

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова

## **Выпускная квалификационная работа**

Методические указания для студентов, обучающихся по специальности  
08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений специализации  
«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»



Белгород  
2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова  
Кафедра строительства и городского хозяйства

Утверждено  
научно-методическим советом  
университета

## **Выпускная квалификационная работа**

Методические указания для студентов, обучающихся по специальности  
08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений специализации  
«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Белгород  
2017

УДК 69.032(07)

ББК 38.7я7

В 92

Составители: д-р техн. наук, проф. Л.А. Сулейманова  
канд. техн. наук, доц. Н.В. Солодов  
канд. техн. наук, доц. А.А. Крючков  
канд. техн. наук, доц. А.И. Никулин  
доц. Г.В. Коренькова  
ст. преподав. Н.В. Фролов

Рецензент канд. техн. наук, директор ООО «ЭкспертПроектСтрой»  
П. В. Сапожников

**Выпускная** квалификационная работа: методические указания для  
В 92 студентов, обучающихся по специальности 08.05.01 – Строительство  
уникальных зданий и сооружений специализации «Строительство  
высотных и большепролетных зданий и сооружений» / сост.:  
Л.А. Сулейманова, Н.В. Солодов, А.А. Крючков и др. – Белгород:  
Изд-во БГТУ, 2017. – 29 с.

Методические указания подготовлены в соответствии с требованиями  
Федерального государственного образовательного стандарта высшего  
образования по специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и  
сооружений специализации «Строительство высотных и большепролетных  
зданий и сооружений», содержат рекомендации к выполнению и требования к  
оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части  
выпускной квалификационной работы, а также раскрывают порядок и правила  
ее рецензирования, защиты и оценки.

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 69.032(07)

ББК 38.7я7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2017

**Оглавление**

Введение.....	4
1. Общие положения.....	5
2. Рекомендации по составу и выполнению разделов ВКР...	7
2.1. Архитектурно-строительный раздел.....	7
2.2. Раздел «Компьютерное моделирование проектируемого здания (сооружения)».....	11
2.3. Расчетно-конструктивный раздел.....	14
2.3.1. Общие положения по разделу.....	14
2.3.2. Рекомендации к проектированию стальных конструкций.....	15
2.4. Раздел «Основания и фундаменты».....	16
2.5. Раздел «Технология и организация строительства»..	20
2.6. Научно-исследовательский раздел.....	23
2.7. Заключение.....	24
2.8. Библиографический список.....	25
3. График выполнения и процедура защиты ВКР.....	25

## Введение

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ВКР) является заключительным этапом подготовки студентов, что предусмотрено образовательным стандартом специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и учебным планом образовательной программы.

Тематику ВКР определяет название специализации, по которой обучаются студенты: Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Работа над ВКР призвана обеспечить студенту завершить формирование и закрепление общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций: умения применять теоретические знания при решении конкретных проектных задач; умения использовать учебную, нормативную литературу; навыки разработки объемно-планировочных, конструктивных и организационно-технологических решений в соответствующих разделах ВКР; умение выполнять технико-экономические обоснования (сравнения вариантов) принимаемых проектных решений и научно-исследовательские проработки отдельных конструктивных элементов или систем, а также технологических решений, навыки конструирования и оформления проектной документации.

Настоящие методические указания содержат рекомендации для студентов, которые призваны оказать ему помощь в планировании и организации своей работы над ВКР и подготовкой к ее защите.

Методические указания состоят из трех разделов.

Раздел «Общие положения» включает в себя рекомендации по выбору темы ВКР, назначению руководителя, сведения о составе и объеме ВКР и отдельных ее частей и разделов, а также об организации консультирования разделов ВКР.

Раздел «Рекомендации по составу и выполнению разделов ВКР» содержит информацию по определению содержания пояснительной записки, с учетом структуры каждого ее раздела, и графической части (чертежей) каждого раздела на основании индивидуального задания, определяемого руководителем ВКР.

Раздел «График выполнения и процедура защиты ВКР» содержит информацию: о порядке и графике выполнения ВКР; об организации процедур предварительной и официальной защиты ВКР; о работе государственной экзаменационной комиссии по защите ВКР.

## 1. Общие положения

Тематика ВКР по специальности 08.05.01 – Строительство специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» включает в себя темы по разработке учебных проектов для нового строительства в виде высотных зданий (жилые дома, многофункциональные здания) и большепролетных зданий и сооружений (спортивных, зрелищных, торговых, производственных). Каждый студент получает индивидуальное задание на проектирование.

Для назначения темы и руководителя ВКР каждый студент не позднее окончания зимней сессии шестого курса подает заявление на имя ректора университета (смотри форму заявления на сайте кафедры <http://pgs.bstu.ru/diplom/SUZ>), в котором предварительно указывается тема ВКР и предполагаемый руководитель. Заявление должно быть рассмотрено руководителем, ответственным по кафедре СиГХ за дипломное проектирование и заведующим кафедрой. К заявлению студент прикладывает исходные материалы (планы, фасады, разрезы) по предполагаемому к проектированию объекту. Руководитель, ответственный за дипломное проектирование и заведующий кафедрой вносят изменения и дополнения в исходные материалы, которые в дальнейшем составляют основу индивидуального задания на проектирование.

Индивидуальное задание на проектирование заполняется преподавателем-руководителем проекта и подшивается в пояснительную записку при ее оформлении.

До начала дипломного проектирования составляется график, в котором указываются сроки (начало и окончание) выполнения каждого раздела ВКР (см. Раздел 3 настоящих методических указаний). График размещается на сайте кафедры <http://pgs.bstu.ru/diplom> и информационном стенде кафедры СиГХ.

ВКР состоит из двух частей: пояснительная записка и графическая часть (чертежи).

Общая структура ВКР:

- архитектурно-строительный раздел (3...5 листов чертежей формата А1 и 20...25 страниц пояснительной записки);
- раздел «Компьютерное моделирование проектируемого здания (сооружения)» (1...2 листа чертежей формата А1 и 15...25 страниц пояснительной записки);
- расчетно-конструктивный раздел (3...5 листов чертежей формата А1 и 20...25 страниц пояснительной записки);
- раздел «Основания и фундаменты (1...2 листа чертежей формата А1 и 10...15 страниц пояснительной записки);

- раздел «Технология и организация строительства» (3...4 листа чертежей формата А1 и 30...35 страниц пояснительной записки);
- научно-исследовательский раздел (1...2 листа чертежей формата А1 и 15...20 страниц пояснительной записки).

Общее сопровождение, нормоконтроль и контроль выполнения ВКР осуществляет руководитель ВКР. Руководитель также консультирует у дипломника от одного до трёх разделов, что связано с назначением консультантов на период дипломного проектирования. Например: расчетно-конструктивный, компьютерное моделирование проектируемого здания и научно-исследовательский разделы; или – раздел технология и организация строительства и научно-исследовательский раздел.

Консультации по архитектурно-строительному разделу проводят консультанты-преподаватели кафедры архитектурных конструкций, остальных разделов – консультанты-преподаватели кафедры строительства и городского хозяйства.

При подготовке к защите ВКР каждый дипломник должен на законченную ВКР получить отзыв руководителя и рецензию сторонней организации (проектной или строительной). Пройти на выпускающей кафедре СиГХ предварительную защиту.

Допуск ВКР к защите производит заведующий кафедрой при условии полноты разработки всех разделов ВКР в соответствии с заданием на проектирование и наличии подписей руководителя проекта и консультантов разделов в пояснительной записке и на листах чертежей. Для допуска к защите обязательным условием является также прохождение проверки содержания ВКР на оригинальность (отсутствие некорректных заимствований) с оформлением соответствующего протокола.

Защита ВКР проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии в форме публичного мероприятия. Процедура защиты включает в себя: демонстрацию графической части ВКР (листов с чертежами); доклад (выступление) дипломника до 10 минут; ответы дипломника на вопросы членов ГЭК и имеющиеся замечания рецензента.

По итогам защиты государственная экзаменационная комиссия вносит оценку ВКР и принимает с учетом результатов сдачи дипломником государственного междисциплинарного экзамена, решение о присуждении дипломнику квалификации «инженер-строитель» и выдаче документа (диплома) о высшем образовании.

## 2. Рекомендации по составу и выполнению разделов ВКР

### 2.1. Архитектурно-строительный раздел

#### Методика выполнения архитектурно-строительной части ВКР

Архитектурно-строительный раздел содержит краткое изложение технологического и функционального процессов, осуществляемых в проектируемом здании при его эксплуатации. Специфические особенности здания, влияющие на принципы объемно-планировочных решений, выбор несущих и ограждающих конструкций, выбор материалов для конструкций и отделки помещений. Приводится теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций здания.

Архитектурно-строительный раздел дипломного проекта включает:

- графическую часть – 3...5 листов формата А-1 с проработкой, приближенной к стадии АР;

- пояснительную записку – минимальный объем должен быть достаточным для содержательного отражения пояснений ко всем подразделам.

При разработке выпускной квалификационной работы необходимо придерживаться следующих правил.

*Объемно-планировочное решение.* В этой части проекта должны быть приняты современные и оптимальные для проектируемого типа здания решения, дающие экономический и социальный эффект. При проектировании объемно-планировочного решения следует, в первую очередь, руководствоваться функциональными требованиями к проектируемому типу зданий.

Основные типы проектируемых объектов – высотные и большепролетные здания.

Требования к объемно-планировочным решениям функционально-планировочных компонентов здания, не противоречащие противопожарным, санитарно-эпидемиологическим, природоохранным и другим нормативным требованиям, к высотным зданиям следует принимать в соответствии с СП, кроме того, правила проектирования жилых помещений также изложены в СП.

Объемно-планировочное решение в значительной степени определяется конструктивными решениями элементов и применяемыми строительными материалами.

*Конструктивное решение.* Выбор конструктивной схемы здания зависит от принятого объемно-планировочного решения, климатических условий, наличия современных строительных

материалов и новых технологий. Под конструктивной системой понимается общая конструктивно-статическая характеристика строения, представляющая собой сочетание взаимосвязанных несущих конструкций, обеспечивающих требуемую прочность, жесткость и устойчивость здания. В дипломном проекте необходимо выполнить детальную проработку несущих конструкций и тех элементов архитектурной концепции, которые влияют на их несущую способность.

### **Графическая часть**

Чертежи выполняют в компьютерной графике с учетом требований ЕСКД и СПДС. Фасад, генеральный план должны быть представлены в цвете с показом падающих теней.

На чертежах в правом нижнем углу располагают основную надпись.

Графическая часть архитектурно-строительного раздела ВКР включает в себя:

- генеральный план в масштабе 1:500 или 1:1000;
- планы этажей в масштабе 1:100 или 1:200;
- разрез (количество разрезов определяется в ходе проектирования) в масштабе 1:100 или 1:200;
- главный фасад (возможно представить несколько фасадов, перспективу) в масштабе 1:100 или 1:200;
- план кровли в масштабе 1:200 или 1:400;
- 3...4 конструктивных узла в масштабе 1:10 или 1:20.

Материалы на листах komponуют в зависимости от характера проектируемого здания. Отступов от границ рамки до изображений должны быть одинаковыми. Оптимальным считается отступ чертежа от рамки 30...40 мм, расстояние между чертежами внутри листа 35...45 мм.

Оформление чертежей выполняют строго в соответствии с государственными стандартами.

### **Пояснительная записка**

Пояснительную записку выполняют на листах писчей бумаги формата А4, на которые нанесены рамки рабочего поля. Рамки отстоят от внешней стороны листа слева на 20 мм, а от других сторон на 5 мм. Каждый лист текстового документа должен иметь основную надпись соответствующей формы и с соблюдением требований ГОСТ СПДС.

В пояснительной записке в краткой форме приводят основные данные, характеризующие архитектурно-конструктивные решения

проектируемого объекта, принятые в проекте. Все данные должны быть взаимосвязаны.

Состав пояснительной записки:

- 1.1. Характеристика района строительства
- 1.2. Генеральный план и благоустройство территории
- 1.3. Характеристика функционального процесса
- 1.4. Архитектурно-строительная часть
  - 1.4.1. Объемно-планировочное решение
  - 1.4.2. Конструктивное решение
  - 1.4.3. Наружная и внутренняя отделка
  - 1.4.4. Инженерное оборудование
  - 1.4.5. Вертикальный транспорт (для высотных зданий)
  - 1.4.6. Физико-техническое обоснование принятых решений (теплотехнический расчет наружной стены и покрытия)
  - 1.4.7. Технико-экономические показатели проекта.

Краткое содержание пояснительной записки:

*Характеристика района строительства*

Рекомендуемый перечень параметров:

- место строительства (город, поселок, район и др.)
- климатический район и подрайон
- зона влажности
- данные о температуре воздуха
- влажность и осадки
- количество осадков, мм:
  - за холодный период
  - за теплый период
- перемещение воздуха
  - преобладающее направление ветра
  - за холодный период
  - за теплый период
- глубина промерзания грунта.

*Функциональная схема проектируемого здания*

Функциональная схема является основой проектного решения здания. Схема составляется на базе изучения функциональных процессов, проходящих в тех или иных помещениях. Помещения, в которых происходят сходные процессы, объединяются в функциональные зоны.

Приводится ее описание и графическое изображение функциональной схемы проектируемого объекта или отдельных ячеек.

#### *Генеральный план и благоустройство территории*

Описание территории застройки и благоустройства, прилегающей к проектируемому зданию: размеры и ориентация участка, наличие других строений, обеспечение подъездами и проходами. Указывается соответствие разработанного благоустройства предъявляемым требованиям, решение вертикальной планировки.

#### *Объемно-планировочное решение*

Сведения об объемно-планировочной структуре, определяющей архитектурные качества проектируемого здания, и составляется по приведенной далее схеме.

Планировочная схема. Количество этажей. Форма плана (простая, сложная, наличие балконов, лоджий и прочих элементов, обогащающих архитектурно-композиционное решение здания). Общие размеры здания в плане, размеры по высоте, высота этажа; размеры отдельных пролетов, шагов. Наличие помещений ниже отм. 0,000 (здание бесподвальное или в здании запроектирован подвал или техподполье высотой...).

Описание объемно-планировочного решения лестнично-лифтового узла. Указывается наличие тамбура при входе в здание, наличие мусоропровода и его размещение, а также планировочное решение мусоросборной камеры (для соответствующих типов зданий). Решение вопросов эвакуации и противопожарной безопасности. Мероприятия для маломобильных групп населения.

Профиль крыши, система водоотвода. Выход на кровлю.

#### *Конструктивное решение*

Описание конструктивной схемы, обеспечение пространственной жесткости и устойчивости здания. Характеристика конструктивных элементов (вид, тип, способ возведения, типоразмер, марка, и другие дополнительные данные отдельных конструкций). В перечень конструкций необходимо включить: фундамент, каркас, стены наружные и внутренние, большепролетная конструкция покрытия, шахту лифта, перемычки, перекрытия, крышу, кровлю, перегородки, лестницу, окна, двери, полы, отмостку.

Перечень описываемых конструкций соответствует конструктивному решению проектируемого объекта.

### *Наружная и внутренняя отделка*

Описание наружной и внутренней отделки помещений.

#### *Инженерное оборудование*

Указываются системы отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, водоснабжения, канализации, газоснабжения, электрооборудования, слаботочные сети и устройства телефонизации, сигнализации.

#### *Физико-техническое обеспечение*

Расчеты наружной стены и покрытия выполняются и оформляются в соответствии с действующими нормами.

#### *Технико-экономические показатели*

Состав технико-экономических показателей зависит от типа проектируемого здания. Подсчет показателей выполняется в соответствии с требованиями соответствующих СП.

Все страницы текста, таблицы и иллюстрации нумеруют.

Оформление текстового документа выполняют строго в соответствии с требованиями государственного стандарта.

## **2.2. Раздел «Компьютерное моделирование проектируемого здания (сооружения)»**

Задание на проектирование этой части дипломного проекта выдается консультантом кафедры по согласованию с руководителем дипломного проекта.

Разработка конструктивной части проекта касается несущего каркаса проектируемого объекта.

Варианты конструктивных форм каркаса следует принимать в зависимости от назначения объекта еще до разработки конструктивной части проекта; они в основном должны быть определены в архитектурной части. В промышленном и гражданском строительстве конструктивные решения зависят от требований СП, а также от экономической целесообразности.

Конкретные рекомендации по выбору конструктивных форм несущего каркаса применительно к теме дипломного проекта дипломник изучает в литературных источниках и принимает решения на основе своих знаний и умений, полученных при обучении в университете.

Расчет несущих конструкций рекомендуется выполнить с использованием программных средств на ПЭВМ. Несущие

конструкции необходимо разрабатывать на основании современных достижений в строительстве с учетом возможностей местной базы строительной индустрии или ориентируясь на доставку конструкций отправочными марками на место строительства.

Если сравнение вариантов производилось по конструктивным решениям здания и сооружения, детальная разработка несущих и ограждающих конструкций выполняется по основному варианту, выбранному в результате всестороннего анализа технико-экономических показателей.

Если альтернативные варианты рассматривались по совершенствованию технологии и организации строительства, в расчетно-конструктивной части следует ориентироваться на наиболее прогрессивные виды конструкций.

Особое внимание в этой части проекта следует уделить выбору расчетной схемы здания или сооружения, которая должна отражать их конструктивные особенности и быть приемлемой по сложности для практических расчетов.

Выбор расчетной схемы, обоснование соотношений жесткостей элементов и сбор нагрузок согласовываются с консультантом.

После установления четкой расчетной схемы и сбора нагрузок необходимо определить внутренние усилия в элементах конструкций, получить расчетные сочетания усилий и построить эпюры усилий.

При оформлении расчетов рекомендуется пользоваться стандартными программами для ЭВМ и методическими указаниями кафедры строительных конструкций. Конструктивные расчеты должны выполняться на стадии эксплуатации, изготовления, транспортирования и монтажа.

Пояснительная записка к расчетной части проекта должна иметь:

- описательную часть с рассмотрением эскизов вариантов возможного конструктивного решения, анализом их и обоснованием выбираемого решения;

- подробную характеристику выбранного варианта с указанием особенностей конструкций, членения на монтажные и отправочные элементы, узловых соединений, способов транспортировки и т.д.;

- данные о действующих постоянных и временных нагрузках;

- расчет конструкций с обязательным приведением расчетных схем и эскизов конструкций и ссылками на нормативную и справочную литературу, откуда были использованы формулы для расчета;

- описание принципов конструирования с эскизами отдельных узлов, стыков, сборных элементов и деталей конструкций.

При расчете большого числа однотипных элементов и узлов для сокращения объема текста расчет следует производить в табличной форме.

Если вычисления проводятся на ПЭВМ, распечатку результатов необходимо включить в пояснительную записку с указанием программы, по какой произведен расчет.

При большом объеме листов распечатку ЭВМ следует вынести в приложение, которое не учитывается в общем объеме пояснительной записки.

Если программу разработал сам дипломник, необходимо привести блок-схему вычислений и распечатку программы.

Результаты расчетов следует иллюстрировать схемами конструкций, эпюрами и таблицами расчетных усилий и их комбинаций (PCY).

Это даст возможность, как самому дипломнику, так и консультанту легко проверить выполненные расчеты. Расчёты включают в себя:

- сбор нагрузок;
- статический расчет;
- определение усилий при невыгодном сочетании нагрузок (PCY).

Все расчеты необходимо выполнять в форме, доступной для последующих проверок, сопровождая схемами, эпюрами внутренних усилий, таблицами, рисунками и эскизами. Всем схемам, таблицам и рисункам необходимо присвоить название и пронумеровать. Буквенные формулы при первом их написании в тексте должны иметь ссылки на источники.

На листах должны быть изображены:

- расчетная модель здания или сооружения;
- изополя изгибающих моментов в горизонтальных несущих конструкциях;
- эпюры сжимающих и изгибающих моментов в вертикальных несущих конструкциях;
- изополя перемещений.

### **2.3. Расчетно-конструктивный раздел**

#### **2.3.1. Общие положения по разделу**

Основой для разработки данного раздела служат материалы ранее выполненных разделов: архитектурно-строительного и компьютерного моделирования проектируемого здания (сооружения), а также здание на проектирование ВКР.

Пояснительная записка по разделу должна содержать расчетные обоснования для конструирования не менее трех элементов или конструкций, относящихся к числу основных для данного здания или сооружения (не считая конструкции фундамента). Перечень конструкций дипломник согласовывает с руководителем и консультантом раздела.

Таковыми конструкциями могут быть: колонны и ригели каркасов; фермы, рамы и арки покрытия; балки и плиты перекрытий; оболочка; структуры и вантовые системы покрытий; элементы купольных покрытий, складок различной геометрии и др.

В качестве конструкционного материала для проектируемых элементов может применяться железобетон, металл (сталь), цельная или клееная древесина.

Каждому из проектируемых элементов или конструкции в структуре раздела пояснительной записки отводится отдельный пункт (параграф), который, в свою очередь, может быть разделен на подпункты.

Для каждой конструкции или элемента в пояснительной записке назначается материал и указываются его характеристики, необходимые для расчетов. Обосновывается конструктивное решение типа и форма сечения, наличие предварительного напряжения. Указывается группа конструкции, нормативные требования по критериям предельных состояний. Приводят данные из раздела № 2 о расчетных сочетаниях погрузок и рассчитанных комбинациях усилий и их величине для наиболее нагруженных и характерных сечений.

Если в разделе № 2, наряду со статическим расчетом, предварительно назначены сечения, рассчитаны величины получаемых перемещений (линейных, угловых), то приводят и эти данные.

В случае, когда для проектируемого элемента в разделе № 2 статический расчет или проверка сечения не были выполнены, то такие расчеты выполняют в разделе № 3. Для этого, для данного элемента или конструкции:

- составляют расчетную схему;
- выполняют сбор нагрузок;
- производят статический расчет и расчет перемещений (при необходимости).

В пояснительной записке приводят только основные этапы выполненных расчетов: конечные расчетные формулы; подстановку исходных данных; результат вычисления.

Необходимо стремиться к тому, чтобы рекомендованный объем пояснительной записки был превышен.

При разработке графической части по разделу № 3 допускается совместное расположение на одном листе изображений, относящихся к конструкциям из разных материалов (КЖ; КМ) или к разным стадиям проектирования (КМ; КМД). Допускается при этом лист формата А1 разделять на два формата А2 со своими основными надписями (угловыми штампами).

Наряду с графическими изображениями на листах чертежей необходимо приводить соответствующие ведомости, спецификации, таблицы, примечания. В отдельных случаях приводят геометрические схемы, расчетные схемы, схемы разделения конструкции на отправные марки.

Оформление чертежей предпочтительно выполнять в одном из графических редакторов, однако допустимо исполнение чертежей вручную.

### **2.3.2. Рекомендации к проектированию стальных конструкций**

При проектировании в ВКР одной или нескольких стальных конструкций следует руководствоваться следующим.

Если подбор сечений проектируемых конструкций выполнен в ходе компьютерного моделирования (раздел № 2), то в настоящем разделе приводят только информацию об окончательных геометрических параметрах сечений. Эту информацию приводят в форме компьютерных распечаток страниц из программы расчета, либо набирают в текстовом редакторе.

При «ручном» подборе сечений результаты соответствующих расчетов приводят в пояснительной записке в соответствии с рекомендациями п. 2.3.1.

В пояснительной записке в обязательном порядке рассчитывают детали узлов сопряжения, относящихся к проектируемым конструкциям (накладки, фланцы, сварные швы, болты). К числу таких узлов относятся: базы колонн, подкрановые траверсы колонн: опорные промежуточные и монтажные узлы ферм; узлы сопряжения ферм и балок к колоннам; консоли колонн; ключевые шарниры и опорные части арок; узлы сопряжения стоек и ригелей рам и т.п.

Наряду с расчетами в пояснительной записке приводят рисунки с конструктивным решением рассчитываемого узла.

При разработке чертежей проектируемых металлоконструкций графической части ВКР размещают следующие изображения:

– для стадии КМ: общие чертежи планов и разрезов здания или сооружения; схемы расположения групп конструкций, схемы расположения элементов связей; упрощенные изображения наиболее

важных элементов с сечением и сопряжения элементов, определяющие расчетную схему здания или сооружения; ведомости элементов;

– для стадии КМД: детализированные чертежи отправочных марок (основные изображения, дополнительные проекции, характерные поперечные сечения, местные виды, разрезы, изображения деталей сложной геометрии и т.п.); спецификации стали, ведомости отправочных марок, примечания в части заводского изготовления; геометрические схемы; расчетные схемы и таблицы усилий; таблицы сварных швов и др.

## **2.4. Раздел «Основания и фундаменты»**

В дипломном проекте раздел «Основания и фундаменты» является отдельным и обязательным для выполнения разделом, находящимся в тесной взаимосвязи с другими разделами ВКР.

В разделе необходимо для заданных грунтовых условий площадки строительства рассчитать и сконструировать фундаменты под наиболее нагруженную вертикальную конструкцию либо под все здание (сооружение) в целом.

Раздел состоит из пояснительной записки и чертежей, оформление которых осуществляется в соответствии со всеми требованиями настоящих указаний.

В пояснительной записке приводят все необходимые принятые решения и обоснования. Текстовые пояснения должны быть минимальными. Записка должна включать в себя следующие основные пункты:

- анализ исходных данных по надфундаментной конструкции;
- анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства;
- определение глубины заложения фундаментов;
- определение размеров фундаментов в плане;
- расчет оснований и фундаментов по первой группе предельных состояний;
- расчет оснований и фундаментов по второй группе предельных состояний;
- конструирование фундаментов.

При *анализе исходных данных по надфундаментной конструкции* дипломник должен указать целевое назначение здания или сооружения, его этажность, форму в плане, наличие и глубину подвала, конструктивные особенности, чувствительность к неравномерным осадкам. Также необходимо описать район

строительства: указать город, глубину промерзания грунта, сейсмичность.

Отметим, что проектирование фундаментов в сейсмических районах это достаточно трудоемкий и сложный процесс, требующий углубленных знаний, поэтому на стадии утверждения темы ВКР эти районы следует исключить из рассмотрения. Выше сказанное относится и к районам со структурно-неустойчивыми грунтами.

При анализе исходных данных должен быть решен вопрос о величинах предельных деформаций основания фундаментов (максимальная и средняя осадки, крен и относительная разность осадок).

Усилия в уровне обреза фундаментов принимаются равными значениям усилий в нижних сечениях вертикальных конструкций, полученных в ходе выполнения предыдущих разделов.

При анализе инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства вначале оценивают привязку проектируемого объекта к существующему рельефу согласно генерального плана. Привязка должна быть осуществлена таким образом, чтобы геологические скважины, обозначенные на плане, находились внутри контура здания или сооружения. При необходимости осуществляют корректировку.

Оценка инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства заключается в уточнении наименований каждого инженерно-геологического элемента (ИГЭ), представленного в бланке грунтовых условий площадки строительства, а также в определении производных и классификационных характеристик грунтов и начального расчетного сопротивления.

В пояснительной записке необходимо осветить следующие вопросы: характеристика рельефа, описание грунтов (сверху вниз), возраст, полное наименование, генезис грунтов, их мощность, условия залегания. Также необходимо отметить согласное и несогласное залегание, уклоны кровли слоев, наличие водоносных горизонтов и привести их описание.

Пункт «Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства» заканчивается выводом, о том какие слои могут служить в качестве основания.

*Глубина заложения фундаментов* исчисляется от планировочной поверхности до подошвы фундаментов (низ плиты, ростверка). Глубину заложения определяют исходя из шести условий в следующей последовательности:

- по назначению и конструктивным особенностям проектируемого объекта;
- по глубине заложения фундаментов существующих зданий;
- по нагрузкам и воздействиям на основания и фундаменты и инженерно-геологическим условиям местности, на которой находится площадка строительства;
- по существующему и проектируемому рельефу застраиваемой территории;
- по глубине сезонного промерзания грунтов;
- по гидрогеологическим условиям в период строительства и эксплуатации объекта.

*Размеры фундамента в плане* определяют исходя из конструктивных особенностей проектируемого объекта, действующих нагрузок и с учетом собственного веса массива фундаментов и веса грунта на его уступах. Размеры определяют с использованием различных методов расчета (например, метод последовательных приближений) или назначаются конструктивно. Размеры подошвы в плане обычно кратны 300 мм или 100 мм.

*Расчет оснований и фундаментов по первой группе предельных состояний* включают такие проверки:

- среднее давление под подошвой фундамента не должно превышать расчетного сопротивления грунта;
- проверка несущей способности свай;
- при действии моментов не должно происходить отрыва фундаментов;
- проверка давления на подстилающий слой.

*Расчет оснований и фундаментов по второй группе предельных состояний* заключается в определении осадки фундаментов и сравнении ее значения с максимально допустимой.

Выполнение расчетов по группам предельных состояний необходимо осуществлять ручными методами и с использованием современных расчетных программных комплексов.

*Конструирование фундаментов.* Фундаменты зданий и сооружений, как правило, выполняют из железобетона, поэтому конструируют их на основании требований СП по железобетонным конструкциям.

Для сборных элементов фундаментов применяют отдельные унифицированные элементы, конструирование которых не выполняется, но необходимо указывать их марку и номер ГОСТа или типовой серии.

Для монолитных фундаментов выполняют расчет армирования. Детальную проработку фундаментной конструкции выполняют на чертежном листе. Под такими фундаментами обязательно предусматривают бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона класса *B7,5*.

Помимо описанных выше пунктов в записке можно привести еще указания по устройству фундаментов и их защите от поверхностных и грунтовых вод.

Объем записки не должен превышать 20 стр. машинописного текста, включая рисунки и таблицы.

Графическая часть ВКР, в части проектирования оснований и фундаментов, в себя включает:

- схему строительной площадки с проектируемым объектом (масштаб 1:1000 или 1:2000);
- схематический поперечный разрез (инженерно-геологический разрез) по зданию совместно с основанием в пределах сжимаемой толщи (масштабы 1:100; 1:500; 1:1000);
- схему расположения элементов фундаментов (масштабы 1:100; 1:200; при необходимости 1:400);
- виды и сечения фундаментов с проработкой на уровне рабочих чертежей (масштабы 1:10; 1:20);
- спецификации элементов фундаментов;
- общие указания и примечания к выполнению фундаментов;
- принятые условные обозначения (при необходимости).

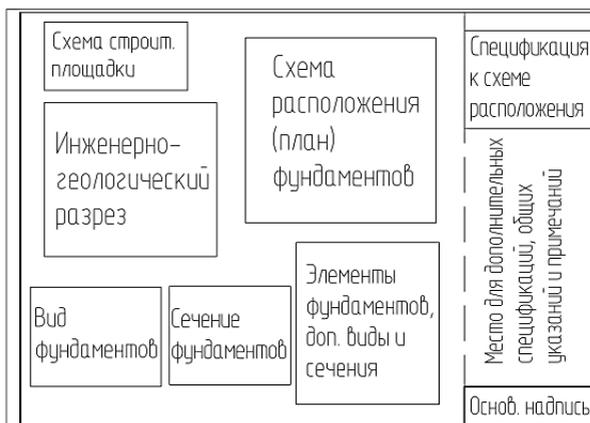


Рис.1. Примерная компоновка чертежей оснований и фундаментов

Чертежи оснований и фундаментов рекомендуется выполнять при помощи графических программных комплексов на одном листе формата А1. Как исключение, допускается использовать еще один лист меньшего формата. Примерная компоновка чертежей на листе представлена на (рис. 1).

Элементы сборных и монолитных фундаментов, а также все необходимые материалы на подготовку и гидроизоляцию должны быть сведены в соответствующие *спецификации и ведомости*.

В состав *общих указаний и примечаний* включают: сведения о нагрузках и воздействиях, принятых для расчета конструкций фундаментов; сведения о грунтах (основаниях), уровне и характере грунтовых вод, глубине промерзания; указания о мероприятиях по устройству подготовки под фундаменты и об особых условиях производства работ; сведения о мероприятиях по антикоррозийной защите конструкций; указания о мероприятиях при производстве работ в зимнее время.

При необходимости, для пояснения условных графических и буквенных обозначений на чертежах оснований и фундаментов приводят их выноски в табличной или текстовой форме с расшифровками и описаниями.

## **2.5. Раздел «Технология и организация строительства»**

Раздел включает в себя технологию и организацию строительного производства и выполняется на 3 листах чертежей формата А1 и на 30...35 страницах пояснительной записки.

При выполнении технологической части раздела дипломники должны произвести необходимые подсчеты объемов работ, выбор комплектов машин и механизмов по техническим показателям, произвести анализ вариантов и выбор наиболее прогрессивной технологии производства работ, базирующейся на комплексной механизации строительных процессов. Рекомендуется широкое применение индустриальных методов выполнения работ, максимальное совмещение строительных процессов по времени, укрупнение монтажных элементов с последующим монтажом укрупненными блоками и т.д.

В проектных решениях должны быть использованы методы производства работ, обеспечивающие высокое качество строительства, снижение объема ручных работ, сокращение технологических перерывов с обязательным обеспечением требований по охране труда и техники безопасности.

Основное внимание должно быть уделено составлению технологических карт на основные строительные процессы. Процессы, для которых не разрабатываются технологические карты, должны быть кратко освещены в пояснительной записке в их технологической последовательности.

Организация строительства включает в себя разработку календарного плана и строительного генерального плана на возведение надземной части здания. Календарный план выполняется на основании калькуляции затрат труда и машинного времени на весь объем работ по проекту и состоит из расчетной и графической части. В номенклатуру работ включается не менее 40...45 видов работ. Также в календарном плане необходимо отражать график движения рабочей силы.

При проектировании строительного генерального плана необходимо:

- установить границы строительной площадки;
- определить места установки стационарных строительных машин и механизмов (приставные или передвижные башенные краны, бетонно-растворные узлы и др.);
- предусмотреть места для складирования строительных материалов, изделий и конструкций;
- разместить на стройплощадке временные здания и сооружения, временные дороги, сети водоснабжения и электроснабжения и др.

В графической части раздела необходимо представить технологическую карту (1 лист формата А1) на один из основных процессов возведения здания. На чертеже должны получить отражение:

- схемы монтажа конструкций или производства работ;
- часовой график производства работ;
- схемы строповки конструкций и чертежи строповочных приспособлений;
- основные параметры запроектированного грузоподъемного оборудования.

Графическая часть календарного плана (1 лист формата А1) должна быть построена с учетом технологической последовательности выполнения. Календарный график состоит из расчетной и графической частей. В расчетной части графика указывается наименование работ, единица измерения по ГЭСН, объемы работ, затраты труда рабочих и времени работы машин (если процесс выполняется с применением машин), наименование, марки и количество строительных машин, количество рабочих смен в сутках, состав бригад, продолжительность

работ и др. Графическую часть календарного плана необходимо построить с учетом совмещения работ во времени. Также на данном листе приводится эпюра движения рабочих (как правило, после оптимизации) и основные технико-экономические показатели (продолжительность строительства, максимальное и среднее число рабочих в смену, коэффициент неравномерности движения рабочих и другие по рекомендациям консультанта).

В графической части строительного генерального плана необходимо обозначить границу строительной площадки с нанесением контура проектируемого здания, временные здания и сооружения, подкрановые пути или стационарные фундаменты монтажных кранов, площадки для складирования конструкций и материалов, границы рабочей и опасной зон монтажных кранов. Также на строительном генеральном плане указываются временные дороги, временные сети водоснабжения и электроснабжения. Дороги рекомендуется проектировать сквозными, чтобы транспортные средства двигались в одном направлении. Необходимо предусмотреть площадки для размещения не только открытых, но и закрытых складов, а также навесов. Площадь строительного генерального плана должна рассчитываться исходя из обеспечения минимальных расходов на внутриплощадочные перемещения конструкций, материалов, оборудования и строительных машин, а также с учетом удобства выполнения работ. Рекомендуется на данном чертеже показать разрез по стройгенплану с обязательным отражением работы кранов или других основных строительных машин. Также приводится дополнительная информация в виде таблиц, графиков, пояснений, условных обозначений и др.).

В пояснительной записке приводятся:

– условия осуществления строительства, в том числе удаленность от баз строительной индустрии, календарные сроки начала проведения работ и др.;

– номенклатура и объемы строительного-монтажных работ с подсчетом их величин;

– выбор комплектов машин, механизмов и оборудования для выполнения основных строительного-монтажных работ с обоснованием их потребности;

– пояснительная часть технологической карты на ведущий строительного-монтажный процесс, включающая область применения технологической карты, организацию и технологию строительного процесса, определение нормативных затрат труда в форме калькуляции трудовых затрат, материально-технические ресурсы в

форме ведомостей потребности в механизмах, оборудовании, инструменте, инвентаре и приспособлениях, операционный контроль качества строительно-монтажных работ, мероприятия по технике безопасности (для рассматриваемого строительно-монтажного процесса);

- описание методов производства строительно-монтажных работ, не вошедших в технологическую карту (например, земляные работы, устройство свайных фундаментов, бетонные работы, монтажные работы, каменные работы, кровельные работы, отделочные работы и т.д.);

- составление калькуляции трудовых затрат;

- обоснование методов возведения здания или сооружения;

- составление расчетной части календарного плана производства работ (с учетом взаимоувязки и объединения работ);

- оптимизация рабочих бригад по количественному и квалификационному составу;

- обоснование размещения на стройгенплане монтажных кранов;

- расчеты площадей приобъектных складов;

- расчеты временных зданий;

- расчет электроснабжения строительной площадки;

- расчет водоснабжения строительной площадки;

- расчет потребности в транспортных средствах (при необходимости);

- безопасность труда и охрана окружающей среды (для всех этапов возведения здания или сооружения).

## **2.6. Научно-исследовательский раздел**

Научно-исследовательская компонента соответствующих компетенций формируется у студентов как в процессе теоретического и практического обучения, так и на стадии государственной итоговой аттестации. Для этой цели в структуре выпускной квалификационной работы предусмотрен научно-исследовательский раздел.

Консультантом по данному разделу, как правило, является руководитель ВКР. В связи с этим содержание научно-исследовательского раздела соответствует профилю читаемых руководителем ВКР дисциплин и тематике его научно-исследовательской работы.

По специальности строительство уникальных зданий и сооружений в качестве содержания научно-исследовательского раздела может быть следующая тематика:

- исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) одной из применяемых в ВКР конструкций;
- исследование НДС узлов сопряжения конструкций или узла конструкции;
- исследование напряженно-деформированного состояния несущего остова здания (каркаса, ядра жесткости, ствольной конструкции и т.п.);
- сравнение вариантов конструктивных решений по результатам статических и конструктивных расчетов (каркаса здания, конструкций перекрытия и т.п.). Сравнение может быть выполнено для разных материалов (сталь, железобетон), для разных расчетных схем;
- исследование НДС фундамента и грунтов основания;
- сравнение вариантов конструктивных решений фундаментов;
- исследование решения, на которое студентам получен проект.

Приведенный перечень не является исчерпывающим.

По результатам выполнения НИР в выпускной работе приводятся основные результаты. В пояснительной записке отражаются результаты расчетов, численного моделирования, данные о подборе сечений, данные об усилиях в сечениях элементов и т.п.

В графической части ВКР на листе формата А1 приводятся деформированные схемы исследуемой модели, эпюры усилий, изополя напряжений, параметров армирования, перемещений и деформаций, осадок фундаментов, арматуры колебаний и т.п.

Научно-исследовательский раздел ВКР может быть основан на применении в ВКР материалов и результатов, полученных студентом в процессе обучения и опубликованных в открытой печати, если тематика студенческой НИР и ее результаты могут быть применены в ВКР.

## **2.7. Заключение**

Заключение является итоговой частью всей ВКР. На основе сделанных выводов в каждой главе необходимо кратко изложить основные теоретические и практические наработки, а также дополнить рекомендациями и предложениями.

## **2.8. Библиографический список**

Требования к данному разделу имеют четкую регламентацию в соответствующих нормативных актах. Библиографический список использованных источников и литературы должен быть оформлен в соответствие с правилами указанными в:

– Приказе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 апреля 2008 г. № 95-ст «Об утверждении национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу». Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»;

– ГОСТ Р 7.0.5-2008 Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

При оформлении библиографического списка по каждому изданию указывается фамилия и инициалы автора (авторов), точное название, место издания, наименование издательства, год издания, количество страниц. Для журнальной статьи указываются фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год выпуска, номер журнала, страницы, занимаемые в журнале статьей. Библиографический список должен включать только издания, использованные в работе, т.е. те, которые цитировались, на которые делались ссылки или которые послужили основой для формулирования точки зрения студента. Все цифры, цитаты и чертежи, заимствованные из литературных источников, следует снабдить обязательными ссылками на источник с полным описанием издания в списке использованной литературы.

### 3. График выполнения и процедура защиты ВКР

Примерный график выполнения выпускной квалификационной работы представлен на рис. 2. Ежегодно график дипломного проектирования корректируется и утверждается выпускающей кафедрой.

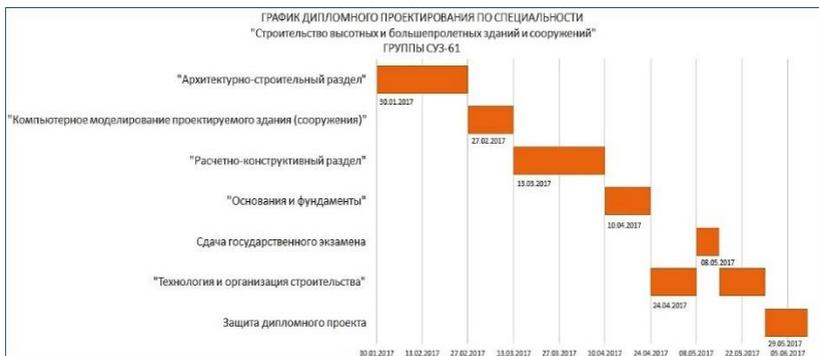


Рис. 2. Примерный график выполнения ВКР

*Процесс проведения проверки электронных версий ВКР  
на заимствование*

Студент (выпускник) должен подготовить электронную версию ВКР согласно требованиям, указанным в положении о реализации процесса «Проведении проверки электронных версий ВКР на заимствование». Не позднее, чем за 10 дней до даты защиты, студент предоставляет подготовленную ЭВ ВКР на кафедру СиГХ менеджеру для проверки на заимствование. А также пишет заявление на проверку письменной работы в системе «Антиплагиат. ВУЗ».

Менеджер кафедры проверяет ЭВ ВКР в системе «Антиплагиат. ВУЗ». Если процент заимствования не превышает разрешенного уровня, то менеджер кафедры заполняет форму «Результаты проверки ЭВ ВКР на заимствование» и заверяет своей подписью. В случае, когда результаты проверки не удовлетворяют установленным требованиям (процент заимствования выше установленного), студенту предоставляется возможность переделать пояснительную записку, после чего менеджер кафедры повторяет процедуру проверки ЭВ ВКР.

После успешной проверки ЭВ ВКР студент предоставляет форму «Результаты проверки ЭВ ВКР на заимствование» на подпись руководителю ВКР.

Полностью заполненная форма «Результаты проверки ЭВ ВКР на заимствование» вшивается в диплом перед листом содержания ВКР и является допуском к защите.

Наличие заполненной формы «Результаты проверки ЭВ ВКР на заимствование» проверяет секретарь ГЭК за сутки до момента защиты.

*Требования к подготовке ЭВ ВКР для проверки на заимствование*

Для проверки необходимо подготовить электронную версию ВКР, содержащую текст ВКР. Текст ВКР предоставляется одним файлом объемом не более 20 Мб. Предварительно из текста могут быть удалены сканированные рисунки, фотографии. Предоставление текста ВКР в виде набора файлов не допускается.

Файл должен быть предоставлен только в форматах doc, docx, pdf (с текстовым слоем). Не допускается предоставление pdf файла, который получен путем сканирования.

*Процедура защиты ВКР*

К защите выпускной квалификационной работы допускаются лица, успешно прошедшие все государственные экзамены.

Выпускники, не сдавшие государственный экзамен, к защите ВКР не допускаются.

Выпускные квалификационные работы подлежат рецензированию. Выпускник должен быть ознакомлен с рецензией до защиты выпускной квалификационной работы.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании государственной аттестационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава в соответствии с порядком проведения защиты, утвержденным ректором вуза. В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной аттестационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом руководителя выпускной квалификационной работы и рецензией.

Процедура защиты включает следующие этапы:

– доклад студента по теме ВКР (на доклад отводится до 10 минут);

– ответы выпускника на вопросы членов комиссии и присутствующих на защите по теме работы;

– оглашение отзыва руководителя ВКР;

– оглашение рецензии на выпускную работу и ответы докладчика на вопросы и замечания рецензента; при этом выпускник или соглашается с ними, или приводит обоснованные возражения;

– свободная дискуссия;

– заключительное слово студента.

Решение государственной аттестационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссий, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председательствующий обладает правом решающего голоса. Результаты защиты ВКР объявляются в тот же день после оформления протокола заседания комиссии.

Учебное издание

## **Выпускная квалификационная работа**

Методические указания для студентов, обучающихся по специальности  
08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений специализации  
«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Составители: **Сулейманова** Людмила Александровна  
**Солодов** Николай Владимирович  
**Крючков** Андрей Александрович  
**Никулин** Александр Иванович  
**Коренькова** Галина Викторовна  
**Фролов** Николай Викторович

Подписано в печать 22. 01. 17. Формат 60×84/16. Усл. печ. л.1,6. Уч.-изд. л.1,8.

Тираж 50 экз. Заказ № . Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете  
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

