственных коллизий.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Разработать сводную информационную модель условного объекта «Жилой комплекс, секция 1», объединив в единой среде Renga три связанных файла: архитектурную модель, модель несущих конструкций и модель инженерных сетей (ОВ — отопление и вентиляция). Выполнить геопривязку модели и провести анализ на предмет коллизий между инженерными коммуникациями и несущими элементами.

Исходные данные:

- Объект: Жилой комплекс, секция 1.
- Программное обеспечение: Renga Architecture, Renga Structure.
- Файлы: Предоставлены три связанных файла (.Renga):
  1. Архитектура\_Секция1.rga
  2. КР\_Секция1.rgs
  3. ОВ\_Секция1.rgo
- Реальные координаты: Местоположение объекта определено координатами точки в северо-западном углу здания в системе МСК-50 (X: 234567.89, Y: 2345678.90).
- 

#### **Порядок выполнения работы:**

1. оздание проекта и подключение моделей.
2. Создать новый файл проекта в *Renga Structure*.
3. Через меню «Вставить» -> «Связать модель Renga» связать в проекте три предоставленных файла (архитектуру, КР, ОВ).
4. Проверить, что все три модели появились в 3D-виде.
5. Геопривязка (задание реальных координат).
6. Перейти в режим «Координаты/Вставка».
7. Выбрать в качестве базовой точки для привязки один из углов архитектурной модели (например, северо-западный).
8. Ввести в поля координат значения X и Y, предоставленные в задании (в системе МСК-50).
9. Применить изменения. Убедиться, что вся сводная модель сместилась в пространстве и теперь имеет правильные координаты.
10. Базовая координация и поиск коллизий.
11. Используя инструменты навигации (облет, обход), провести визуальный анализ 3D-модели.
12. Сфокусироваться на узлах пересечения воздухопроводов ОВ и балок/колонн КР.
13. Выявить как минимум одну коллизию (пересечение воздухопровода с несущей балкой).
14. Документирование результатов.
15. Сделать скриншот 3D-вида, на котором отчетливо видна найденная коллизия.
16. Сохранить файл сводной модели.
17. Представьте выполненную работу в виде отчёта, включающего скриншоты отчёта о коллизиях, матрицу коллизий и образец листа документации с водяным знаком.

#### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Подготовка сводной модели.
  - Скриншот 1: Общий вид 3D-модели после связывания всех трех разделов (архитектура, КР, ОВ), но до задания координат.
4. Раздел 2. Геопривязка модели.
  - Скриншот 2: Диалоговое окно режима «Координаты/Вставка» с введенными значениями реальных координат.
5. Раздел 3. Анализ коллизий.
  - Скриншот 3: Фрагмент 3D-вида, на котором с помощью инструмента «Облет» или простого поворота камеры отчетливо видна коллизия между воздухопроводом (модель ОВ) и несущей балкой/колонной (модель КР).
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о важности создания сводной модели в реальных координатах для обеспечения точности строительства, взаимодействия со смежными организациями (ГП, ОДС) и как основы для последующего более детального анализа коллизий и формирования заданий на отверстия.

#### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» выставляется если Задание выполнено полностью и без ошибок. Матрица коллизий составлена корректно и полно. Документация сформирована и оформлена в соответствии с требованиями, водяной знак наложен правильно. Отчёт оформлен аккуратно.

Оценка «хорошо» выставляется если Задание выполнено с незначительными недочётами (например, в матрице коллизий пропущены несущественные данные или есть мелкие неточности в оформлении). Водяной знак наложен.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если Задание выполнено частично. Матрица коллизий составлена не полностью или содержит ошибки. Водяной знак наложен некорректно или отсутствует на части документов. Отчёт оформлен небрежно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если Задание не выполнено или выполнено с грубыми нарушениями требований. Матрица коллизий отсутствует или не соответствует результатам проверки. Документация не сформирована или не содержит водяного знака.

### **Лабораторное занятие №20**

Разработка модели конструкций здания (при необходимости трехмерного 3D) армирования по разделу «Конструкции железобетонные» (КЖ) и сложных 3D узлов на основе атрибутивных характеристик и плоских (2D элементов)

**Цель:** Освоить методику создания информационной модели железобетонных конструкций (марка КЖ) в среде Renga. Научиться переходить от плоских (2D) представлений к трехмерным (3D) параметрическим элементам, задавать и использовать атрибутивные характеристики (материал, класс бетона, армирование) и формировать на их основе сложные 3D-узлы.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Разработать информационную модель железобетонного фундаментного узла (сопряжение фундаментной плиты с колонной) для условного объекта «Складской комплекс». На основе заданных атрибутивных характеристик создать 3D-элементы, сформировать изополя армирования и получить итоговый чертеж.

Исходные данные:

- Элемент: Фундаментная плита, колонна.
- Атрибутивные характеристики:
  - Фундаментная плита: Бетон В25, толщина 500 мм.
  - Колонна: Сечение 400x400 мм, бетон В30.
  - Армирование плиты в зоне колонны: Верхняя арматура Ø16 А500С с шагом 100x100 мм; Нижняя арматура Ø16 А500С с шагом 150x150 мм.
- Задача: Создать 3D-модель узла, задать армирование через атрибуты, сформировать изополя и получить чертеж.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-геометрии.
2. В Renga Structure создать новый файл.

3. С помощью инструмента «Плита» создать фундаментную плиту (например, квадратную 2000x2000 мм).
4. С помощью инструмента «Колонна» установить колонну в центр плиты. Высота колонны задается от уровня плиты.
5. Назначение атрибутивных характеристик.
6. Выделить плиту. В панели «Свойства» назначить ей материал «Бетон В25» и изменить толщину на 500 мм.
7. Выделить колонну. В панели «Свойства» назначить ей материал «Бетон В30» и задать сечение 400x400 мм.
8. Создание и назначение армирования (3D-узел).
9. Перейти в режим «Армирование».
10. Создать два типа армирования для плиты:
  - а. Тип 1: «Верхняя арматура». Задать параметры: Ø16, шаг 100x100 мм.
  - б. Тип 2: «Нижняя арматура». Задать параметры: Ø16, шаг 150x150 мм.
11. Выделить плиту. На панели инструментов выбрать «Добавить армирование». Назначить созданным областям плиты соответствующие типы армирования.
12. Формирование выходной документации.
13. Создать вид для чертежа (например, «План армирования фундамента»).
14. На этом виде отобразить изополя армирования для плиты.
15. Добавить на чертеж выноски с указанием марки бетона и характеристик арматуры.

#### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Создание геометрии и назначение атрибутов.
  - Скриншот 1: Общий вид 3D-модели с выделенными элементами (плита и колонна).
  - Скриншот 2: Панель «Свойства» для фундаментной плиты с назначенными атрибутами (материал = Бетон В25, толщина = 500 мм).
4. Раздел 2. Создание и назначение армирования.
  - Скриншот 3: Панель «Свойства» для одного из созданных типов армирования (например, «Верхняя арматура») с заданными параметрами (Ø16, шаг 100x100).
  - Скриншот 4: Фрагмент 3D-вида с отображением сетки армирования в плите.
5. Раздел 3. Формирование выходной документации.
  - Скриншот 5: Фрагмент готового чертежа (плана), содержащего изополя армирования и выноски с характеристиками.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как использование атрибутивных характеристик в *Renga* позволяет не просто нарисовать модель, а создать полноценный информационный объект, из которого автоматически извлекаются данные для спецификаций и чертежей, что является основой технологии BIM.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который полностью и правильно выполнил все этапы задания, продемонстрировал глубокое понимание целей и задач работы, аккуратно и грамотно оформил все необходимые документы в соответствии с требованиями стандартов, предоставил работу в установленные сроки.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который выполнил большинство этапов задания, допустил незначительные ошибки или неточности в оформлении, но сумел их исправить.

или объяснил причины их возникновения. Работа в целом соответствует требованиям, но может иметь небольшие недочеты.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который выполнил основную часть задания, но при этом допустил существенные ошибки в оформлении или содержании, не полностью разобрался в поставленной задаче. Требуется доработка или консультация для полного освоения материала.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не выполнил значительную часть задания, допустил грубые ошибки, не проявил самостоятельности в работе или не представил работу в установленные сроки без уважительной причины.

### **Лабораторное занятие №21**

#### **Стены монолитные. Опалубочный чертеж**

**Цель:** Освоить процесс создания и настройки опалубочного вида для монолитной железобетонной стены. Научиться управлять видимостью элементов, добавлять необходимые аннотации, выноски и размеры для формирования полного комплекта опалубочных чертежей.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

На основе существующей 3D-модели монолитной стены подвала разработать опалубочный чертеж. Задать элементу атрибут «Монолитная конструкция», создать специальный вид для опалубки, нанести на него необходимые размеры, отметки уровня и выноски с информацией о классе бетона и арматуре.

Исходные данные:

- Элемент: Стена подвала. Длина — 6000 мм, высота — 2500 мм, толщина — 200 мм.
- Атрибуты: Класс бетона по прочности на сжатие — В25.
- Задача: Создать опалубочный чертеж, который будет содержать вид стены, ее основные размеры и необходимые аннотации.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-элемента.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Стена» постройте стену с заданными размерами (6000x2500 мм).
4. В панели «Свойства» задайте стене толщину 200 мм.
5. Назначение атрибутов и создание опалубочного вида.
6. Выделите созданную стену.
7. В панели «Свойства» в разделе «Конструкция» установите тип «Монолитная».
8. В этом же разделе задайте класс бетона В25.

9. Создайте новый вид. В его свойствах установите тип вида «Опалубка». Назовите вид, например, «Опалубочный чертеж стены».
10. Оформление опалубочного чертежа.
11. Перейдите на созданный опалубочный вид.
12. Используя инструмент «Размер», нанесите на чертеж габаритные размеры стены (длина, высота).
13. С помощью инструмента «Отметка уровня» укажите абсолютную или относительную отметку верха стены.
14. Инструментом «Выноска» добавьте на чертеж информацию из атрибутов стены. Например, создайте выноску с текстом «Бетон В25».
15. Формирование листа и вывод на печать.
16. Создайте новый лист (формат А3 или А2).
17. На лист добавьте рамку и основную надпись.
18. Вставьте на лист созданный ранее опалубочный вид.

### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Создание и настройка элемента.
  - Скриншот 1: Панель «Свойства» выделенной стены с установленными параметрами (тип конструкции = Монолитная, класс бетона = В25).
4. Раздел 2. Опалубочный вид и аннотации.
  - Скриншот 2: Окно с опалубочным видом, на котором видны нанесенные размеры (длина, высота) и отметка уровня.
5. Раздел 3. Итоговый чертеж на листе.
  - Скриншот 3: Финальный вид листа с рамкой, основной надписью и вставленным в него опалубочным чертежом стены.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как использование специализированных видов (в данном случае «Опалубка») и атрибутов элементов в *Renga* позволяет автоматически формировать полный и корректный комплект рабочих чертежей, исключая ошибки ручного переноса данных из модели на бумагу.

### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который полностью и качественно выполнил все этапы задания, продемонстрировал глубокое понимание принципов выпуска документации и обмена данными, подготовил корректные файлы во всех требуемых форматах, включая сводную модель в открытом формате, и представил работу в срок.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который выполнил большинство этапов задания, допустил незначительные ошибки или неточности в экспорте/подготовке файлов. Сводная модель может содержать мелкие недочеты, но в целом соответствует требованиям. Работа предоставлена вовремя.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который выполнил основную, но не полную часть задания, либо допустил существенные ошибки при подготовке файлов или формировании сводной модели. Отсутствует понимание некоторых требований к форматам обмена данными. Требуется доработка.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не выполнил значительную часть задания, не смог правильно подготовить файлы в требуемых форматах, не смог

сформировать или корректно экспортировать сводную модель, либо не представил работу в установленные сроки.

## Лабораторное занятие №22

Стены монолитные. Схема вертикального армирования стен. Спецификация

**Цель:** Освоить процесс создания и назначения 3D-армирующих элементов (сеток, стержней) монолитным конструкциям. Научиться формировать из 3D-модели чертежи с изополями армирования и автоматически генерировать ведомости расхода стали и спецификации элементов.

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

### Материальное обеспечение:

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

### Задание:

На основе 3D-модели монолитной фундаментной стены создать схему её вертикального армирования. Необходимо создать и назначить стене 3D-армирующие элементы, сформировать изополя на чертеже и на основе модели автоматически получить спецификацию металлопроката.

Исходные данные:

- Элемент: Фундаментная стена.
- Геометрия: Длина — 5000 мм, Высота — 2000 мм, Толщина — 300 мм.
- Армирование (вертикальное):
  - Глухие участки: Вертикальные стержни Ø16 A500C с шагом 200 мм.
  - Усиленные зоны (у концов стены): Вертикальные стержни Ø16 A500C с шагом 100 мм на длине 500 мм от каждого края.

### Порядок выполнения работы:

- ☐ Создание 3D-модели стены.
  - В Renga Structure создайте новый проект.
  - С помощью инструмента «Стена» постройте стену с заданными размерами (5000x2000 мм).
  - В панели «Свойства» задайте стене толщину 300 мм и тип конструкции «Монолитная».
- ☐ Создание и назначение армирования.
  - Перейдите в режим «Армирование».
  - Создайте два типа вертикального армирования:
    - Тип 1 («Основной»): Вертикальный стержень Ø16, шаг 200 мм.
    - Тип 2 («Усиление»): Вертикальный стержень Ø16, шаг 100 мм.
  - Выделите стену. На панели инструментов выберите «Добавить армирование».
  - Создайте две области:
    - Область 1: Покрывает среднюю часть стены. Назначьте ей «Тип 1».
    - Область 2: Покрывает крайние участки стены (у концов). Назначьте ей «Тип 2».
- ☐ Формирование чертежа с изополями.
  - Создайте новый чертежный вид (например, «Разрез 1-1» или «Фасад А-А»).
  - На этом виде отобразите изополя вертикального армирования для созданной стены.

- Добавьте размеры, отметки уровня и выноски с указанием класса бетона и арматуры.
- Автоматическое создание спецификации.
- Перейдите в режим «Спецификации».
  - Создайте новую спецификацию.
  - В качестве источника данных выберите «Армирование».
  - Настройте поля спецификации: «Наименование», «Диаметр», «Класс стали», «Длина», «Количество», «Масса».
  - Сформируйте спецификацию. Она должна автоматически рассчитать общую длину и массу стержней каждого типа.

#### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Создание модели и назначение армирования.
  - Скриншот 1: Фрагмент 3D-вида стены с отображенной сеткой вертикального армирования (видны области с разным шагом).
4. Раздел 2. Формирование чертежа.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа (разреза или фасада) с изополями вертикального армирования стены.
5. Раздел 3. Автоматическая спецификация.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката с рассчитанными объемами и массой арматуры.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как параметрическое моделирование армирования в *Renga* позволяет не только наглядно представить схему на чертеже, но и автоматически получить точные данные для заказа материалов и составления смет, что исключает ошибки ручного подсчета.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который успешно создал и назначил новые свойства элементам ИМ, корректно заполнил их значения, сформировал полный и достоверный набор данных, представил его в установленном формате без ошибок и в срок.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно выполнил основную часть задания, допустил незначительные ошибки при создании свойств или заполнении данных, но смог их исправить. Набор данных представлен, но может содержать мелкие недочеты.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который выполнил часть задания, но допустил существенные ошибки при создании свойств или формировании набора данных. Неполное понимание процесса назначения атрибутов.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не справился с заданием, не смог создать или корректно применить пользовательские свойства, не сформировал набор данных или представил его с критическими ошибками.

### **Лабораторное занятие №23**

#### **Схема горизонтального армирования стен**

**Цель:** Освоить методику создания и назначения 3D-армирующих элементов для горизонтального армирования (хомуты, шпильки, сетки) в монолитных конструкциях. Научиться формировать изополя горизонтального армирования на чертежах и автоматически получать спецификации металлопроката.

**Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

**Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

**Задание:**

На основе 3D-модели монолитной стены создать схему её горизонтального армирования. Необходимо создать и назначить стене 3D-армирующие элементы, сформировать изополя на чертеже разреза и на основе модели автоматически получить ведомость расхода стали.

Исходные данные:

- Элемент: Фундаментная стена.
- Геометрия: Длина — 5000 мм, Высота — 2000 мм, Толщина — 400 мм.
- Армирование (горизонтальное):
  - Основной шаг: Горизонтальные стержни Ø12 A500C с шагом 300 мм по всей высоте стены.
  - Усиление в углах: Горизонтальные П-образные хомуты Ø10 A240C с шагом 150 мм на высоту 600 мм от подошвы фундамента.

**Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели стены.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Стена» постройте стену с заданными размерами (5000x2000 мм).
4. В панели «Свойства» задайте стене толщину 400 мм и тип конструкции «Монолитная».
5. Создание и назначение горизонтального армирования.
6. Перейдите в режим «Армирование».
7. Создайте два типа горизонтального армирования:
  - a. Тип 1 («Основной»): Горизонтальный стержень Ø12, шаг 300 мм.
  - b. Тип 2 («Усиление»): П-образный хомут (шпилька) Ø10, шаг 150 мм.
8. Выделите стену. На панели инструментов выберите «Добавить армирование».
9. Создайте две области:
  - a. Область 1: Покрывает всю высоту стены. Назначьте ей «Тип 1».
  - b. Область 2: Покрывает только нижний участок стены высотой 600 мм. Назначьте ей «Тип 2».
10. Формирование чертежа с изополями.
11. Создайте новый чертежный вид — «Разрез 1-1», проходящий через стену.
12. На этом виде отобразите изополя горизонтального армирования для созданной стены.
13. Добавьте размеры, отметки уровня и выноски с указанием типа и шага армирования.
14. Автоматическое создание спецификации.
15. Перейдите в режим «Спецификации».
16. Создайте новую спецификацию.
17. В качестве источника данных выберите «Армирование».
18. Настройте поля спецификации: «Наименование», «Диаметр», «Класс стали», «Длина», «Количество».

19. Сформируйте спецификацию. Она должна автоматически рассчитать общую длину стержней и хомутов каждого типа.

#### **Форма представления результата:**

результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Создание модели и назначение армирования.
  - Скриншот 1: Фрагмент 3D-вида стены с отображенным горизонтальным армированием (видны П-образные хомуты в нижней части и стержни по всей высоте).
4. Раздел 2. Формирование чертежа.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа разреза стены с изополями горизонтального армирования.
5. Раздел 3. Автоматическая спецификация.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката для горизонтального армирования.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как инструменты *Renga* позволяют комплексно подходить к моделированию железобетонных конструкций, создавая как вертикальную, так и горизонтальную рабочую арматуру, и как это напрямую влияет на точность и скорость подготовки проектной документации.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который полностью и качественно выполнил все этапы задания, продемонстрировал глубокое понимание способов представления данных в ИМ, корректно сформировал и экспортировал как табличные, так и графические данные в требуемых форматах, и представил работу в срок.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который выполнил большинство этапов задания, допустил незначительные ошибки или неточности в форматировании таблиц или графических представлений. Наборы данных представлены, но могут содержать мелкие недочеты.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который выполнил основную, но не полную часть задания, либо допустил существенные ошибки при формировании табличных или графических представлений данных. Неполное понимание требований к форматам обмена.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не выполнил значительную часть задания, не смог корректно сформировать или экспортировать наборы данных в требуемых форматах, либо не представил работу в установленные сроки.

### **Лабораторное занятие №24**

Схема армирования перемычек над дверными и оконными проемами

**Цель:** Научиться моделировать и армировать сложные конструктивные узлы, такие как перемычки над проемами. Освоить инструменты для создания и назначения 3D-армирующих элементов (отдельных стержней) для формирования типовых каркасов и выпуска арматуры.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

### **Задание:**

1. Создать 3D-модель фрагмента монолитной стены с оконным проемом. Сформировать и назначить перемычке над проемом арматурный каркас, состоящий из двух Г-образных стержней (верхний и нижний пояса) и соединяющих их вертикальных/поперечных стержней. Создать чертеж с изополями армирования и спецификацию.
2. Исходные данные:
3. Элемент: Фрагмент монолитной стены с оконным проемом.
4. Геометрия стены: Высота — 2500 мм, Ширина — 2000 мм, Толщина — 300 мм.
5. Геометрия проема: Ширина — 1500 мм, Высота — 2100 мм.
6. Армирование перемычки (схема):
  - a. Верхний пояс: 2 стержня Ø16 A500C.
  - b. Нижний пояс: 2 стержня Ø16 A500C.
  - c. Вертикальные/поперечные стержни: Ø10 A500C с шагом 200 мм.
  - d. Выпуски арматуры: Из нижнего пояса выпустить стержни Ø16 A500C длиной 600 мм для анкеровки в простенки.
7. Порядок выполнения работы:
8. Создание 3D-модели стены и проема.
9. В *Renga Structure* создайте новый проект.
10. С помощью инструмента «Стена» постройте стену с заданными размерами.
11. С помощью инструмента «Проем» создайте в стене оконный проем, точно задав его высоту и ширину.
12. Создание арматурных стержней.
13. Перейдите в режим «Армирование».
14. Используя инструмент «Стержень», вручную создайте элементы арматурного каркаса перемычки:
  - a. Два верхних Г-образных стержня Ø16.
  - b. Два нижних Г-образных стержня Ø16.
  - c. Несколько вертикальных/поперечных стержней Ø10, соединяющих верхний и нижний пояса.
  - d. Два стержня-выпуска Ø16, выходящих из нижнего пояса.
15. Разместите созданные стержни в пространстве проема, формируя 3D-каркас. Используйте инструменты выравнивания и привязки к характерным точкам стен и проема.
16. Формирование чертежа с изополями.
17. Создайте новый чертежный вид — «Разрез 2-2», проходящий через центр оконного проема.
18. На этом виде отобразите изополя для созданных арматурных стержней. Убедитесь, что схема армирования читаема и соответствует заданию.
19. Автоматическое создание спецификации.
20. Перейдите в режим «Спецификации».
21. Создайте новую спецификацию с источником данных «Армирование».
22. Настройте поля: «Наименование», «Диаметр», «Класс стали», «Длина».
23. Сформируйте спецификацию, которая автоматически подсчитает общую длину всех использованных арматурных стержней.

### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Создание арматурного каркаса.
  - Скриншот 1: Фрагмент 3D-вида, на котором показан созданный вручную арматурный каркас перемычки (видны все стержни: верхний, нижний пояса, вертикальные элементы и выпуски).
4. Раздел 2. Формирование чертежа.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа разреза с изополями армирования перемычки. На виде должна быть четко видна вся схема армирования узла.
5. Раздел 3. Автоматическая спецификация.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката для армирования перемычки.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как инструменты прямого моделирования арматуры в Renga позволяют создавать сложные, нетиповые узлы и как информационная модель обеспечивает автоматический подсчет материалов для этих ответственных элементов конструкции.

### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который корректно смоделировал плоскую и пространственную геометрию компонента в Renga, точно добавил всю необходимую аннотационную информацию путем заполнения свойств объекта, создал полностью параметрический компонент, сохранил его для каталога и представил работу в срок.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно смоделировал геометрию и добавил большую часть аннотаций (свойств). Компонент частично параметризован. Допустимы незначительные неточности в моделировании или некорректное заполнение некоторых свойств.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который смоделировал базовую геометрию, но допустил существенные ошибки в пространственном моделировании или аннотировании. Компонент не полностью параметризован, содержит критические недочеты в свойствах или геометрии.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не справился с заданием, не смог смоделировать геометрию компонента в Renga, не добавил аннотационную информацию (свойства) или создал некорректный объект, не пригодный для использования в каталоге.

## **Лабораторное занятие №25**

### **Схема расположения выпусков в плиту перекрытия/покрытия из стен**

**Цель:** Освоить методы моделирования и документирования арматурных выпусков — критически важных элементов для обеспечения монолитности и несущей способности железобетонного каркаса. Научиться создавать 3D-арматурные стержни, выходящие из одного элемента (стены) в другой (плиту), и формировать на их основе чертежи и спецификации.

### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

**Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

**Задание:**

Создать фрагмент информационной модели, состоящий из монолитной стены и опирающейся на неё плиты перекрытия. Смоделировать выпуски вертикальной арматуры из стены в плиту. Создать план плиты с отображением расположения выпусков и сформировать спецификацию на них.

Исходные данные:

- Элементы:
  - Стена: Высота 3000 мм, толщина 200 мм.
  - Плита перекрытия: Толщина 200 мм.
- Армирование (выпуски):
  - Из верхней части стены в плиту выпущены стержни Ø16 A500C.
  - Шаг выпусков: 200 мм.
  - Длина выпуска над плитой: 50 мм.
  - Длина анкеровки в плите: 150 мм.

**Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-геометрии.
2. В *Renga Structure* создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Стена» создайте стену высотой 3000 мм и толщиной 200 мм.
4. С помощью инструмента «Плита» создайте перекрытие, которое опирается на верхнюю грань стены.
5. Моделирование арматурных выпусков.
6. Перейдите в режим «Армирование».
7. Выберите инструмент «Стержень».
8. В панели «Свойства» задайте параметры стержня: тип — «Выпуск», диаметр — 16 мм, класс стали — A500C, длина — 200 мм (50 мм над плитой + 150 мм в плите).
9. Начните построение стержня, выбрав первую точку на верхней грани стены, а вторую — на нижней поверхности плиты перекрытия. *Renga* автоматически определит, что это выпуск.
10. Создайте несколько таких стержней с шагом 200 мм вдоль всей длины стены. Для ускорения можно использовать копирование или массивы, если это требуется.
11. Формирование чертежа и спецификации.
12. Создайте новый чертежный вид — «План на отметке +3.000» (или соответствующая отметка верха стены).
13. На этом виде отобразите изополя для созданных арматурных выпусков. Вы должны увидеть на плане плиты точки или маркеры, обозначающие места выхода арматуры из стены.
14. Добавьте размеры, определяющие шаг и расположение группы выпусков.
15. Перейдите в режим «Спецификации» и создайте новую спецификацию с источником данных «Армирование». Настройте поля для отображения диаметра, класса стали и общего количества/массы выпусков.

**Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. 3D-модель узла сопряжения.
  - Скриншот 1: Фрагмент 3D-вида, показывающий стену, плиту перекрытия и арматурные выпуски, соединяющие их. На скриншоте должно быть видно, что стержни начинаются в одном элементе и заканчиваются в другом.
4. Раздел 2. План расположения выпусков.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа «План на отметке +3.000», на котором с помощью изополей или маркеров отображено расположение арматурных выпусков из стены в плиту.
5. Раздел 3. Спецификация арматурных изделий.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация на арматурные выпуски, автоматически рассчитанная программой.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о важности правильного моделирования арматурных выпусков для обеспечения конструктивной целостности здания и о том, как BIM-подход в Renga позволяет не только визуализировать эти узлы, но и автоматически получать точные данные для заказа материалов и специфицирования работ.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который корректно использовал встроенные классификаторы Renga, точно присвоил соответствующий классификационный код различным объектам, продемонстрировав понимание их назначения и обосновав свой выбор. Работа представлена в установленной форме.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который в целом корректно классифицировал большинство объектов, но допустил незначительные ошибки в выборе кодов или дал неполное обоснование. Понимание работы с классификаторами Renga присутствует.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который продемонстрировал лишь частичное понимание работы с классификаторами Renga, допустил существенные ошибки при присвоении кодов или не смог обосновать свой выбор. Классифицирована лишь малая часть объектов.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не справился с заданием, не смог применить классификаторы Renga к объектам ИМ или выполнил работу с грубыми ошибками, демонстрирующими полное непонимание материала.

### **Лабораторное занятие №26**

#### **Колонны монолитные. Оформление**

**Цель:** Освоить процесс создания 3D-модели монолитной колонны, назначения ей необходимых атрибутов (материал, класс бетона) и армирования. Научиться формировать из 3D-модели чертеж с необходимыми видами, разрезами, выносками и автоматически получать спецификацию элементов.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

**Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

**Задание:**

Создать 3D-модель монолитной колонны первого этажа. Назначить ей атрибуты, выполнить вертикальное и горизонтальное армирование. На основе модели сформировать чертеж, содержащий план, вид и разрез колонны с изополями армирования, а также спецификацию бетона и арматуры.

Исходные данные:

- Элемент: Колонна первого этажа.
- Геометрия: Сечение 400х400 мм, высота 3000 мм.
- Материалы и армирование:
  - Бетон класса В30.
  - Вертикальное армирование: 4 стержня Ø20 A500C.
  - Горизонтальное армирование (хомуты): Ø10 A240C, шаг 200 мм.

**Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели колонны.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Колонна» создайте на плане колонну сечением 400х400 мм.
4. Выделите колонну и в панели «Свойства» задайте ей высоту 3000 мм.
5. Назначение атрибутов и армирование.
6. В панели «Свойства» для колонны задайте материал «Бетон В30».
7. Перейдите в режим «Армирование».
8. Создайте тип армирования «Вертикальный стержень» (Ø20, шаг по периметру).
9. Создайте тип армирования «Горизонтальный стержень» (Ø10, шаг 200 мм).
10. Выделите колонну и назначьте ей созданные типы армирования.
11. Формирование чертежа.
12. Создайте новый лист (например, формат А3).
13. На лист добавьте основную надпись.
14. Вставьте на лист следующие виды колонны:
  - а. План: Вид сверху на колонну.
  - б. Разрез: Вертикальный разрез, проходящий через центр колонны.
  - в. Вид: Изометрический вид или фасад для наглядности.
15. На разрезе и виде отобразите изополя вертикального и горизонтального армирования.
16. Добавьте на чертеж выноски с информацией о классе бетона (В30) и характеристиках арматуры.
17. Автоматическое создание спецификации.
18. Перейдите в режим «Спецификации».
19. Создайте спецификацию для колонн, чтобы получить данные о расходе бетона.
20. Создайте спецификацию для армирования, чтобы получить ведомость расхода стали.

**Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. 3D-модель колонны.

- Скриншот 1: Общий вид 3D-модели колонны с отображенным в ней армированием.
- 4. Раздел 2. Оформленный чертеж на листе.
  - Скриншот 2: Фрагмент листа с размещенными видами колонны (план, разрез). На разрезе должны быть видны изополя армирования и выноски с данными.
- 5. Раздел 3. Автоматические спецификации.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация на железобетонные изделия (колонны).
  - Скриншот 4: Сформированная ведомость расхода стали (спецификация арматуры).
- 6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как *Renga* позволяет из единой 3D-модели автоматически получать полный комплект документации: чертежи с точным отображением арматуры и спецификации с корректным подсчетом материалов, что исключает ошибки ручного переноса данных.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который успешно экспортировал модель из Renga в несколько регламентированных форматов, корректно настроил параметры экспорта, убедительно продемонстрировал (или описал) результаты проверки корректности данных и понимает назначение и особенности работы с различными форматами обмена.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно экспортировал модель в один или два формата, продемонстрировал базовое понимание настроек экспорта, но допустил незначительные ошибки в настройках или дал неполные выводы о качестве обмена.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который смог экспортировать модель, но допустил существенные ошибки в настройках, что привело к некорректному обмену данными, или не смог продемонстрировать или описать результаты проверки. Понимание механизмов обмена данными ограничено.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог выполнить экспорт или импорт данных из Renga, не понимает назначения регламентированных форматов или выполнил задание с грубыми ошибками, делающими результат непригодным.

### **Лабораторное занятие №27**

#### **Перекрытия монолитные. Опалубочные чертежи**

**Цель:** Освоить процесс создания и настройки опалубочного вида для монолитного железобетонного перекрытия. Научиться управлять видимостью элементов, добавлять необходимые аннотации и размеры для формирования полного комплекта опалубочных чертежей на основе 3D-модели.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

На основе существующей 3D-модели монолитного перекрытия разработать опалубочный чертеж. Задать элементу необходимые атрибуты, создать специальный вид для опалубки, нанести на него размеры, отметки уровня и выноски с информацией о толщине плиты и классе бетона.

Исходные данные:

- Элемент: Плита перекрытия первого этажа.
- Геометрия: Сетка колонн 6х6 метров. Плита опирается на все четыре стороны. Толщина плиты — 200 мм.
- Атрибуты: Класс бетона по прочности на сжатие — В25.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели плиты.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Колонна» создайте четыре колонны по углам в осях (например, А-1, А-3, В-1, В-3).
4. С помощью инструмента «Плита» создайте перекрытие, указав в качестве контура созданные колонны.
5. Выделите плиту и в панели «Свойства» задайте ей толщину 200 мм и тип конструкции «Монолитная».
6. Создание опалубочного вида.
7. Создайте новый вид.
8. В свойствах вида установите «Тип вида» = «Опалубка». Назовите вид, например, «Опалубочный чертеж плиты».
9. Перейдите на этот вид. Вы увидите, что модель отображается в виде, готовом для опалубочного чертежа (обычно с упрощенной графикой, но с сохранением всех размеров и форм).
10. Оформление опалубочного чертежа.
11. На опалубочном виде с помощью инструмента «Размер» нанесите размеры, определяющие габариты плиты и расположение ее относительно осей.
12. Инструментом «Отметка уровня» укажите абсолютную или относительную отметку низа (или верха) плиты.
13. Инструментом «Выноска» добавьте на чертеж информацию из атрибутов плиты:
  - а. Текст «Бетон В25».
  - б. Текст «Толщина плиты  $h = 200$  мм».
14. Формирование листа и вывод на печать.
15. Создайте новый лист (например, формат А2).
16. Добавьте на лист рамку и основную надпись.
17. Вставьте на лист созданный ранее опалубочный вид.

#### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Создание модели и назначение атрибутов.
  - Скриншот 1: Панель «Свойства» выделенной плиты перекрытия с установленными параметрами (тип конструкции = Монолитная, толщина = 200 мм, класс бетона = В25).
4. Раздел 2. Опалубочный вид и аннотации.
  - Скриншот 2: Окно с опалубочным видом плиты, на котором видны нанесенные размеры и отметки уровня.
5. Раздел 3. Итоговый чертеж на листе.

- Скриншот 3: Финальный вид листа с рамкой, основной надписью и вставленным в него опалубочным чертежом плиты перекрытия.
6. Раздел 4. Выводы.
- Краткое заключение о том, как использование специализированных видов («Опалубка») в *Renga* позволяет быстро и безошибочно получать из информационной модели готовые к печати рабочие чертежи, исключая необходимость ручного вычерчивания и гарантируя соответствие чертежа модели.

#### **Критерии оценки:**

- **Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который четко формализовал задачу, составил подробный, логичный и полный алгоритм решения, полностью соответствующий функционалу *Renga*, и продемонстрировал глубокое понимание этапов работы с моделью.
- **Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который формализовал задачу и составил в целом верный алгоритм, но допустил незначительные упущения в описании шагов, неточности в формулировках или не полностью охватил все нюансы использования инструментов *Renga*.
- **Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который формализовал задачу лишь частично, составил неполный или не совсем корректный алгоритм, требующий доработки, или алгоритм не в полной мере соответствует возможностям *Renga*.
- **Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог формализовать задачу, составил некорректный или не выполнимый в *Renga* алгоритм, либо не представил работу в установленной форме.

### **Лабораторное занятие №28**

#### **Перекрытия монолитные. Схемы армирования**

**Цель:** Освоить процесс создания и назначения 3D-армирующих элементов (сеток) монолитной плите перекрытия. Научиться формировать из 3D-модели чертежи с изополями армирования и автоматически генерировать ведомости расхода стали.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: *Renga*
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Создать 3D-модель монолитного плитного перекрытия. Смоделировать для него нижнее и верхнее сеточное армирование. Создать план плиты с отображением схем армирования и сформировать спецификацию арматуры.

Исходные данные:

- Элемент: Плита перекрытия.
- Геометрия: Прямоугольная плита размером 6000х4000 мм, опирающаяся по контуру. Толщина плиты — 200 мм.
- Армирование:

- Нижняя сетка: Ø12 A500C, шаг 200x200 мм.
- Верхняя сетка (надпорная зона у средних колонн): Ø12 A500C, шаг 150x150 мм на участке шириной 1000 мм от оси колонны.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели плиты.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Колонна» создайте четыре колонны, образующие контур плиты (например, в осях А-1, А-3, В-1, В-3).
4. С помощью инструмента «Плита» создайте перекрытие, указав в качестве контура созданные колонны.
5. Выделите плиту и в панели «Свойства» задайте ей толщину 200 мм.
6. Создание и назначение армирования.
7. Перейдите в режим «Армирование».
8. Создайте два типа армирования (сетки):
  - а. Тип 1 («Нижняя сетка»): Сетка Ø12, шаг 200x200 мм.
  - б. Тип 2 («Верхняя сетка»): Сетка Ø12, шаг 150x150 мм.
9. Выделите плиту перекрытия. На панели инструментов выберите «Добавить армирование».
10. Создайте две области для назначения сеток:
  - а. Область 1: Охватывает всю площадь плиты. Назначьте ей «Тип 1».
  - б. Область 2: Охватывает только надпорные зоны (например, центральную часть плиты над средними колоннами). Назначьте ей «Тип 2».
11. Формирование чертежа с изополями.
12. Создайте новый чертежный вид — «План на отметке +3.000» (или соответствующая отметка низа плиты).
13. На этом виде отобразите изополя для созданного армирования плиты. Вы должны увидеть две схемы: основная сетка по всей площади и более густая сетка в указанных зонах.
14. Автоматическое создание спецификации.
15. Перейдите в режим «Спецификации».
16. Создайте новую спецификацию с источником данных «Армирование».
17. Настройте поля: «Наименование», «Диаметр», «Класс стали», «Длина», «Масса».
18. Сформируйте спецификацию. Она должна автоматически рассчитать общую длину и массу арматуры для каждой из созданных сеток.

### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Модель с армированием.
  - Скриншот 1: Фрагмент 3D-вида плиты перекрытия с отображенным армированием (видны две сетки с разным шагом).
4. Раздел 2. План армирования.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа (плана) с изополями, показывающими схему расположения нижней и верхней сеток армирования.
5. Раздел 3. Автоматическая спецификация.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката, содержащая данные по обеим сеткам армирования.
6. Раздел 4. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как использование параметрических областей армирования в Renga позволяет точно моделировать реальные схемы армирования

плит (с разными шагами в разных зонах) и как это напрямую влияет на точность расчета материалов и качество проектной документации.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который четко определил задачу, разработал полный и корректный алгоритм решения с использованием соответствующих инструментов Renga, представил оба описания (текстовое и схематичное) на высоком уровне, демонстрируя глубокое понимание работы с данными в BIM.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно определил задачу и разработал в целом верный алгоритм, но в описаниях (текстовом или схематичном) имеются незначительные неточности, упущения или неполное отражение всех нюансов использования Renga.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который определил задачу, но алгоритм решения неполный, содержит ошибки или не полностью соответствует функционалу Renga, а описания (текстовое/схематичное) требуют существенной доработки.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог определить задачу, не разработал корректный алгоритм, не смог представить описания или задание выполнено с грубыми ошибками.

### **Лабораторное занятие №29**

Перекрытия монолитные. Армирование перепадов и обрамление проемов

**Цель:** Освоить методы создания и назначения 3D-армирующих элементов для моделирования сложных зон в монолитных плитах: обрамления проемов (лестничных, лифтовых шахт) и армирования перепадов высот (ступеней). Научиться формировать из 3D-модели чертежи с изополями армирования для этих узлов и автоматически получать спецификации.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Создать 3D-модель фрагмента монолитного перекрытия, содержащего проем и зону перепада высот. Смоделировать для этих зон усиленное армирование. Создать чертеж, на котором будут отображены изополя армирования этих сложных узлов, и сформировать спецификацию арматуры.

Исходные данные:

- Элемент: Фрагмент монолитного перекрытия.
- Геометрия: Прямоугольная плита 6000x4000 мм, толщиной 200 мм.
- Сложные зоны:
  1. Проем: В центре плиты смоделирован проем (например, для лестницы) размером 1500x1500 мм.

2. Перепад: В одном из углов плиты смоделирован перепад высот, создающий "ступеньку" высотой 300 мм.
- Армирование:
  - Обрамление проема: По периметру проема создается обвязка из стержней Ø16 A500C.
  - Армирование перепада: В зоне "ступеньки" создается дополнительная сетка из стержней Ø12 A500C с шагом 100x100 мм.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели плиты с проемом и перепадом.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Плита» создайте основную плиту 6000x4000 мм.
4. С помощью инструмента «Проем» вырежьте в центре плиты проем 1500x1500 мм.
5. С помощью инструмента «Редактирование тела» (или аналогичного, в зависимости от версии Renga) создайте в одном из углов плиты «вырез», имитирующий перепад высот в 300 мм.
6. Создание и назначение армирования.
7. Перейдите в режим «Армирование».
8. Создайте два типа армирования:
  - a. Тип 1 («Обвязка проема»): Стержень Ø16 A500C.
  - b. Тип 2 («Сетка перепада»): Сетка Ø12 A500C, шаг 100x100 мм.
9. Выделите плиту. На панели инструментов выберите «Добавить армирование».
10. Создайте две области:
  - a. Область 1: Охватывает периметр проема. Назначьте ей «Тип 1».
  - b. Область 2: Охватывает зону перепада высот («ступеньку»). Назначьте ей «Тип 2».
11. Формирование чертежа с изополями.
12. Создайте новый чертежный вид — «План на отметке +3.000».
13. На этом виде отобразите изополя для созданного армирования. Вы должны увидеть на плане:
  - a. Контур обвязки вокруг проема.
  - b. Участок с более густыми изополями в зоне перепада высот.
14. Автоматическое создание спецификации.
15. Перейдите в режим «Спецификации».
16. Создайте новую спецификацию с источником данных «Армирование».
17. Сформируйте спецификацию, которая автоматически рассчитает арматуру для основных сеток плиты, а также для обвязки проема и сетки перепада.

#### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Модель сложного узла.
  - Скриншот 1: Фрагмент 3D-вида плиты, на котором видны проем и зона перепада высот с назначенным им армированием.
4. Раздел 2. План армирования сложных зон.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа (плана), на котором отчетливо видны изополя обвязки проема и усиленной зоны перепада.
5. Раздел 3. Автоматическая спецификация.
  - Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката, в которой выделены позиции для армирования сложных зон.
6. Раздел 4. Выводы.

- Краткое заключение о том, как инструменты *Renga* позволяют точно моделировать и документировать наиболее ответственные и сложные узлы железобетонных конструкций, обеспечивая их надежность и соответствие нормам за счет точного подсчета материалов непосредственно из модели.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который четко определил задачу, разработал полный и корректный алгоритм решения с использованием соответствующих инструментов *Renga*, представил оба описания (текстовое и схематичное) на высоком уровне, демонстрируя глубокое понимание работы с данными в BIM.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно определил задачу и разработал в целом верный алгоритм, но в описаниях (текстовом или схематичном) имеются незначительные неточности, упущения или неполное отражение всех нюансов использования *Renga*.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который определил задачу, но алгоритм решения неполный, содержит ошибки или не полностью соответствует функционалу *Renga*, а описания (текстовое/схематичное) требуют существенной доработки.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог определить задачу, не разработал корректный алгоритм, не смог представить описания или задание выполнено с грубыми ошибками.

### **Лабораторное занятие №30**

#### **Перекрытия монолитные. Схемы выпусков и поперечного армирования**

**Цель:** Освоить процесс создания и назначения 3D-армирующих элементов для моделирования выпусков арматуры из плиты в несущие элементы (стены, колонны) и создания поперечного армирования (плоских и пространственных хомутов) в теле плиты.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: *Renga*
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Создать 3D-модель фрагмента монолитного перекрытия, включающего колонну. Смоделировать выпуски арматуры из плиты в колонну и создать схему поперечного армирования (хомутов) в плите. Создать чертеж, отображающий эти схемы, и сформировать спецификацию арматуры.

#### **Исходные данные:**

- Элемент: Фрагмент монолитного перекрытия с колонной.
- Геометрия: Плита размером 2000x2000 мм, толщиной 200 мм. В центре плиты расположена колонна 400x400 мм.

- Армирование:
  - Выпуски: Из верха плиты в колонну выпущены стержни Ø16 A500C. Шаг выпусков — 200 мм.
  - Поперечное армирование (хомуты): В плите над колонной создана зона с поперечным армированием — П-образные хомуты Ø10 A500C с шагом 150 мм.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели.
2. В Renga Structure создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Колонна» создайте колонну 400х400 мм в центре.
4. С помощью инструмента «Плита» создайте квадратную плиту, указав в качестве контура колонну (плита будет опираться на колонну).
5. Выделите плиту и в панели «Свойства» задайте ей толщину 200 мм.
6. Создание и назначение армирования.
7. Перейдите в режим «Армирование».
8. Создайте два типа армирования:
  - a. Тип 1 («Выпуски из плиты»): Стержень Ø16 A500C. В свойствах типа задайте его длину (например, 500 мм — длина выпуска над плитой + длина анкеровки в колонне).
  - b. Тип 2 («Поперечное армирование»): Хомут (шпилька) Ø10 A500C, шаг 150 мм.
9. Выделите плиту перекрытия. На панели инструментов выберите «Добавить армирование».
10. Создайте две области:
  - a. Область 1: Охватывает верхнюю грань плиты над колонной. Назначьте ей «Тип 1».
  - b. Область 2: Охватывает ту же зону (верх плиты над колонной). Назначьте ей «Тип 2».
11. Формирование чертежа с изополями.
12. Создайте новый чертежный вид — «Разрез 1-1», проходящий через центр колонны и плиты.
13. На этом виде отобразите изополя для созданного армирования. Вы должны увидеть на разрезе:
  - a. Вертикальные стержни (выпуски), выходящие из верхней части плиты и входящие в колонну.
  - b. П-образные хомуты, расположенные в теле плиты над колонной.
14. Автоматическое создание спецификации.
15. Перейдите в режим «Спецификации».
16. Создайте новую спецификацию с источником данных «Армирование».
17. Сформируйте спецификацию, которая автоматически рассчитает общую длину стержней-выпусков и хомутов.

### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Модель узла сопряжения.
  - Скриншот 1: Фрагмент разреза 3D-модели, на котором видны выпуски арматуры из плиты в колонну и хомуты в теле плиты.
4. Раздел 2. Разрез с изополями армирования.
  - Скриншот 2: Фрагмент чертежа разреза, на котором с помощью изополей отображены схемы выпусков и поперечного армирования.
5. Раздел 3. Автоматическая спецификация.

- Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката для выпусков и поперечного армирования.
6. Раздел 4. Выводы.
- Краткое заключение о том, как инструменты *Renga* позволяют корректно моделировать сложные арматурные узлы, обеспечивающие жесткое сопряжение конструкций, и как информационная модель позволяет автоматически получать точные данные для заказа этих специфических элементов.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который четко определил задачу, разработал полный и корректный алгоритм решения с использованием соответствующих инструментов Renga, представил оба описания (текстовое и схематичное) на высоком уровне, демонстрируя глубокое понимание работы с данными в BIM.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно определил задачу и разработал в целом верный алгоритм, но в описаниях (текстовом или схематичном) имеются незначительные неточности, упущения или неполное отражение всех нюансов использования Renga.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который определил задачу, но алгоритм решения неполный, содержит ошибки или не полностью соответствует функционалу Renga, а описания (текстовое/схематичное) требуют существенной доработки.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог определить задачу, не разработал корректный алгоритм, не смог представить описания или задание выполнено с грубыми ошибками.

### **Лабораторное занятие №31**

#### **Перекрытия монолитные. Фрагменты поперечного армирования**

**Цель:** Научиться создавать детализировочные чертежи (фрагменты) для сложных узлов железобетонных конструкций. Освоить процесс выделения и оформления на отдельном виде участка плиты с поперечным армированием (например, вокруг проема или в зоне капители) с целью детального показа схемы армирования.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

На основе 3D-модели монолитного перекрытия с проемом создать детализировочный чертеж (фрагмент), на котором будет крупно и наглядно показана схема поперечного армирования (П-образные хомуты) вокруг этого проема. Оформить фрагмент согласно нормам СПДС.

Исходные данные:

- Элемент: Фрагмент монолитного перекрытия.
- Геометрия: Плита толщиной 200 мм. В плите смоделирован проем размером 1000х2000 мм.

- Армирование: Вокруг проема смоделированы П-образные хомуты из стержней Ø10 A500C с шагом 150 мм. Это армирование уже создано в 3D-модели.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Подготовка 3D-модели.
2. Откройте проект, содержащий модель плиты с проемом и уже назначенным ему поперечным армированием (хомутами).
3. Перейдите на план плиты, чтобы видеть расположение проема и схему армирования.
4. Создание фрагмента (деталировочного вида).
5. На плане выберите инструмент «Фрагмент».
6. Обведите прямоугольником область вокруг проема, которую вы хотите показать детально. Renga автоматически создаст новый вид, на котором будет отображен только этот фрагмент модели.
7. Перейдите на созданный вид. Вы увидите, что модель на этом виде показана крупно, в соответствии с рамкой, которую вы задали на плане.
8. Оформление фрагмента на листе.
9. Создайте новый лист (например, формат A4).
10. Добавьте на лист основную надпись.
11. Вставьте на лист созданный деталировочный вид (фрагмент).
12. На самом фрагменте убедитесь, что изополя армирования хорошо читаемы.
13. Добавьте на лист выноску, указывающую на место этого фрагмента на основном чертеже (плане перекрытия). Это связывает деталировку с общим планом.
14. Добавление аннотаций.
15. На листе с фрагментом добавьте текстовые выноски, содержащие информацию об армировании:
  - а. «Поперечное армирование (П-образные хомуты)»
  - б. «Ø10 A500C, шаг 150 мм»

#### **Форма представления результата:**

Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:

1. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
2. Цель и задание работы.
3. Раздел 1. Общий вид и создание фрагмента.
  - Скриншот 1: План перекрытия с нанесенной рамкой инструмента «Фрагмент».
4. Раздел 2. Оформленный деталировочный чертеж.
  - Скриншот 2: Фрагмент листа с вставленным деталировочным видом. На скриншоте должны быть видны: крупное изображение узла, изополя поперечного армирования, выноска, связывающая его с планом, и текстовые аннотации с параметрами арматуры.
5. Раздел 3. Выводы.
  - Краткое заключение о том, как использование инструмента «Фрагмент» позволяет создавать деталировочные чертежи сложных узлов прямо из 3D-модели. Это обеспечивает высокую точность и наглядность документации, исключая ошибки ручного черчения и гарантируя, что деталировка полностью соответствует информационной модели.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который четко определил задачу, разработал полный и корректный алгоритм решения с использованием соответствующих инструментов Renga, представил оба описания (текстовое и схематичное) на высоком уровне, демонстрируя глубокое понимание работы с данными в BIM.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно определил задачу и разработал в целом верный алгоритм, но в описаниях (текстовом или схематичном) имеются незначительные неточности, упущения или неполное отражение всех нюансов использования Renga.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который определил задачу, но алгоритм решения неполный, содержит ошибки или не полностью соответствует функционалу Renga, а описания (текстовое/схематичное) требуют существенной доработки.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог определить задачу, не разработал корректный алгоритм, не смог представить описания или задание выполнено с грубыми ошибками.

### **Лабораторное занятие №32**

#### **Перекрытия монолитные. Схемы армирования балок**

**Цель:** Освоить процесс создания 3D-модели балки и назначения ей сложного пространственного армирования, включающего нижний и верхний пояса, а также поперечные хомуты. Научиться формировать из 3D-модели чертежи с изополями армирования и автоматически получать спецификацию арматуры.

#### **Выполнив работу, вы будете уметь:**

У 2.2.1 выбирать алгоритм составления рабочей документации узлов и деталей конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности;

У 2.2.2 выполнять проектирование строительных конструкций

У 2.4.1 конструировать несложные узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования.

#### **Материальное обеспечение:**

- Компьютер с установленным программным обеспечением: Renga
- Доступ к электронным библиотекам и образовательным ресурсам.
- Методические материалы и инструкции по работе с программными комплексами.

#### **Задание:**

Создать 3D-модель монолитной балки. Смоделировать для нее пространственный арматурный каркас, состоящий из нижнего пояса (рабочая арматура), верхнего пояса (надпорная арматура) и поперечных хомутов. Создать чертеж, на котором будут отображены схемы армирования, и сформировать спецификацию.

Исходные данные:

- Элемент: Монолитная балка.
- Геометрия: Длина — 6000 мм, Сечение — 300х500 мм.
- Армирование:
  - Нижний пояс: 4 стержня Ø20 A500C.
  - Верхний пояс (надпорная зона): 2 стержня Ø16 A500C на длине 800 мм от опоры.
  - Поперечные хомуты: Ø10 A500C. Шаг в пролете — 200 мм, шаг на опорных участках — 100 мм.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Создание 3D-модели балки.
2. В *Renga Structure* создайте новый проект.
3. С помощью инструмента «Балка» создайте балку длиной 6000 мм и сечением 300х500 мм.
4. Расположите балку в пространстве (например, на плане или в 3D-виде).

5. Создание и назначение пространственного армирования.
6. Перейдите в режим «Армирование».
7. Создайте три типа армирования:
  - а. Тип 1 («Нижний пояс»): Группа стержней Ø20 A500C.
  - б. Тип 2 («Верхний пояс»): Группа стержней Ø16 A500C.
  - с. Тип 3 («Поперечные хомуты»): Хомут (шпилька) Ø10 A500C.
8. Выделите балку. На панели инструментов выберите «Добавить армирование».
9. Создайте и назначьте области:
  - а. Область 1: Охватывает нижнюю часть балки по всей длине. Назначьте ей «Тип 1».
  - б. Область 2: Охватывает верхнюю часть балки на длине 800 мм от каждого края (опорные участки). Назначьте ей «Тип 2».
  - с. Область 3: Охватывает всю балку по длине. Назначьте ей «Тип 3». В свойствах типа хомутов задайте разные шаги: для опорных участков и для пролета.
10. Формирование чертежа с изополями.
11. Создайте новый чертежный вид — «Разрез балки».
12. На этом виде отобразите изополя для созданного армирования. Вы должны увидеть на разрезе:
  - а. Нижний пояс из стержней Ø20.
  - б. Верхний пояс из стержней Ø16 в опорных зонах.
  - с. Поперечные хомуты с разным шагом.
13. Автоматическое создание спецификации.
14. Перейдите в режим «Спецификации».
15. Создайте новую спецификацию с источником данных «Армирование».
16. Сформируйте спецификацию, которая автоматически рассчитает общую длину стержней для нижнего и верхнего поясов, а также общую длину и количество хомутов.

#### **Форма представления результата:**

1. Результатом выполнения лабораторной работы является отчет в электронном виде, который должен содержать:
2. Титульный лист (с указанием названия вуза, кафедры, темы работы, ФИО студента и преподавателя).
3. Цель и задание работы.
4. Раздел 1. Модель балки с армированием.
  - а. Скриншот 1: Фрагмент разреза 3D-модели балки с отображенным пространственным арматурным каркасом.
5. Раздел 2. Чертеж с изополями армирования.
  - а. Скриншот 2: Фрагмент чертежа разреза балки, на котором с помощью изополей показаны схемы расположения нижнего пояса, верхнего пояса и поперечных хомутов.
6. Раздел 3. Автоматическая спецификация.
  - а. Скриншот 3: Сформированная спецификация металлопроката для армирования балки.
7. Раздел 4. Выводы.
  - а. Краткое заключение о том, как инструменты *Renga* позволяют моделировать сложные пространственные каркасы балок и как это обеспечивает точность и полноту выходной документации, включая чертежи и спецификации, полностью соответствующие модели.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично» выставляется:** студенту, который четко определил задачу, разработал полный и корректный алгоритм решения с использованием соответствующих инструментов *Renga*,

представил оба описания (текстовое и схематичное) на высоком уровне, демонстрируя глубокое понимание работы с данными в BIM.

**Оценка «хорошо» выставляется:** студенту, который успешно определил задачу и разработал в целом верный алгоритм, но в описаниях (текстовом или схематичном) имеются незначительные неточности, упущения или неполное отражение всех нюансов использования Renga.

**Оценка «удовлетворительно» выставляется:** студенту, который определил задачу, но алгоритм решения неполный, содержит ошибки или не полностью соответствует функционалу Renga, а описания (текстовое/схематичное) требуют существенной доработки.

**Оценка «неудовлетворительно» выставляется:** студенту, который не смог определить задачу, не разработал корректный алгоритм, не смог представить описания или задание выполнено с грубыми ошибками.