

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет транспорта»

Факультет «Промышленное и гражданское строительство»

Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

СОГЛАСОВАНО


Заведующий кафедрой СКОиФ

 В.В. Талецкий

«17» 01 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета «Промышленное  
и гражданское строительство»

 А.Г.Ташкинов

«08» 06 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

для специальности

**1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»**

Составитель:

Этин Павел Юрьевич, старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

Рассмотрено и утверждено

на заседании кафедры «17» 01 2017 г.

протокол № 1

Рассмотрено и утверждено

на заседании совета

факультета ПГС «07» 06 2017 г.

протокол № 6

## 2 СПИСОК РЕЦЕНЗЕНТОВ

**М.В. Лапата** – главный специалист – конструктор технического отдела открытого акционерного общества по комплексному проектированию объектов жилищно-гражданского назначения «Институт «Гомельгражданпроект»

**Т.А. Коблев** – главный конструктор открытого акционерного общества «Институт «Гомельоблстройпроект»

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка.....	4
1 Теоретический раздел.....	6
1.1 Содержание учебного материала.....	7
1.2 Основная и дополнительная литература.....	12
1.3 Методические рекомендации к выполнению курсового проекта...	13
2 Практический раздел.....	14
2.1 Перечень тем практических занятий на курсовое проектирование	15
2.2 Задачи и примеры их решения.....	16
2.3 Перечень тем лабораторных занятий.....	25
2.4 Содержание курсового проекта.....	26
3 Раздел контроля знаний.....	27
3.1 Перечень вопросов к зачету.....	28
3.2 Перечень вопросов к экзамену.....	29
3.3 Перечень вопросов для сдачи курсового проекта.....	31
3.4 Критерии оценки уровня знаний студентов.....	32
4 Вспомогательный раздел.....	39
4.1 Учебная программа по дисциплине.....	

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Краткая характеристика.** Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине (далее УМКД) является совокупностью нормативно-методических документов и учебно-программных материалов, обеспечивающих реализацию дисциплины в образовательном процессе и способствующих эффективному освоению студентами учебного материала, включающий учебные задания для тренинга, средства контроля знаний и умений обучающихся.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Строительные конструкции» является совокупностью учебно-методических материалов, способствующих эффективному освоению знаний дисциплины на базе современных достижений науки и технологии строительных конструкций студентами факультета ПГС. Особое внимание уделяется развитию у студентов мыслить логически, четко и грамотно излагать материал, также использовать полученную терминологию.

### **Требования, которые учитывались при разработке УМКД**

Целью дисциплины является ознакомление с железобетонными, металлическими, каменными и деревянными конструкциями, используемыми в гражданских, промышленных и жилых зданиях, формирование знаний по основам расчета и проектирования строительных конструкций, приобретение умения правильно представлять работу конструкций под нагрузкой.

Задачи дисциплины:

1. Ознакомить студентов с принципами проектирования, методиками компоновки железобетонных, металлических, каменных и деревянных конструкций.

2. Сформировать навыки конструирования и расчета для решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизации проектирования.

3. Дать основные сведения о прочностных и деформационных свойствах бетона, арматурной стали, кирпича, металла и дерева, используемых для проектирования и расчета конструкций.

4. Научить студентов основам расчета прочности изгибаемых и центрально-сжатых железобетонных элементов.

5. Изучить расчеты каменных и армокаменных, металлических и деревянных конструкций по предельным состояниям.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

– основные физико-механические характеристики строительных материалов;

– основные положения расчета строительных конструкций;

– основы конструирования сборных железобетонных конструкций;

– конструктивные схемы одно- и многоэтажных зданий;

уметь:

- ставить и решать задачи, связанные с проектированием зданий и сооружений, выбором их оптимального конструктивного решения;
- на основании принятой конструктивной схемы осуществлять расчеты с подбором сечений, назначать армирование элементов;
- владеть:
  - методиками расчета железобетонных конструкций зданий и сооружений;
  - приемами армирования сборных и монолитных железобетонных конструкций;
  - приемами контроля трещиностойкости и несущей способности конструкций.

При создании УМК по дисциплине «Строительные конструкции» использовали следующие нормативные документы:

- Положение об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным постановлением Министерства образования РБ от 26.07.2011 № 167;
- Положение об учебно-методическом комплексе специальности (направлению специальности) и дисциплины на уровне высшего образования БелГУТ от 24.10.2013 № П-49-2013;
- Образовательным стандартом ОСВО 1-70 01 01-2013 по специальности «Производство строительных изделий и конструкций»;
- Учебную программу по дисциплине «Строительные конструкции» для специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций» от 01.07.16 № УД-24.67/уч.

# **1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

## 1.1 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел I. Железобетонные конструкции

#### **Тема 1. Общие сведения о железобетоне**

Сущность обычного и предварительно напряженного железобетона. Область применения железобетона. Преимущества и недостатки железобетона. Краткая история развития железобетона.

#### **Тема 2. Физико-механические свойства бетона, арматуры и железобетона**

Бетон. Классификация бетонов. Структура бетона. Прочность бетона. Классы и марки бетона. Деформации бетона под нагрузкой.

Арматура для железобетонных конструкций. Механические свойства и виды арматуры. Классификация арматуры. Соединения арматуры.

Железобетон. Свойства железобетона. Коррозия железобетона. Защитный слой бетона. Расстояние между стержнями.

#### **Тема 3. Методы расчета железобетонных конструкций**

Стадии напряженно-деформированного состояния нормальных сечений изгибаемых элементов.

Расчет по допускаемым напряжениям и разрушающим нагрузкам.

Расчет по предельным состояниям. Нагрузки и воздействия. Степень ответственности зданий и сооружений. Нормативные и расчетные сопротивления бетона и арматуры. Основные положения расчета.

#### **Тема 4. Расчет прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям**

Конструирование изгибаемых элементов. Расчет прочности изгибаемых элементов с одиночной арматурой. Расчет прочности изгибаемых элементов с двойной арматурой. Расчет сечений тавровой и двутавровой формы.

#### **Тема 5. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям**

Схемы разрушения по наклонным сечениям. Прочность наклонных сечений при действии поперечной силы и изгибающего момента. Прочность наклонных сечений при действии изгибающего момента.

#### **Тема 6. Центально-жатые и растянутые элементы**

Конструирование центрально-сжатых элементов. Расчет прочности сжатых элементов. Случайные эксцентриситеты. Расчет прочности центрально-растянутых элементов. Расчет прочности внецентренно-растянутых элементов.

#### **Тема 7. Внецентренно-сжатые элементы**

Конструктивные особенности. Учет влияния продольного изгиба. Прямоугольные сечения при несимметричном армировании. Проверка прочности сечения при симметричном армировании.

#### **Тема 8. Особенности расчета преднапряженных элементов**

Способы создания предварительного напряжения. Анкеровка напряженной арматуры. Назначение величины предварительного напряжения арматуры. Потери предварительного напряжения. Усилия пердварительного обжатия. Определение напряжений в нормальных сечениях.

#### **Тема 9. Расчет сечений элементов по предельным состояниям второй группы**

Расчет по образованию трещин. Центально растянутые элементы. Изгибаемые, внецентренно-сжатые и внецентренно-растянутые элементы.

Расчет по образованию наклонных трещин. Расчет ширины раскрытия нормальных и наклонных трещин. Расчет закрытия трещин. Жесткость и кривизна оси элементов, работающих без трещин. Кривизна оси и жесткость элементов с трещинами в растянутой зоне. Определение прогибов.

#### **Тема 10. Многоэтажные здания**

Общие принципы проектирования железобетонных конструкций зданий. Конструктивные схемы промышленных зданий.

#### **Тема 11. Конструкции плоских перекрытий зданий**

Классификация перекрытий. Балочные сборные перекрытия. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами. Монолитные ребристые перекрытия с плитами, опертыми по контуру. Безбалочные перекрытия

#### **Тема 12. Железобетонные фундаменты**

Общие сведения о фундаментах на естественном основании.

Расчет центрально нагруженных отдельно стоящих фундаментов. Определение размеров подошвы и высоты. Расчет армирования.

Фундаменты с повышенным стаканным сопряжением. Конструирование фундаментов.

#### **Тема 13 Конструктивные схемы одноэтажных промышленных зданий и их расчет**

Выбор сетки колонн и размеров здания по высоте. Компоновка перекрытия из методички. Разбивка здания на температурные блоки. Обеспечение пространственной жесткости каркаса.

#### **Тема 14. Конструкции одноэтажных промышленных зданий**

Плиты покрытий. Балки покрытий. Фермы покрытий. Арки покрытий. Подстропильные балки и фермы. Подкрановые балки. Колонны. Внецентренно-нагруженные фундаменты.

### **Раздел II. Каменные конструкции**

#### **Тема 15. Физико-механические свойства каменных кладок**

Общие сведения. Материалы для каменных конструкций. Физико-механические свойства каменных кладок.

#### **Тема 16. Расчет каменных и армокаменных конструкций**

Расчет неармированной каменной кладки при центральном и внецентренном сжатии. Расчет неармированной кладки на смятие (местное сжатие), изгиб, центральное растяжение. Расчет и конструирование армокаменных конструкций.

### **Раздел III. Металлические конструкции**

#### **Тема 17. Общие сведения о металлических конструкциях**

История развития металлических строительных конструкций и их связь с развитием науки, техники, культуры человека. Принципы конструкторской школы, задачи в области современного металлостроительства, предпосылки и основные направления технического прогресса, и повышение эффективности.



### **Тема 18. Материалы для металлических конструкций**

Стали и сплавы, применяемые в металлических строительных конструкциях. Основные механические характеристики сталей и сплавов. Химический состав и структура сталей. Классификация сталей. Группы, марки, категории сталей, требования к строительным сталям и сплавам. Марки сталей, применяемых в строительстве. Выбор марки сталей. Работа моно- и поликристалла железа под нагрузкой. Работа образца стали и конструкций под нагрузкой и их взаимосвязь. Концентрация напряжений и конструктивная форма, их взаимосвязь, значение и влияние на работу стали в конструкции.

### **Тема 19. Основы расчета металлических конструкций по предельным состояниям**

Цель расчет конструкции, краткий обзор развития методов расчета. Группы и виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям I и II групп предельных состояний. Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направление его совершенствования.

### **Тема 20. Нагрузки и воздействия. Нормативные и расчетные сопротивления**

Классификация нагрузок и воздействий. Нормативные и расчетные нагрузки, коэффициенты надежности по нагрузкам. Виды сочетаний нагрузок и усилий, учет их при проектировании, коэффициенты сочетаний.

Нормативные и расчетные сопротивления, коэффициенты надежности по материалу, коэффициент надежности по временному сопротивлению, коэффициент условий работы конструкции и коэффициенты надежности по назначению и ответственности сооружений.

### **Тема 21. Работа и расчет изгибаемых элементов**

Расчет изгибаемых элементов в упругой стадии на прочность, жесткость и устойчивость. Недостатки метода. Условие пластичности.

Предельные состояния и расчет изгибаемых элементов при упругой и упруго-пластической стадиях работы конструкций. Шарнир пластичности и его развитие. Влияние касательных напряжений и прочности стали на развитие пластических деформаций в балках. Работа и расчет неразрезных балок в пластической стадии.

### **Тема 22. Работа и расчет центрально сжатых стержней**

Предельные состояния и расчет центрально сжатых стержней в упругой и упругопластической стадиях работы материала. Рациональные типы сечений центрально сжатых стержней.

### **Тема 23. Работа и расчет внецентренно-сжатых стержней**

Предельное состояние и расчет внецентренно-сжатых (растянутых, сжато-изгибаемых) стержней на прочность в упругой и упругопластической стадиях работы материала. Устойчивость стержней в плоскости и из плоскости действия момента. Расчет конструкций на выносливость.

### **Тема 24. Сортамент металлопроката**

Сортамент профилей. Типы сортамента, его значение и область применения в строительстве. Сортамент из алюминиевых сплавов и его особенности. Основы теории формообразования профилей.

### **Тема 25. Сварные соединения металлических конструкций**

Виды сварки, применяющиеся в строительстве. Виды сварных швов и соединений. Материалы и расчетные сопротивления сварных соединений. Конструкция, работа и расчет стыковых и угловых соединений на действие момента нормальных и поперечных сил. Расчет креплений консолей.

### **Тема 26. Болтовые соединения металлических конструкций**

Типы болтовых соединений и виды болтов. Материалы для болтов. Работа и расчет соединений на обычных и высокопрочных болтах. Конструирование болтовых соединений.

### **Тема 27. Балки и балочные клетки. Настилы. Прокатные балки**

Типы и компоновка балочных клеток. Работа и расчет металлических настилов. Типы балок.

### **Тема 28. Составные балки, компоновка сечения**

Составные сварные балки, области их применения, классификация, типы сечений. Определение нагрузок и усилий. Компоновка и подбор сечений составных балок. Проверка прочности и жесткости балок.

### **Тема 29. Центральные-сжатые сквозные колонны и колонны сплошного сечения**

Общая характеристика колонн, их элементы и назначения. Типы сечения стержней и области их применения. Расчетные длины колонн. Основы компоновки и проверка сечения сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов и конструирования колонн. Конструкция, особенности работы, типы решеток сквозных колонн и области их применения.

### **Тема 30. Оголовки и базы центрально-сжатых колонн**

Типы сопряжений балок с колоннами, конструкция, особенности работы оголовков колонн. Опирающие колонны на фундамент, конструкция и расчет баз колонн.

## **Раздел IV. Конструкции из дерева и пластмасс**

### **Тема 31. Классификация конструкций из древесных материалов и синтетических материалов**

Обзор развития деревянных конструкций. Характеристика древесины как сырья и область рационального применения ее в строительстве. Перспективы развития конструкций из дерева и пластмасс.

### **Тема 32. Физико-механические свойства древесины. Свойства дерева как конструктивного материала**

Строение древесины, ее состав и физико-химические свойства. Достоинства и недостатки древесины как конструктивного материала. Механические свойства чистой древесины и влияние на них режима нагрузки: при кратковременном статическом нагружении, при длительной статической нагрузке и при циклической нагрузке. Влияние пороков древесины, ее влажности, температуры и других факторов на ее механическую прочность. Химические процессы при гниении древесины и факторы, тормозящие процесс гниения. Нормативы по ограничению пороков древесины в деревянных конструкциях и значение их при отборе материалов для конструкций.

### **Тема 33. Основы назначения нормативных и расчетных сопротивлений древесины. Основы проектирования деревянных конструкций по первой и второй группе предельных состояний**

Нормативные и расчетные сопротивления древесины и фанеры. Принципы их нормирования. Коэффициенты изменчивости и безопасности по материалу. Расчетные сопротивления древесины и фанеры по ТКП 45-5.05-146-2009. Основные положения расчета деревянных конструкций по ТКП 45-5.05-146-2009. Условия прочности по первой группе предельных состояний в напряжениях и в безразмерных величинах. Несущая способность элементов из природной и клееной древесины. Расчет деревянных конструкций по деформациям.

### **Тема 34. Расчет центрально растянутых, центрально сжатых, изгибаемых и косоизгибаемых элементов из природной и клееной древесины**

Работа и расчет цельных деревянных элементов на центральное растяжение. Учет ослаблений при расчете. Предельные максимальные гибкости растянутых элементов. Работа и расчет цельных деревянных элементов на центральное сжатие. Расчетные длины элементов, гибкости. Коэффициент продольного изгиба. Несущая способность центрально сжатого элемента из условий прочности и устойчивости. Расчет на плоский и косо поперечный изгиб цельных деревянных элементов. Проверка прочности по нормальным и касательным напряжениям.

### **Тема 35. Типы и средства соединений деревянных конструкций**

Соединения деревянных конструкций при сращивании, сплачивании и сопряжения под углом. Средства соединений деревянных элементов. Нагельные соединения.

### **Тема 36. Конструктивные схемы и конструктивные элементы зданий и сооружений из древесины**

Типы стропильных систем. Трехшарнирные арки.

## 1.2 ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М.: Стройиздат, 1991, 767 с.
- 2 Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. М.: Высшая школа, 1989, 400 с.
- 3 Железобетонные конструкции. Под ред. Т.М. Пецольда и В.В. Тура. Брест, 2003. – 380 с.
- 4 Талецкий В.В. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажного здания. В 2 ч. Ч. I. Элементы каркаса и междуэтажного перекрытия из сборного железобетона: учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 80 с.; Ч. II. Междуэтажное перекрытие из монолитного железобетона. Правила оформления чертежей: учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 40 с.
- 5 Талецкий В.В. Проектирование конструкций каркаса и фундаментов одноэтажного промышленного здания из сборного железобетона. В 2 ч. Ч. I. Проектирование стоек каркаса. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 64 с.; Ч. II. Расчет и проектирование преднапряженных конструкций покрытия и внецентренно нагруженного фундамента. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 60 с.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 6 Металлические конструкции: Учебник для вузов/ Под ред. Е.И. Беленя – 6-е изд. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
- 7 Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений (Справочник проектировщика)/ Под ред. В.В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 512 с.
- 8 Конструкции из дерева и пластмасс / под ред. Г. Г. Карлсена и Ю. В. Слицкоухова. – М.: Высш. шк., 1986. – 543 с.
- 9 Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования / под ред. В. А. Иванова. – Киев: Будивельник, 1970. – 384 с., 1981. – 421 с.

### НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 10 СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
- 11 СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. – Взамен СНиП 2.03.01-84\*; введ. 01.07.2003. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2003. – 139 с.
- 12 СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 2009.
- 13 СНБ 5.05.01–2000. Деревянные конструкции. Минстройархитектуры РБ. – Мн., 2001. – 70 с.
- 14 СНиП II–23–81\*. Стальные конструкции. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990.

### 1.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Автор, наименование учебного пособия
Талецкий В.В. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажного здания: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию. <b>Часть I.</b> Элементы каркаса и междуэтажного перекрытия из сборного железобетона, Гомель 2009 г.
Талецкий В.В. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажного здания: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию. <b>Часть II.</b> Междуэтажное перекрытие из сборного железобетона. Правила оформления чертежей, Гомель 2009 г.
Талецкий В.В. Проектирование каменных конструкций многоэтажного здания: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию, Гомель 2016 г.

## **2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

## **2.1 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

1. Выдача задания. Варианты компоновки перекрытия.
2. Сбор нагрузок, действующих на перекрытие и подбор плит по сериям.
3. Статический расчет неразрезного ригеля на компьютере.
4. Расчет ригеля по нормальным сечениям.
5. Расчет ригеля по деформациям.
6. Расчет и конструирование центрально сжатой колонны.
7. Расчет и конструирование центрально нагруженного фундамента.
8. Правила оформления чертежей.

## 2.2 ЗАДАЧИ И ПРИМЕРЫ ИХ РЕШЕНИЯ

1. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 50$  см;  $b'_f = 200$  см;  $h'_f = 6$  см; бетон класса  $C^{20}/_{25}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 300$  кН·м.

2. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 70$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 300$  кН·м.

3. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 30$  см;  $h = 70$  см;  $b'_f = 60$  см;  $h'_f = 25$  см; бетон класса  $C^{25}/_{30}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 400$  кН·м.

4. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 15$  см;  $h = 45$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 100$  кН·м.

5. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 15$  см;  $h = 45$  см;  $b'_f = 45$  см;  $h'_f = 10$  см; бетон класса  $C^{12}/_{15}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 150$  кН·м.

6. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $b = 65$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 200$  кН·м.

7. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 15$  см;  $h = 45$  см; бетон класса  $C^{12}/_{15}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 50$  кН·м.

8. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 25$  см;  $h = 70$  см; бетон класса  $C^{20}/_{25}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 300$  кН·м.

9. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 15$  см;  $h = 45$  см;  $b'_f = 180$  см;  $h'_f = 5$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 200$  кН·м.

10. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 45$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.



Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 120$  кН·м.

11. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 60$  см;  $b'_f = 40$  см;  $h'_f = 15$  см; бетон класса  $C^{20}/_{25}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 350$  кН·м.

12. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 60$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 150$  кН·м.

13. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 45$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 100$  кН·м.

14. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки прямоугольного сечения и определить несущую способность балки:  $b = 18$  см;  $h = 45$  см; бетон класса  $C^{20}/_{25}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 150$  кН·м.

15. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 60$  см;  $b'_f = 50$  см;  $h'_f = 20$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 250$  кН·м.

16. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 60$  см;  $b'_f = 50$  см;  $h'_f = 20$  см; бетон класса  $C^{20}/_{25}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 200$  кН·м.

17. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 50$  см;  $b'_f = 180$  см;  $h'_f = 5$  см; бетон класса  $C^{12}/_{15}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 240$  кН·м.

18. Подобрать продольную растянутую арматуру для балки таврового сечения и определить несущую способность балки:  $b = 20$  см;  $h = 60$  см;  $b'_f = 50$  см;  $h'_f = 20$  см; бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа.

Действующий изгибающий момент  $M_{sd} = 200$  кН·м.

19. Подобрать размеры поперечного сечения и диаметр продольной арматуры и определить несущую способность колонны. Колонна воспринимает сжимающее усилие 1500 кН. Бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S240,  $f_{yd} = 218$  МПа. Высота колонны  $l = 6.0$  м. Кратковременная нагрузка составляет 60%.

20. Подобрать размеры поперечного сечения и диаметр продольной арматуры и определить несущую способность колонны. Колонна воспринимает сжимающее усилие 1900 кН. Бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа. Высота колонны  $l = 7,5$  м. Кратковременная нагрузка составляет 65%.

21. Подобрать размеры поперечного сечения и диаметр продольной арматуры и определить несущую способность колонны. Колонна воспринимает сжимающее усилие 2000 кН. Бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа. Высота колонны  $l = 6.9$  м. Кратковременная нагрузка составляет 41%.

22. Подобрать размеры поперечного сечения и диаметр продольной арматуры и определить несущую способность колонны. Колонна воспринимает сжимающее усилие 2125 кН. Бетон класса  $C^{20}/_{25}$ ; арматура класса S500,  $f_{yd} = 450$  МПа. Высота колонны  $l = 8.1$  м. Кратковременная нагрузка составляет 35%.

23. Подобрать размеры поперечного сечения и диаметр продольной арматуры и определить несущую способность колонны. Колонна воспринимает сжимающее усилие 2025 кН. Бетон класса  $C^{16}/_{20}$ ; арматура класса S400,  $f_{yd} = 365$  МПа. Высота колонны  $l = 6.9$  м. Кратковременная нагрузка составляет 45%.

24. Подобрать площадь сечения балки из двутавра при упругой и упругопластической стадии работы при следующих данных:  $l = 4.2$  м,  $q_n = 40$  кН/м,  $\gamma_f = 1.2$ ,  $\gamma_c = 1.05$ ,  $R_y = 220$  МПа.

25. Подобрать площадь сечения балки из двутавра при упругой и упругопластической стадии работы при следующих данных:  $l = 5.2$  м,  $q_n = 65$  кН/м,  $\gamma_f = 1.15$ ,  $\gamma_c = 1.1$ ,  $R_y = 350$  МПа.

26. Определить несущую способность балки из условия прочности по нормальным напряжениям при упругой и упруго-пластической стадии работы при следующих данных: двутавр №27,  $l = 4.2$  м,  $\gamma_f = 1.3$ ,  $\gamma_c = 1.0$ ,  $R_y = 315$  МПа.

27. Определить несущую способность балки из условия прочности по нормальным напряжениям при упругой и упруго-пластической стадии работы при следующих данных: двутавр №30,  $l = 5.0$  м,  $\gamma_f = 1.2$ ,  $\gamma_c = 1.1$ ,  $R_y = 450$  МПа.

28. Определить несущую способность балки из условия жесткости при следующих данных: двутавр №20,  $l = 4.2$  м,  $\gamma_f = 1.3$ ,  $\gamma_c = 1.0$ ,  $R_y = 315$  МПа, предельный прогиб  $1/250$ .

29. Определить несущую способность балки из условия жесткости при следующих данных: двутавр №33,  $l = 7.2$  м,  $\gamma_f = 1.2$ ,  $\gamma_c = 1.05$ ,  $R_y = 220$  МПа, предельный прогиб  $1/250$ .

30. Подобрать сечение металлической стойки из сплошной трубы, воспринимающей сжимающую нагрузку  $N$  при следующих данных:  $N = 680$  кН.,  $l = 2.3$  м,  $R_y = 320$  МПа,  $\gamma_c = 1.0$ .

31. Подобрать сечение металлической стойки из двутавра, воспринимающей сжимающую нагрузку  $N$  при следующих данных:  $N = 600$  кН,  $l = 4.3$  м,  $R_y = 220$  МПа,  $\gamma_c = 1.1$ .

32. Подобрать сечение металлической стойки из широкополочного двутавра при следующих данных:  $R_y = 220$  МПа,  $N = 700$  кН, предельная гибкость  $[\lambda] = 120$ ,  $l = 2.5$  м,  $\gamma_c = 1.0$ .

## **Расчет изгибаемых элементов с одиночным армированием**

### *Пример 1*

Задана железобетонная балка с размерами поперечного сечения  $h = 0,5$  м,  $b = 0,3$  м, изготовленная из бетона класса С 12/15, арматура класса S240,  $c = 3,5$  см. На балку действует изгибающий момент  $M = 150$  кН·м. Требуется определить площадь сечения арматуры  $A_s$ , процент армирования  $\mu$  % и проверить несущую способность элемента.

### Решение

1. Определяем расчетные характеристики материалов: расчетное сопротивление бетона класса С 12/15  $f_{cd} = 8$  МПа, расчетное сопротивление арматуры класса S240  $f_{yd} = 218$  МПа; высота сечения балки  $d = h - c = 0,5 - 0,035 = 0,465$  м.

2. Определяем коэффициент  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{\alpha f_{cd} b d^2} = \frac{150 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,465^2} = 0,34.$$

По таблице определяем  $\xi = 0,54$ ;  $\omega = 0,437$ ;  $\eta = 0,775$ .

3. Определяем коэффициент

$$\omega = 0,85 - 0,008 f_{cd} = 0,8 - 0,008 \cdot 8 = 0,786;$$

граничная высота сжатой зоны бетона

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,786}{1 + \frac{240}{500} \left(1 - \frac{0,786}{1,1}\right)} = 0,69 > 0,54.$$

$$x_{eff} = \xi d = 0,54 \cdot 0,465 = 0,251 \text{ м.}$$

4. Определяем площадь сечения растянутой арматуры:

$$A_s = \frac{\alpha f_{cd} b x_{eff}}{f_{yd}} = \frac{0,85 \cdot 8 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,251}{218 \cdot 10^6} = 0,00234 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 23,4 \text{ см}^2.$$

Принимаем  $5\varnothing 25$  S240 с  $A_s = 24,54 \text{ см}^2$ .

5. Определяем процент армирования балки

$$\mu = \frac{A_s}{b d} = \frac{24,54}{30 \cdot 46,5} = 0,0176; \mu = 1,76 \%, \text{ что приемлемо (до } 30 \%).$$

6. Несущая способность балки  $M_{cd} = f_{yd} A_s z$ .

$$z = d - 0,5x = 0,465 - 0,5 \cdot 0,251 = 0,34 \text{ м.}$$

$$M_{cd} = 218 \cdot 10^6 \cdot 24,54 \cdot 10^{-4} \cdot 0,34 = 181,89 \text{ кН·м.}$$

Несущая способность обеспечена.

7. Задачу можно решить и без применения таблиц. Для этого вычисляем плечо внутренней пары сил  $z = d - 0,5x = 0,465 - 0,5 \cdot 0,251 = 0,339$  м и находим площадь сечения арматуры

$$A_{st} = \frac{M_{sd}}{f_{yd}z} = \frac{150 \cdot 10^3}{218 \cdot 10^6 \cdot 0,339} = 20,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

### ***Расчет изгибаемых элементов с двойной арматурой***

#### ***Пример 2***

Задана железобетонная балка с размерами поперечного сечения  $h = 0,6$  м,  $b = 0,3$  м, изготовленная из бетона класса С 20/25, арматура класса S400,  $c = c' = 4$  см. На балку действует изгибающий момент  $M = 700$  кН·м. Требуется определить площадь сечения продольной арматуры и проверить несущую способность сечения.

#### **Решение**

1. Определяем расчетные характеристики материалов: расчетное сопротивление бетона класса С 20/25  $f_{cd} = 13,3$  МПа, расчетное сопротивление арматуры класса S400  $f_{yd} = 365$  МПа; рабочая высота сечения балки  $d = h - c = 0,6 - 0,04 = 0,56$  м.

2. Определяем коэффициент  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{\alpha f_{cd} b d^2} = \frac{700 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,56^2} = 0,658 > \text{границного } \alpha_{lim} = 0,368,$$

$\xi = 0,61$ . Необходима сжатая арматура.

Принимаем  $x_{eff} = \xi_{lim} d = 0,61 \cdot 0,56 = 0,34$  м.

3. Определяем площадь сечения сжатой арматуры:

$$\begin{aligned} A_{sc} &= \frac{M_{sd} - \alpha f_{cd} b x_{eff} (d - 0,5x_{eff})}{f_{yd} (d - c)} = \\ &= \frac{700 \cdot 10^3 - 0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,34 (0,56 - 0,5 \cdot 0,34)}{365 \cdot 10^6 (0,56 - 0,04)} = \\ &= 0,0012 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 12 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Принимаем 4Ø20 S400 с  $A_s = 12,56 \text{ см}^2$ .

4. Определяем площадь сечения растянутой арматуры

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{\alpha f_{cd} b x_{eff} + f_{yd} A_{sc}}{f_{yd}} = \frac{0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,34 + 365 \cdot 10^6 \cdot 12,56 \cdot 10^{-4}}{365 \cdot 10^6} = \\ &= 44,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 44,1 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Принимаем 6Ø32 с  $A_s = 48,28 \text{ см}^2$ .

Армирование балки показано на рисунке 3.

5. Определяем положение нейтральной оси:

$$x_{\text{eff}} = \frac{f_{yd}A_{s1} - f_{yd}A_{sc}}{\alpha f_{cd}b} = \frac{365 \cdot 10^6 \cdot 48,3 \cdot 10^{-4} - 365 \cdot 10^6 \cdot 12,56 \cdot 10^{-4}}{0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3} = 0,38 \text{ м.}$$

6. Несущая способность балки

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= \alpha f_{cd} b x_{\text{eff}} (d - 0,5 x_{\text{eff}}) + A_{sc} f_{yd} (d - c) = \\ &= 0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,38 (0,56 - 0,5 \cdot 0,38) + 12,56 \cdot 10^4 \cdot 365 \cdot 10^6 (0,56 - 0,04) = \\ &= 714 \text{ кН}\cdot\text{м} > 700 \text{ кН}\cdot\text{м} - \text{несущая способность обеспечена.} \end{aligned}$$

### **Расчет изгибаемых элементов таврового сечения**

#### **Пример 3**

На балку таврового сечения, изготовленную из бетона класса С 20/25 с арматурой класса S500, действует момент  $M = 300 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Размеры сечения балки  $h = 50 \text{ см}$ ,  $b = 30 \text{ см}$ ,  $b'_f = 40 \text{ см}$ ,  $h'_f = 15 \text{ см}$ ,  $c = 3,5 \text{ см}$ . Требуется определить площадь сечения рабочей арматуры и проверить несущую способность балки.

#### Решение

1. Определяем расчетные характеристики материалов:  $f_{cd} = 13,3 \text{ МПа}$ ,  $f_{yd} = 450 \text{ МПа}$ ; рабочая высота балки  $d = h - c = 50 - 3,5 = 46,5 \text{ см} = 0,465 \text{ м}$ .

2. Изгибающий момент, воспринимаемый сжатой полкой:

$$\begin{aligned} M_f &= \alpha f_{cd} b'_f h'_f (d - 0,5 h'_f) = 0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,15 (0,465 - 0,5 \cdot 0,15) = \\ &= 264,5 \text{ кН}\cdot\text{м} < 300 \text{ кН}\cdot\text{м}. \end{aligned}$$

3. Определяем коэффициент  $\alpha_m$ :

$$\begin{aligned} \alpha_m &= \frac{M_{sd} - \alpha f_{cd} (b'_f - b) h'_f (d - 0,5 h'_f)}{\alpha f_{cd} b d^2} = \\ &= \frac{300 \cdot 10^3 - 0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 (0,4 - 0,3) 0,15 (0,465 - 0,5 \cdot 0,15)}{0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,465^2} = 0,318. \end{aligned}$$

Коэффициент  $\xi = 0,49$ ;  $\xi = x/d$ ;  $x = \xi d = 0,49 \cdot 0,465 = 0,23 \text{ м}$ .

$$\begin{aligned} A_{st} &= [\xi b d + (b'_f - b) h'_f] \frac{\alpha f_{cd}}{f_{yd}} = \\ &= [0,49 \cdot 0,3 \cdot 0,465 + (0,4 - 0,3) 0,15] \frac{0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6}{450 \cdot 10^6} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 20 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Принимаем в нижней зоне балки  $4\text{Ø}28$  с  $A_s = 24,63 \text{ см}^2$ .

4. Проверяем несущую способность балки

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= \alpha f_{cd} b x (d - 0,5 x) + \alpha f_{cd} h'_f (b'_f - b) (d - 0,5 h'_f x) = \\ &= 0,85 \cdot 13,3 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 0,23 (0,465 - 0,5 \cdot 0,23) + \\ &+ 0,85 \cdot 13,3 \cdot 0,15 (0,4 - 0,3) (0,465 - 0,5 \cdot 0,23) = \\ &= 327615 \text{ кН}\cdot\text{м} > 300000 \text{ кН}\cdot\text{м} - \text{несущая способность обеспечена.} \end{aligned}$$

### **Расчет центрально сжатых железобетонных элементов**

#### *Пример 4*

Подобрать размеры сечения и площадь продольной рабочей арматуры в центрально сжатой колонне при следующих данных:  $N_{Rd} = 550$  кН,  $l_0 = 4$  м, бетон класса С 15/20,  $e_0 = 1$  см, арматура класса S500.

#### Решение

1. Определяем расчетные характеристики материалов: расчетное сопротивление бетона класса С 15/20 на сжатие  $f_{cd} = 10,6$  МПа, расчетное сопротивление арматуры класса S500  $f_{yd} = 450$  МПа.

2. Принимаем  $\varphi = 0,9$  и коэффициент армирования  $\mu = 0,01$ . Определяем требуемую площадь поперечного сечения колонны

$$A_c = bh = \frac{N_{Rd}}{\varphi(\alpha f_{cd} + \mu f_{yd})} = \frac{550 \cdot 10^3}{0,9(0,85 \cdot 10,6 \cdot 10^6 + 0,01 \cdot 450 \cdot 10^6)} = 440 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2. \text{За}$$

даемся сечением колонны  $25 \times 25$  см с  $A_c = 625 \text{ см}^2$ .

3. Вычисляем  $l_0/h = 4:0,25 = 16$ ,  $e_0/h = 1:25 = 0,04$  и по таблице 7.2 СНБ находим  $\varphi = 0,86$ .

4. Определяем площадь поперечного сечения арматуры по формуле

$$A_s = \frac{\frac{N_{Rd}}{\varphi} - \alpha f_{cd} A_c}{f_{yd}} = \frac{\frac{550 \cdot 10^3}{0,86} - 0,85 \cdot 10,6 \cdot 10^6 \cdot 625 \cdot 10^{-4}}{450 \cdot 10^6} =$$

$$= 1,69 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 1,69 \text{ см}^2.$$

Принимаем  $4\varnothing 12$  S500 с  $A_s = 4,52 \text{ см}^2$ .

5. Проверяем несущую способность колонны

$$N_{Rd} = \varphi(\alpha f_{cd} A_c + f_{yd} A_s) = 0,86(0,85 \cdot 10,6 \cdot 10^6 \cdot 625 \cdot 10^{-4} + 450 \cdot 10^6 \cdot 4,52 \cdot 10^{-4}) =$$

$$= 659,2 \text{ кН} > 550 \text{ кН}.$$

Несущая способность колонны обеспечена.

### **Расчет изгибаемых металлических элементов в упругой стадии**

#### *Пример 5*

Подобрать площадь сечения стальной балки из двутавра из условия прочности по нормальным напряжениям при упругой стадии работы при следующих данных:  $l = 4.2$  м,  $q_n = 40$  кН/м,  $\gamma_f = 1.2$ ,  $\gamma_c = 1.05$ ,  $R_y = 220$  МПа

#### Решение

1. Определяем изгибающий момент, возникающий от распределенной нагрузки,  $q_n$ :

$$M = \frac{q_n \gamma_f l^2}{8} = \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 1.2 \cdot 4.2^2}{8} = 105.84 \text{ кНм}.$$

2. Определяем требуемый момент сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{M}{R_y \gamma_c} = \frac{105.84 \cdot 10^3}{220 \cdot 10^6 \cdot 1.05} = 458.2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 458.2 \text{ см}^3.$$

По сортаменту выбираем двутавр №33,  $W_x = 597.0 \text{ см}^3$ .

3. Проверяем нормальные напряжения:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{105.84 \cdot 10^3}{597 \cdot 10^{-6}} = 177.3 \cdot 10^6 \text{ Па} = 177.3 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 220 \cdot 1.05 = 231 \text{ МПа}.$$

4. Проверяем жесткость балки:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q_n l^3}{384EI_x} = \frac{5 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 4.2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 9840 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{510} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{250}.$$

### **Расчет изгибаемых металлических элементов в упруго-пластической стадии**

#### *Пример 6*

Подобрать площадь сечения стальной балки из двутавра из условия прочности по нормальным напряжениям при упруго-пластической стадии работы при следующих данных:  $l = 4.2 \text{ м}$ ,  $q_n = 40 \text{ кН/м}$ ,  $\gamma_f = 1.2$ ,  $\gamma_c = 1.05$ ,  $R_y = 220 \text{ МПа}$

#### Решение

1. Определяем изгибающий момент, возникающий от распределенной нагрузки,  $q_n$ :

$$M = \frac{q_n \gamma_f l^2}{8} = \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 1.2 \cdot 4.2^2}{8} = 105.84 \text{ кНм}.$$

2. Назначаем коэффициент пластичности  $c = 1.06 \dots 1.08$ :

3. Определяем требуемый момент сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{M}{c R_y \gamma_c} = \frac{105.84 \cdot 10^3}{1.06 \cdot 220 \cdot 10^6 \cdot 1.05} = 432.3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 432.3 \text{ см}^3.$$

По сортаменту выбираем двутавр №30,  $W_x = 472.0 \text{ см}^3$ .

3. Уточняем коэффициент  $c$  по таблице 66 СНИП II-23-81\*:

$$\text{Площадь полок } A_f = 2 \cdot 13.5 \cdot 1.02 = 27.54 \text{ см}^2.$$

$$\text{Площадь ребра } A_w = 30 \cdot 0.65 = 19.5 \text{ см}^2.$$

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{27.54}{19.5} = 1.41, c = 1.058.$$

3. Проверяем нормальные напряжения:

$$\sigma = \frac{M}{c W_x} = \frac{105.84 \cdot 10^3}{1.058 \cdot 472 \cdot 10^{-6}} = 211.9 \cdot 10^6 \text{ Па} = 177.3 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 220 \cdot 1.05 = 231 \text{ МПа}.$$

4. Проверяем жесткость балки:

$$\frac{f}{l} = \frac{5q_n l^3}{384EI_x} = \frac{5 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 4.2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 7080 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{510} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{367}.$$

### **Расчет центрально-сжатых металлических элементов**

#### *Пример 7*

Подобрать сечение металлической стойки из двутавра, воспринимающей сжимающую нагрузку  $N$  при следующих данных:  $N = 600$  кН,  $l = 4.3$  м,  $R_y = 220$  МПа,  $\gamma_c = 1,1$ .

#### Решение

1. Назначаем коэффициент продольного изгиба,  $\varphi = 0,6 \dots 0,8$  :  $\varphi = 0,6$ .
2. Определяем требуемую площадь сечения:

$$A = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{600 \cdot 10^3}{0,6 \cdot 220 \cdot 10^6 \cdot 1,1} = 41,32 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 41,32 \text{ см}^2 .$$

По сортаменту выбираем двутавр №30,  $A = 46,50 \text{ см}^2$ .

3. Определяем эффективную длину колонны:

$l_{ef} = \mu l = 1 \cdot 4,3 = 4,3$  м, где  $\mu = 1$  – коэффициент заделки колонны по таблице 71 СНИП II-23-81\*.

4. Определяем гибкость колонны:

$$\text{по оси } x \quad \lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{4,3}{0,123} = 35; \quad \text{по оси } y \quad \lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{4,3}{0,0269} = 159,9 .$$

5. Уточняем коэффициент продольного изгиба по таблице 80 СНИП II-23-81\*:  $\varphi = 0,267$ .

6. Проверяем нормальные напряжения:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{600 \cdot 10^3}{46,50 \cdot 10^{-4}} = 129,0 \cdot 10^6 \text{ Па} = 129,0 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 220 \cdot 1,1 = 2421 \text{ МПа}.$$



### **2.3 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

*Лабораторная работа № 1.* Испытание балки без предварительного напряжения с разрушением по нормальному сечению.

*Лабораторная работа № 2.* Испытание балки без предварительного напряжения с разрушением по наклонному сечению.

*Лабораторная работа № 3.* Испытание стойки на внецентренное сжатие.

## 2.4 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Название курсового проекта: «Многоэтажное промышленное или гражданское здание из железобетонных и каменных конструкций».

Разрабатывается проект здания с железобетонным перекрытием из сборного железобетона. Выполняется компоновка конструктивной схемы панельного перекрытия с подбором по каталогам ребристой или пустотной панели, расчет и конструирование многопролетного ригеля, колонны и фундамента.

Чертежи выполняются в соответствии с инструкцией по выполнению чертежей на двух листах формата А2.

## **3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

### 3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Современные строительные конструкции и области их применения.
2. Понятие о железобетоне. Преимущества и недостатки железобетонных конструкций.
3. Виды железобетонных конструкций.
4. Бетон как материал для бетонных и железобетонных конструкций. Классификация бетонов.
5. Прочностные характеристики бетона. Классы бетона по прочности на сжатие.
6. Деформативность бетона. Объемные деформации бетона. Деформации бетона при длительном действии нагрузки.
7. Арматура для железобетонных конструкций. Требования для арматурных сталей. Ползучесть арматурной стали.
8. Механические свойства арматурных сталей. Классы арматуры. Нормативные и расчетные сопротивления арматуры.
9. Совместная работа арматуры с бетоном. Сцепление арматурной стали и бетона.
10. Минимальные размеры железобетонных поперечных сечений. Защитный слой бетона. Классы по условиям эксплуатации конструкций.
11. Размещение арматуры в сечении. Расстояние между стержнями продольной и поперечной арматуры.
12. Рекомендуемые диаметры арматурных стержней.
13. Классификация методов расчета железобетонных конструкций (общий деформационный, упрощенный деформационный, предельных усилий).
14. Стадии напряженно-деформированного состояния нормальных сечений изгибаемых элементов.
15. Предельные состояния железобетонных конструкций. Группы предельных состояний. Расчеты по предельным состояниям.
16. Нагрузки и воздействия при расчете железобетонных конструкций.
17. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения.
18. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов тавровой формы.
19. Расчет прочности железобетонных центрально-сжатых элементов.
20. Общие требования к проектированию железобетонных конструкций зданий. Конструктивные схемы зданий. Деформационные швы.
21. Типизация сборных элементов. Унификация размеров и конструктивных схем.
22. Основные конструктивные элементы здания.
23. Балочные и безбалочные перекрытия зданий. Компоновка элементов сборного перекрытия
24. Конструктивные схемы одноэтажных промышленных зданий. Связи в промышленных зданиях.
25. Отдельно стоящие фундаменты. Расчет центрально нагруженных фундаментов.
26. Общие сведения о каменных конструкциях.
27. Материалы для каменных конструкций.
28. Прочностные и деформативные свойства кладки.
29. Армокаменные конструкции. Виды армирования каменной кладки.

### 3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Современные строительные конструкции и области их применения.
2. Понятие о железобетоне. Преимущества и недостатки железобетонных конструкций.
3. Виды железобетонных конструкций.
4. Бетон как материал для бетонных и железобетонных конструкций. Классификация бетонов.
5. Прочностные характеристики бетона. Классы бетона по прочности на сжатие.
6. Деформативность бетона. Объемные деформации бетона. Деформации бетона при длительном действии нагрузки.
7. Арматура для железобетонных конструкций. Требования для арматурных сталей. Ползучесть арматурной стали.
8. Механические свойства арматурных сталей. Классы арматуры. Нормативные и расчетные сопротивления арматуры.
9. Совместная работа арматуры с бетоном. Сцепление арматурной стали и бетона.
10. Минимальные размеры железобетонных поперечных сечений. Защитный слой бетона. Классы по условиям эксплуатации конструкций.
11. Размещение арматуры в сечении. Расстояние между стержнями продольной и поперечной арматуры.
12. Рекомендуемые диаметры арматурных стержней.
13. Классификация методов расчета железобетонных конструкций (общий деформационный, упрощенный деформационный, предельных усилий).
14. Стадии напряженно-деформированного состояния нормальных сечений изгибаемых элементов.
15. Предельные состояния железобетонных конструкций. Группы предельных состояний. Расчеты по предельным состояниям.
16. Нагрузки и воздействия при расчете железобетонных конструкций.
17. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения.
18. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов тавровой формы.
19. Расчет прочности железобетонных центрально-сжатых элементов.
20. Общие требования к проектированию железобетонных конструкций зданий. Конструктивные схемы зданий. Деформационные швы.
21. Типизация сборных элементов. Унификация размеров и конструктивных схем.
22. Основные конструктивные элементы здания.
23. Балочные и безбалочные перекрытия зданий. Компоновка элементов сборного перекрытия
24. Конструктивные схемы одноэтажных промышленных зданий. Связи в промышленных зданиях.

25. Отдельно стоящие фундаменты. Расчет центрально нагруженных фундаментов.
26. Общие сведения о каменных конструкциях.
27. Материалы для каменных конструкций.
28. Прочностные и деформативные свойства кладки.
29. Армокаменные конструкции. Виды армирования каменной кладки.
30. Общие сведения о сталях. Добавки в стали, примеси. Способы выплавки сталей.
31. Механические свойства строительных сталей. Классы сталей.
32. Сортамент металлопроката.
33. Основы расчета металлических конструкций по предельным состояниям. Группы предельных состояний.
34. Характеристики прочности стали.
35. Расчет металлических конструкций по основным видам деформаций.
36. Предельное состояние и расчет центрально-сжатых металлических стержней. Расчет внецентренно-сжатых металлических стержней.
37. Сварные соединения. Классификация сварных соединений. Конструирование и расчет сварных стыковых соединений.
38. Болтовые соединения. Типы болтов. Условия прочности болтовых соединений.
39. Составные балки. Типы стальных сварных балок из листовой стали.
40. Балочные клетки. Расчет листового настила.
41. Центрально-сжатые стальные колонны. Конструирование оголовка и базы колонны. Сопряжения балок с колоннами.
42. Общие сведения о деревянных конструкциях. Классификация. Достоинства и недостатки деревянных конструкций.
43. Породы, виды и сорта древесины. Область применения деревянных конструкций.
44. Особенности древесины как конструкционного материала. Основные характеристики прочности древесины. Химический состав

### 3.3 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ СДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Центральные сжатые ж/б элементы, принцип их работы. Привести примеры. Какой центрально сжатый элемент проектировался в КП? Армирование этого элемента.
2. Изобразить фундамент и армирование.
3. Изгибаемые ж/б элементы, принцип их работы. Привести примеры. Какой изгибаемый элемент проектировался в курсовом проекте? Армирование этого элемента.
4. Схематично изобразить компоновку сборного перекрытия с раскладкой балок и плит. Что такое продольное и поперечное расположение ригелей?
5. Как собирались нагрузки на плиту перекрытия? В каких единицах? Какие нагрузки использовались в дальнейших расчетах?
6. Как собирались нагрузки на балку? В каких единицах? Какие нагрузки использовались в дальнейших расчетах?
7. Сбор нагрузок на колонну с покрытия. В каких единицах?
8. Сбор нагрузок на колонну с перекрытия. В каких единицах?
9. Расчетные нагрузки в колоннах каждого этажа.
10. Какие существуют группы предельных состояний? Чем они характеризуются? Расчеты по какой группе производились в курсовом проекте?
11. Как назначалась толщина защитного слоя и расстояние между стержнями при компоновке сечений?
12. Последовательность действий при подборе продольной арматуры в балке.
13. Последовательность действий при подборе поперечной арматуры в балке.
14. Последовательность действий при подборе арматуры в фундаменте.
15. Последовательность действий при подборе арматуры в колонне.
16. Что такое одиночное и двойное армирование, какое армирование применялось в рассчитываемых конструкциях в курсовом проекте?
17. Что такое закладные детали, для чего они служат и где они располагаются (на примере балки).
18. Как рассчитать нагрузку от собственного веса железобетонного элемента?
19. Алгоритм расчета балки на раскрытие трещин.
20. Алгоритм расчета балки на прогиб.
21. Как назначались размеры сечения ригеля?
22. Как составляется ведомость расхода стали?
23. Что такое обрыв стержней, для чего он делается? Что такое точки теоретического и практического обрыва стержня?
24. Единицы измерения нагрузок.  $\text{кН/м}^2$ ,  $\text{кН/м}$ ,  $\text{кН}$ . В чем отличие. Понятия: грузовая площадь, грузовая полоса.
25. Как составляется спецификация к чертежу?

### 3.4 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ТЕКУЩЕМ И ИТоговом КОНТРОЛЕ

#### Текущий контроль знаний студентов

В качестве текущего контроля успеваемости студентов применяются индивидуальные собеседования при защите студентами лабораторных работ.

Показателем успеваемости студента является выполнение необходимого минимума всех видов задания на лабораторных занятиях в течение семестра.

#### Итоговый контроль знаний студентов

Итоговый контроль знаний студентов проводится на зачете (7 семестр) и экзамене (8 семестр).

### КРИТЕРИИ ОЦЕНОК

#### 10 баллов – десять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### 9 баллов – девять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;



- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**8 баллов – восемь:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**7 баллов – семь:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**6 баллов – шесть:**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**5 баллов – пять:**

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**4 балла – четыре, ЗАЧТЕНО:**

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;

– работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

**3 балла – три, НЕЗАЧТЕНО:**

– недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

– использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;

– слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

– неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;

– пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

**2 балла – два, НЕЗАЧТЕНО:**

– фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;

– знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;

– неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответах грубых стилистических и логических ошибок;

– пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

**1 балл – один, НЕЗАЧТЕНО:**

– отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНОК КОНТРОЛЬНЫХ СРОКОВ (КС)

**10 баллов (А)** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

**9 баллов** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

**8 баллов** заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

**7 баллов** заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

**6 баллов** заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы.

**5 баллов** заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения.

**4 балла** заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.

**3 балла** заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей.

**2 балла** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившему самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические, семинарские, лабораторные занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**1 балл** — отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу содержащихся в задании вопросов).

**0 баллов (не аттестован)** – получает студент, систематически пропускавший занятия без уважительной причины.

+ получает студент, не изучающий дисциплину.

у – получает студент, пропускавший занятия по уважительной причине.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

**10 баллов:** выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский характер, содержит грамотно изложенный материал с проработкой основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой, с соответствующими выводами и обоснованными предложениями. При его защите студент показывает глубокие знания темы, свободно оперирует данными исследований, легко отвечает на поставленные вопросы.

**9 баллов:** выставляется за курсовой проект, который содержит грамотно изложенный материал с проработкой основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой, с соответствующими выводами и обоснованными предложениями. При его защите студент показывает глубокие знания темы, легко отвечает на поставленные вопросы.

**8 баллов – 7 баллов:** выставляется за курсовой проект, который содержит грамотно изложенный материал при наличии небольших недочетов в его содержании, оформлении или защите с проработкой основной литературы, рекомендованной программой. При его защите студент показывает систематический характер знаний темы, не очень уверенно (хотя и верно) отвечает на поставленные вопросы.

**6 баллов – 5 баллов:** выставляется за курсовой проект, который удовлетворяет предъявляемым требованиям. В курсовом проекте (работе) сделаны все задания с проработкой основной литературы, однако допущены некоторые погрешности при их выполнении и защите. При его защите студент показывает знания, необходимые для самостоятельного исправления сделанных ошибок.

**4 балла (ЗАЧТЕНО):** выставляется за курсовой проект, который удовлетворяет предъявляемым требованиям, но является поверхностным, в нем просматриваются непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные выводы и предложения. При его защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного аргументированного ответа на заданные вопросы.

**3 балла – 1 балл (НЕЗАЧТЕНО):** выставляется за курсовой проект (работу), который не удовлетворяет предъявляемым требованиям, не содержит анализа и практического исследования, выводы и предложения которого носят декларативный характер. При защите проекта (работы) студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по его теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

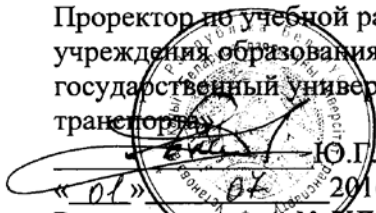
Студент, не представивший в установленный срок готовый курсовой проект по дисциплине учебного плана или не защитивший его, считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче зачета или экзамена по данной дисциплине.

## **4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
учреждения образования «Белорусский  
государственный университет  
транспорта»

 Ю.И. Самодум

« 07 » 07 2016

Регистрационный № УД-24.67 1 уч.

## **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования**

**по учебной дисциплине для специальности:**

**1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»**

2016



Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 01 01-2013 по специальности «Производство строительных изделий и конструкций», утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 г., № 88 и типовой учебной программы «Строительные конструкции» от «22» апреля 2013, регистрационный № ТД-Ж.119/тип.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

А.В. Степанова, ассистент кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой «Строительные конструкции, основания и фундаменты» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» (протокол № 5 от 12.05.2016 г.);

научно-методической комиссией факультета «Промышленное и гражданское строительство» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» (протокол № 5 от 01.06.2016 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» (протокол № 5 от 30.06.2016 г.);

### **Актуальность изучения учебной дисциплины**

Дисциплина «Строительные конструкции» предназначена для изучения свойств материалов, основ расчета и конструирования конструкций из бетона, железобетона, камня, металла и дерева.

Программа разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1-70 01 01-2013 по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций».

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Строительные конструкции» является ознакомление с железобетонными, металлическими, каменными и деревянными конструкциями, используемыми в гражданских, промышленных и жилых зданиях и инженерных сооружениях транспорта и получение навыков в проектировании таких конструкций.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с принципами проектирования, методиками компоновки железобетонных, металлических, каменных и деревянных конструкций;
- сформировать навыки конструирования и расчета для решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизации проектирования;
- дать основные сведения о прочностных и деформационных свойствах бетона, арматурной стали, кирпича, металла и дерева, используемых для проектирования и расчета конструкций.

### **Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины**

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1-70 01 01-2013:

**АК-1.** Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

**АК-2.** Владеть системным и сравнительным анализом.

**АК-6.** Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

**АК-8.** Владеть навыками устной и письменной коммуникации.

**АК-9.** Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

**СЛК-1.** Владеть качествами гражданственности.

**СЛК-2.** Быть способным к социальному взаимодействию.

**СЛК-3.** Владеть способностью к межличностным коммуникациям.

**СЛК-4.** Владеть навыками здоровьесбережения.

**СЛК-5.** Быть способным к критике и самокритике.

**СЛК-6.** Уметь работать в коллективе.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1-70 01 01-2013:

**ПК-17.** Обосновывать расчетами режимы выполнения технологических операций производственного процесса с целью обеспечения требуемого качества продукции.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- основные физико-механические характеристики бетона, арматуры, железобетона;
- основные положения расчета строительных конструкций;
- основы конструирования сборных железобетонных конструкций и инженерных сооружений;
- конструктивные схемы одно- и многоэтажных зданий;

**уметь:**

- рассчитывать нагрузки, сечения и конструировать железобетонные элементы зданий и сооружений;

**владеть:**

- методиками расчета железобетонных конструкций зданий и сооружений;
- приемами армирования сборных и монолитных железобетонных конструкций;
- приемами контроля трещиностойкости и несущей способности конструкций.

### Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде разделов и тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Содержание тем опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении естественнонаучных дисциплин "Физика", "Математика", "Химия", общепрофессиональных дисциплин "Сопrotивление материалов", "Строительная механика".

Дисциплина изучается в 7 и 8 семестрах. Форма получения высшего образования – дневная.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отведено всего 296 часов, в том числе 114 аудиторных часа, из них лекции – 84 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия на курсовое проектирование – 14 часов. Форма текущей аттестации – зачет, курсовой проект, экзамен. Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам:

Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия на КП	Форма текущей аттестации
7	118	3	68	52	16	14	Зач.
8	178	4	46	32			Экз., КП
	296	7	114	84	16	14	

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел I. Железобетонные конструкции

#### **Тема 1. Общие сведения о железобетоне**

Сущность обычного и предварительно напряженного железобетона. Область применения железобетона. Преимущества и недостатки железобетона. Краткая история развития железобетона.

#### **Тема 2. Физико-механические свойства бетона, арматуры и железобетона**

Бетон. Классификация бетонов. Структура бетона. Прочность бетона. Классы и марки бетона. Деформации бетона под нагрузкой.

Арматура для железобетонных конструкций. Механические свойства и виды арматуры. Классификация арматуры. Соединения арматуры.

Железобетон. Свойства железобетона. Коррозия железобетона. Защитный слой бетона. Расстояние между стержнями.

#### **Тема 3. Методы расчета железобетонных конструкций**

Стадии напряженно-деформированного состояния нормальных сечений изгибаемых элементов.

Расчет по допускаемым напряжениям и разрушающим нагрузкам.

Расчет по предельным состояниям. Нагрузки и воздействия. Степень ответственности зданий и сооружений. Нормативные и расчетные сопротивления бетона и арматуры. Основные положения расчета.

#### **Тема 4. Расчет прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям**

Конструирование изгибаемых элементов. Расчет прочности изгибаемых элементов с одиночной арматурой. Расчет прочности изгибаемых элементов с двойной арматурой. Расчет сечений тавровой и двутавровой формы.

#### **Тема 5. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям**

Схемы разрушения по наклонным сечениям. Прочность наклонных сечений при действии поперечной силы и изгибающего момента. Прочность наклонных сечений при действии изгибающего момента.

#### **Тема 6. Центральнo-сжатые и растянутые элементы**

Конструирование центрально-сжатых элементов. Расчет прочности сжатых элементов. Случайные эксцентриситеты. Расчет прочности центрально-растянутых элементов. Расчет прочности внецентренно-растянутых элементов.

#### **Тема 7. Внецентренно-сжатые элементы**

Конструктивные особенности. Учет влияния продольного изгиба. Прямоугольные сечения при несимметричном армировании. Проверка прочности сечения при симметричном армировании.

#### **Тема 8. Особенности расчета преднапряженных элементов**

Способы создания предварительного напряжения. Анкеровка напряженной арматуры. Назначение величины предварительного напряжения арматуры. Потери предварительного напряжения. Усилия пердварительного обжатия. Определение напряжений в нормальных сечениях.

#### **Тема 9. Расчет сечений элементов по предельным состояниям второй группы**

Расчет по образованию трещин. Центральнo-растянутые элементы. Изгибаемые, внецентренно-сжатые и внецентренно-растянутые элементы.

Расчет по образованию наклонных трещин. Расчет ширины раскрытия нормальных и наклонных трещин. Расчет закрытия трещин. Жесткость и кривизна оси элементов, работающих без трещин. Кривизна оси и жесткость элементов с трещинами в растянутой зоне. Определение прогибов.

**Тема 10. Многоэтажные здания**

Общие принципы проектирования железобетонных конструкций зданий. Конструктивные схемы промышленных зданий.

**Тема 11. Конструкции плоских перекрытий зданий**

Классификация перекрытий. Балочные сборные перекрытия. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами. Монолитные ребристые перекрытия с плитами, опертые по контуру. Безбалочные перекрытия

**Тема 12. Железобетонные фундаменты**

Общие сведения о фундаментах на естественном основании.

Расчет центрально нагруженных отдельно стоящих фундаментов. Определение размеров подошвы и высоты. Расчет армирования.

Фундаменты с повышенным стаканном сопряжением. Конструирование фундаментов.

**Тема 13 Конструктивные схемы одноэтажных промышленных зданий и их расчет**

Выбор сетки колонн и размеров здания по высоте. Компоновка перекрытия из методички. Разбивка здания на температурные блоки. Обеспечение пространственной жесткости каркаса.

**Тема 14. Конструкции одноэтажных промышленных зданий**

Плиты покрытий. Балки покрытий. Фермы покрытий. Арки покрытий. Подстропильные балки и фермы. Подкрановые балки. Колонны. Внецентренно-нагруженные фундаменты.

**Раздел II. Каменные конструкции****Тема 15. Физико-механические свойства каменных кладок**

Общие сведения. Материалы для каменных конструкций. Физико-механические свойства каменных кладок.

**Тема 16. Расчет каменных и армокаменных конструкций**

Расчет неармированной каменной кладки при центральном и внецентренном сжатии. Расчет неармированной кладки на смятие (местное сжатие), изгиб, центральное растяжение. Расчет и конструирование армокаменных конструкций.

**Раздел III. Металлические конструкции****Тема 17. Общие сведения о металлических конструкциях**

История развития металлических строительных конструкций и их связь с развитием науки, техники, культуры человека. Принципы конструкторской школы, задачи в области современного металлостроительства, предпосылки и основные направления технического прогресса, и повышение эффективности.

**Тема 18. Материалы для металлических конструкций**

Стали и сплавы, применяемые в металлических строительных конструкциях. Основные механические характеристики сталей и сплавов. Химический состав и структура сталей. Классификация сталей. Группы, марки, категории сталей, требования к строительным сталям и сплавам. Марки сталей, применяемых в строительстве. Выбор марки сталей. Работа моно- и поликристалла железа под нагрузкой. Работа образца стали и конструкций под нагрузкой и их взаимосвязь. Концентрация напряжений и конструктивная форма, их взаимосвязь, значение и влияние на работу стали в конструкции.

**Тема 19. Основы расчета металлических конструкций по предельным состояниям**

Цель расчет конструкции, краткий обзор развития методов расчета. Группы и виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям I и II групп предельных состояний. Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направление его совершенствования.

## **Тема 20. Нагрузки и воздействия. Нормативные и расчетные сопротивления**

Классификация нагрузок и воздействий. Нормативные и расчетные нагрузки, коэффициенты надежности по нагрузкам. Виды сочетаний нагрузок и усилий, учет их при проектировании, коэффициенты сочетаний.

Нормативные и расчетные сопротивления, коэффициенты надежности по материалу, коэффициент надежности по временному сопротивлению, коэффициент условий работы конструкции и коэффициенты надежности по назначению и ответственности сооружений.

## **Тема 21. Работа и расчет изгибаемых элементов**

Расчет изгибаемых элементов в упругой стадии на прочность, жесткость и устойчивость. Недостатки метода. Условие пластичности.

Предельные состояния и расчет изгибаемых элементов при упругой и упругопластической стадиях работы конструкций. Шарнир пластичности и его развитие. Влияние касательных напряжений и прочности стали на развитие пластических деформаций в балках. Работа и расчет неразрезных балок в пластической стадии.

## **Тема 22. Работа и расчет центрально сжатых стержней**

Предельные состояния и расчет центрально сжатых стержней в упругой и упругопластической стадиях работы материала. Рациональные типы сечений центрально сжатых стержней.

## **Тема 23. Работа и расчет внецентренно-сжатых стержней**

Предельное состояние и расчет внецентренно-сжатых (растянутых, сжато-изгибаемых) стержней на прочность в упругой и упругопластической стадиях работы материала. Устойчивость стержней в плоскости и из плоскости действия момента. Расчет конструкций на выносливость.

## **Тема 24. Сортамент металлопроката**

Сортамент профилей. Типы сортамента, его значение и область применения в строительстве. Сортамент из алюминиевых сплавов и его особенности. Основы теории формообразования профилей.

## **Тема 25. Сварные соединения металлических конструкций**

Виды сварки, применяющиеся в строительстве. Виды сварных швов и соединений. Материалы и расчетные сопротивления сварных соединений. Конструкция, работа и расчет стыковых и угловых соединений на действие момента нормальных и поперечных сил. Расчет креплений консолей.

## **Тема 26. Болтовые соединения металлических конструкций**

Типы болтовых соединений и виды болтов. Материалы для болтов. Работа и расчет соединений на обычных и высокопрочных болтах. Конструирование болтовых соединений.

## **Тема 27. Балки и балочные клетки. Настилы. Прокатные балки**

Типы и компоновка балочных клеток. Работа и расчет металлических настилов. Типы балок.

## **Тема 28. Составные балки, компоновка сечения**

Составные сварные балки, области их применения, классификация, типы сечений. Определение нагрузок и усилий. Компоновка и подбор сечений составных балок. Проверка прочности и жесткости балок.

## **Тема 29. Центральные-сжатые сквозные колонны и колонны сплошного сечения**

Общая характеристика колонн, их элементы и назначения. Типы сечения стержней и области их применения. Расчетные длины колонн. Основы компоновки и проверка сечения сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов и конструирования колонн. Конструкция, особенности работы, типы решеток сквозных колонн и области их применения.

## **Тема 30. Оголовки и базы центрально-сжатых колонн**

Типы сопряжений балок с колоннами, конструкция, особенности работы оголовков колонн. Опирающие колонны на фундамент, конструкция и расчет баз колонн.

## Раздел IV. Конструкции и дерева и пластмасс

### **Тема 31. Классификация конструкций из древесных материалов и синтетических материалов**

Обзор развития деревянных конструкций. Характеристика древесины как сырья и область рационального применения ее в строительстве. Перспективы развития конструкций из дерева и пластмасс.

### **Тема 32. Физико-механические свойства древесины. Свойства дерева как конструктивного материала**

Строение древесины, ее состав и физико-химические свойства. Достоинства и недостатки древесины как конструкционного материала. Механические свойства чистой древесины и влияние на них режима нагрузки: при кратковременном статическом нагружении, при длительной статической нагрузке и при циклической нагрузке. Влияние пороков древесины, ее влажности, температуры и других факторов на ее механическую прочность. Химические процессы при гниении древесины и факторы, тормозящие процесс гниения. Нормативы по ограничению пороков древесины в деревянных конструкциях и значение их при отборе материалов для конструкций.

### **Тема 33. Основы назначения нормативных и расчетных сопротивлений древесины. Основы проектирования деревянных конструкций по первой и второй группе предельных состояний**

Нормативные и расчетные сопротивления древесины и фанеры. Принципы их нормирования. Коэффициенты изменчивости и безопасности по материалу. Расчетные сопротивления древесины и фанеры по ТКП 45-5.05-146-2009. Основные положения расчета деревянных конструкций по ТКП 45-5.05-146-2009. Условия прочности по первой группе предельных состояний в напряжениях и в безразмерных величинах. Несущая способность элементов из природной и клееной древесины. Расчет деревянных конструкций по деформациям.

### **Тема 34. Расчет центрально растянутых, центрально сжатых, изгибаемых и косоизгибаемых элементов из природной и клееной древесины**

Работа и расчет цельных деревянных элементов на центральное растяжение. Учет ослаблений при расчете. Предельные максимальные гибкости растянутых элементов. Работа и расчет цельных деревянных элементов на центральное сжатие. Расчетные длины элементов, гибкости. Коэффициент продольного изгиба. Несущая способность центрально сжатого элемента из условий прочности и устойчивости. Расчет на плоский и косой поперечный изгиб цельных деревянных элементов. Проверка прочности по нормальным и касательным напряжениям.

### **Тема 35. Типы и средства соединений деревянных конструкций**

Соединения деревянных конструкций при сращивании, сплачивании и сопряжения под углом. Средства соединений деревянных элементов. Нагельные соединения.

### **Тема 36. Конструктивные схемы и конструктивные элементы зданий и сооружений из древесины**

Типы стропильных систем. Трехшарнирные арки.

## ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Название курсового проекта: «Многоэтажное промышленное или гражданское здание из железобетонных конструкций».

Разрабатывается проект здания с железобетонными перекрытием с вариантами из сборного и монолитного железобетона. В сборном варианте выполняется компоновка конструктивной схемы панельного перекрытия с подбором по каталогам ребристой или пустотной панели, расчет и конструирование многопролетного ригеля, колонны и фундамента. В монолитном варианте выполняется компоновка схемы перекрытия, расчет и конструирование плиты и второстепенной балки. Выполняется расчет простенка первого этажа наружной кирпичной стены, на который опираются ригели перекрытий, по прочности, расчет по прочности простенка с сетчатым армированием, рассчитывается узел опирания ригеля на простенок.

Чертежи выполняются в соответствии с инструкцией по выполнению чертежей. Вариант из сборного железобетона делается на двух листах формата А2, из монолитного – на одном листе формата А2.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия на курсовое проектирование	лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	7	8	9
<b>1</b>	<b>Раздел I. Железобетонные конструкции (58 ч.)</b>	<b>44</b>	<b>14</b>				
1	<b>Тема 1. Общие сведения о железобетоне (4 ч.)</b> Сущность обычного и предварительно напряженного железобетона. Область применения железобетона. Преимущества и недостатки железобетона. Краткая история развития железобетона.	<b>4</b>			У, НЛ	[1,3,10]	
2	<b>Тема 2. Физико-механические свойства бетона, арматуры и железобетона (8 ч.)</b>	<b>8</b>					
2.1	Бетон. Классификация бетонов. Структура бетона. Прочность бетона.	2			У, НЛ	[1,3,10]	
2.2	Классы и марки бетона. Деформации бетона под нагрузкой.	2			У, НЛ	[1,3,10]	
2.3	Арматура для железобетонных конструкций. Механические свойства и виды арматуры. Классификация арматуры. Соединения арматуры.	2			У, НЛ	[1,3,10]	
2.4	Железобетон. Свойства железобетона. Коррозия железобетона. Защитный слой бетона. Расстояние между стержнями.	2			У, НЛ	[1,3,10]	
3	<b>Тема 3. Методы расчета железобетонных конструкций (2 ч.)</b> Стадии напряженно-деформированного состояния нормальных сечений изгибаемых элементов. Расчет по предельным состояниям. Нагрузки и воздействия. Степень ответственности зданий и сооружений. Нормативные и расчетные сопротивления бетона и арматуры. Основные положения расчета.	<b>2</b>			У, НЛ	[1,3,10]	
4	<b>Тема 4. Расчет прочности изгибаемых элементов по нормальным сечениям (14 ч.)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			
4.1	Конструирование изгибаемых элементов. Расчет прочности изгибаемых элементов с одиночной арматурой.	3	2	2	У, НЛ, МП	[1,3,4,10]	Контр. раб
4.2	Расчет прочности изгибаемых элементов с двойной арматурой. Расчет сечений тавровой и двутавровой формы.	3	2	2	У, НЛ, МП	[1,3,4,10]	Контр. раб
5	<b>Тема 5. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям 10 ч.)</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			
5.1	Схемы разрушения по наклонным сечениям. Прочность наклонных сечений при действии поперечной силы и изгибающего момента.	2	1	2	У, НЛ, МП, Пл	[1,3,4,10]	
5.2	Прочность наклонных сечений при действии изгибающего момента.	2	1	2	У, НЛ, МП, Пл	[1,3,4,10]	

1	2	3	4	5	6	7	8
6	<b>Тема 6. Центральнo-сжатые и растянутые элементы (4 ч.)</b> Конструирование сжатых элементов. Расчет прочности сжатых элементов. Случайные эксцентриситеты. Расчет прочности центрально растянутых элементов. Расчет прочности внецентренно-растянутых элементов.	2	2		У, НЛ, МП, Пл	[1,3,4,10]	Контр. раб
7	<b>Тема 7. Внецентренно-сжатые элементы (2 ч.)</b> Конструктивные особенности. Учет влияния продольного изгиба. Прямоугольные сечения при несимметричном армировании. Проверка прочности сечения при симметричном армировании.	2		4	У, НЛ	[1,3,10]	
8	<b>Тема 8. Особенности расчета преднапряженных элементов (4 ч.)</b>	4					
8.1	Способы создания предварительного напряжения. Анкеровка напряженной арматуры. Назначение величины предварительного напряжения арматуры.	2			У, НЛ	[1,3,10]	
8.2	Потери предварительного напряжения. Усилия пердварительного обжатия. Определение напряжений в нормальных сечениях.	2			У, НЛ	[1,3,10]	
9	<b>Тема 9. Расчет сечений элементов по предельным состояниям второй группы (4 ч.)</b> Расчет по образованию трещин. Центральнo растянутые элементы. Изгибаемые, внецентренно-сжатые и внецентренно-растянутые элементы. Расчет по образованию наклонных трещин. Расчет ширины раскрытия нормальных и наклонных трещин. Расчет закрытия трещин. Жесткость и кривизна оси элементов, работающих без трещин. Кривизна оси и жесткость элементов с трещинами в растянутой зоне. Определение прогибов.	2	2		У, НЛ	[1,4,10]	
10	<b>Тема 10. Многоэтажные здания (6 ч.)</b> Общие принципы проектирования железобетонных конструкций зданий. Конструктивные схемы промышленных зданий.	2	2	2	У, НЛ, МП, Пл, ММП	[1,3,4,15]	
11	<b>Тема 11. Конструкции плоских перекрытий зданий (2 ч.)</b> Классификация перекрытий. Балочные сборные перекрытия. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами. Монолитные ребристые перекрытия с плитами, опертыми по контуру. Безбалочные перекрытия.	2			У, НЛ, МП, Пл	[1,2,3,4,]	
12	<b>Тема 12. Железобетонные фундаменты (4 ч.)</b> Общие сведения о фундаментах на естественном основании. Расчет центрально нагруженных отдельно стоящих фундаментов. Определение размеров подошвы и высоты. Расчет армирования. Конструирование фундаментов.	2	2		У, НЛ, МП, Пл, ММП	[1,2,3,4,]	
13	<b>Тема 13. Конструктивные схемы одноэтажных промышленных зданий и их расчет (2 ч.)</b> Выбор сетки колонн и размеров здания по высоте. Компоновка перекрытия из методички. Разбивка здания на температурные блоки. Обеспечение пространственной жесткости каркаса.	2			У, Пл, ММП	[1,2,3,4,]	
14	<b>Тема 14. Конструкции одноэтажных промышленных зданий (4 ч.)</b> Плиты покрытий. Балки покрытий. Фермы покрытий. Арки покрытий. Подстропильные балки и фермы. Подкрановые балки. Колонны. Внецентренно нагруженные фундаменты.	2		2	У, Пл, ММП	[1,2,3,4,]	

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>II</b>	<b>Раздел II. Каменные конструкции (4 ч.)</b>	<b>4</b>					
15	<b>Тема 15. Физико-механические свойства каменных кладок (1 ч.)</b> Общие сведения. Материалы для каменных конструкций. Физико-механические свойства каменных кладок.	<b>1</b>			У, НЛ	[2,9]	
16	<b>Тема 16. Расчет каменных и армокаменных конструкций (3 ч.)</b>	<b>3</b>					
16.1	Расчет неармированной каменной кладки при центральном и внецентренном сжатии.	1			У, НЛ	[2,9]	
16.2	Расчет неармированной кладки на смятие (местное сжатие), изгиб, центральное растяжение. Расчет и конструирование армокаменных конструкций.	2			У, НЛ	[2,9]	
<b>III</b>	<b>Раздел III. Металлические конструкции (30 ч.)</b>	<b>30</b>					
17	<b>Тема 17. Общие сведения о металлических конструкциях (2 ч.)</b> История развития металлических строительных конструкций. Принципы конструкторской школы, задачи в области современного металлостроительства, предпосылки и основные направления технического прогресса, и повышение эффективности.	<b>2</b>			У	[5]	
18	<b>Тема 18. Материалы для металлических конструкций (2 ч.)</b> Стали и сплавы. Основные механические характеристики сталей и сплавов. Химический состав и структура сталей. Классификация сталей. Группы, марки, категории сталей, требования к строительным сталям и сплавам. Работа образца стали и конструкций под нагрузкой и их взаимосвязь. Концентрация напряжений и конструктивная форма, их взаимосвязь, значение и влияние на работу стали в конструкции.	<b>2</b>			У	[5]	
19	<b>Тема 19. Основы расчета металлических конструкций по предельным состояниям (2 ч.)</b> Цель расчет конструкции, краткий обзор развития методов расчета. Группы и виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям. Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направление его совершенствования.	<b>2</b>			У, НЛ	[5,9]	
20	<b>Тема 20. Нагрузки и воздействия. Нормативные и расчетные сопротивления (1 ч.)</b> Группы и виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям. Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направление его совершенствования. Нормативные и расчетные сопротивления, коэффициенты надежности по материалу, коэффициент надежности по временному сопротивлению, коэффициент условий работы конструкции и коэффициенты надежности по назначению и ответственности сооружений.	<b>1</b>			У, НЛ	[5,11,13,14,16]	

1	2	3	4	5	6	7	8
21	<b>Тема 21. Работа и расчет изгибаемых элементов (4 ч.)</b>	<b>4</b>					
21.1	Расчет изгибаемых элементов в упругой стадии на прочность, жесткость и устойчивость. Условие пластичности. Предельные состояния и расчет изгибаемых элементов при упругой и упругопластической стадиях работы конструкций.	2			У, НЛ, Пл	[5,9,16]	
21.2	Шарнир пластичности и его развитие. Влияние касательных напряжений и прочности стали на развитие пластических деформаций в балках. Работа и расчет неразрезных балок в пластической стадии.	2			У, НЛ, Пл	[5,9,16]	Контр. раб
22	<b>Тема 22. Работа и расчет центрально сжатых стержней (4 ч.)</b>	<b>4</b>			У, НЛ, Пл	[5,9]	Контр. раб
22.1	Предельные состояния и расчет центрально сжатых стержней в упругой и упругопластической стадиях работы материала.	2			У, НЛ, Пл	[5,9]	
22.2	Рациональные типы сечений центрально сжатых стержней.	2			У, НЛ, Пл	[5,9]	Контр. раб
23	<b>Тема 23. Работа и расчет внецентренно-сжатых стержней (1 ч.)</b> Предельное состояние и расчет внецентренно-сжатых (растянутых, сжато-изгибаемых) стержней на прочность в упругой и упругопластической стадиях работы материала. Устойчивость стержней в плоскости и из плоскости действия момента. Расчет конструкций на выносливость.	<b>1</b>			У, НЛ, Пл	[5,9]	
24	<b>Тема 24. Сортамент металлопроката (2 ч.)</b> Сортамент профилей. Типы сортамента, его значение и область применения в строительстве. Сортамент из алюминиевых сплавов и его особенности. Основы теории формообразования профилей.	<b>2</b>			У, НЛ, Пл	[5,9]	
25	<b>Тема 25. Сварные соединения металлических конструкций (2 ч.)</b> Виды сварки, применяющиеся в строительстве. Виды сварных швов и соединений. Материалы и расчетные сопротивления сварных соединений. Конструкция, работа и расчет стыковых и угловых соединений на действие момента нормальных и поперечных сил. Расчет креплений консолей.	<b>2</b>			У, НЛ, Пл	[5,9]	
26	<b>Тема 26. Болтовые соединения металлических конструкций (2 ч.)</b> Типы болтовых соединений и виды болтов. Материалы для болтов. Работа и расчет соединений на обычных и высокопрочных болтах. Конструирование болтовых соединений.	<b>2</b>			У, НЛ, П	[5,9]	
27	<b>Тема 27. Балки и балочные клетки. Настилы. Прокатные балки (2 ч.)</b> Типы и компоновка балочных клеток. Работа и расчет металлических настилов. Типы балок.	<b>2</b>			У, НЛ, МП	[5,6,9]	
28	<b>Тема 28. Составные балки, компоновка сечения (2 ч.)</b> Составные сварные балки, области их применения, классификация, типы сечений. Определение нагрузок и усилий. Компоновка и подбор сечений составных балок. Проверка прочности и жесткости балок.	<b>2</b>			У, НЛ, МП	[5,6,9]	

1	2	3	4	5	6	7	8
29	<p><b>Тема 29. Центральнo-сжатые сквозные колонны и колонны сплошного сечения (2 ч.)</b></p> <p>Общая характеристика колонн, их элементы и назначения. Типы сечения стержней и области их применения. Расчетные длины колонн. Основы компоновки и проверка сечения сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов и конструирования сплошных колонн. Конструкция, особенности работы, типы решеток сквозных колонн и области их применения. Влияние решетки на устойчивость стержня.</p>	2			У, НЛ, МП	[5,6,9]	
30	<p><b>Тема 30. Оголовки и базы центрально-сжатых колонн (2 ч.)</b></p> <p>Типы сопряжений балок с колоннами, конструкция, особенности работы оголовков колонн. Опираие колонн на фундамент, конструкция и расчет баз колонн.</p>	2			У, НЛ, МП	[5,6,9]	
<b>IV</b>	<b>Раздел IV. Конструкции и дерева и пластмасс (6 ч.)</b>	<b>6</b>					
31	<p><b>Тема 31. Классификация конструкций из древесных и синтетических материалов (1 ч.)</b></p> <p>Характеристика древесины как сырья и область рационального применения ее в строительстве. Перспективы развития конструкций из дерева и пластмасс.</p>	1			У, НЛ	[7,12]	
32	<p><b>Тема 32. Физико-механические свойства древесины. Свойства дерева как конструктивного материала (0,5 ч.)</b></p> <p>Строение древесины, ее состав и физико-химические свойства. Механические свойства чистой древесины и влияние на них режима нагрузки. Влияние пороков древесины, ее влажности, температуры и других факторов на ее механическую прочность. Нормативы по ограничению пороков древесины в деревянных конструкциях и значение их при отборе материалов для конструкций.</p>	0,5			У, НЛ	[7,12]	
33	<p><b>Тема 33. Основы назначения нормативных и расчетных сопротивлений древесины. Основы проектирования деревянных конструкций по первой и второй группе предельных состояний (0,5 ч.)</b></p> <p>Нормативные и расчетные сопротивления древесины и фанеры. Принципы их нормирования. Коэффициенты изменчивости и безопасности по материалу. Расчетные сопротивления древесины и фанеры по ТКП 45-5.05-146-2009. Основные положения расчета деревянных конструкций по ТКП 45-5.05-146-2009. Условия прочности по первой группе предельных состояний в напряжениях и в безразмерных величинах. Несущая способность элементов из природной и клееной древесины. Расчет деревянных конструкций по деформациям.</p>	0,5			У, НЛ	[7,12]	

1	2	3	4	5	6	7	8
34	<p><b>Тема 34. Расчет центрально растянутых, центрально сжатых, изгибаемых и косоизгибаемых элементов из природной и клееной древесины (2 ч.)</b></p> <p>Работа и расчет цельных деревянных элементов на центральное растяжение. Учет ослаблений при расчете. Предельные максимальные гибкости растянутых элементов. Работа и расчет цельных деревянных элементов на центральное сжатие. Расчетные длины элементов, гибкости. Коэффициент продольного изгиба. Несущая способность центрально сжатого элемента из условий прочности и устойчивости. Расчет на плоский и косой поперечный изгиб цельных деревянных элементов. Проверка прочности по нормальным и касательным напряжениям</p>	<b>2</b>			У, НЛ, ММП	[7,12]	
35	<p><b>Тема 35. Типы и средства соединений деревянных конструкций (1 ч.)</b></p> <p>Соединения деревянных конструкций при сращивании, сплачивании и сопряжения под углом. Средства соединений деревянных элементов. Нагельные соединения.</p>	<b>1</b>			У, НЛ	[7,12]	РГР
36	<p><b>Тема 36. Конструктивные схемы и конструктивные элементы зданий и сооружений из древесины (1 ч.)</b></p> <p>Типы стропильных систем. Трехшарнирные арки.</p>	<b>1</b>			У, НЛ	[7,12]	

**Условные обозначения:** ММП – мультимедийный проектор, У – учебник, Пл – плакаты, НЛ – нормативная литература

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

#### **10 баллов – десять:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### **9 баллов – девять:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### **8 баллов – восемь:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**7 баллов – семь:**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**6 баллов – шесть:**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**5 баллов – пять:**

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;



- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**4 балла – четыре, ЗАЧТЕНО:**

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических и лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

**3 балла – три, НЕЗАЧТЕНО:**

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

**2 балла – два, НЕЗАЧТЕНО:**

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
- знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответах грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

**1 балл – один, НЕЗАЧТЕНО:**

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

## **Методы (технологии) обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариантное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на практических и лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые при выполнении курсового проекта.

## **Организация самостоятельной работы студентов**

При изучении дисциплины используется следующая форма самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных работ под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов.

## **Диагностика компетенций студента**

Оценка учебных достижений студента при защите лабораторных работ и на зачете проводится по системе зачет (незачет).

Оценка учебных достижений студента на экзамене и при защите курсового проекта производится по десятибалльной шкале.

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату (АК-1, АК-8, АК-9, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-5);
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам (АК-1, АК-8);
- защита выполненных лабораторных работ и индивидуальных заданий, выполненных на практических занятиях (АК-1, АК-8, АК-6);
- сдача зачета по дисциплине (АК-1, АК-6, АК-8, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-5, ПК-17);
- защита курсового проекта (АК-1, АК-6, АК-7, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-5, ПК-17);
- сдача экзамена по дисциплине (АК-1, АК-6, АК-8, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-5, ПК-17).

Форма проведения зачета – письменно.

Форма проведения экзамена – письменно.

## **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1 Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М.: Стройиздат, 1991, 767 с.

2 Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. М.: Высшая школа, 1989, 400 с.

3 Железобетонные конструкции. Под ред. Т.М. Пецольда и В.В. Тура. Брест, 2003. – 380 с.

4 Талецкий В.В. Строительные конструкции. Учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы №1 для студентов ФБО.Гомель. БелГУТ. 2007. – 54 с.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5 Металлические конструкции: Учебник для вузов/ Под ред. Е.И. Беленя – 6-е изд. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.

6 Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений (Справочник проектировщика)/ Под ред. В.В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 512 с.

7 Конструкции из дерева и пластмасс / под ред. Г. Г. Карлсена и Ю. В. Слискоухова. – М.: Высш. шк., 1986. – 543 с.

8 Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования / под ред. В. А. Иванова. – Киев: Будивельник, 1970. – 384 с., 1981. – 421 с.

## НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

9 СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.

10 СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. – Взамен СНиП 2.03.01-84\*; введ. 01.07.2003. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2003. – 139 с.

11 СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 2009.

12 СНБ 5.05.01–2000. Деревянные конструкции. Минстройархитектуры РБ. – Мн., 2001. – 70 с.

13 ТКП EN 1991-1-3-2009 (02250). Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

14 ТКП EN 1991-1-4-2009 (02250). Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия

15 ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250). Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

16 ТКП EN 1993-1-1-2009 (02250). Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

17 СНиП II–23–81\*. Стальные конструкции. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990.

## ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Испытание балки без предварительного напряжения с разрушением по нормальному сечению.

2. Испытание балки без предварительного напряжения с разрушением по наклонному сечению.


3. Испытание стойки на внецентренное сжатие.

4. Анализ работы железобетонных конструкций различных типов (балок, ферм, плит, висячих систем, оболочек).

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

1. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов с одиночной арматурой.
2. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов с и двойной арматурой.
3. Расчет изгибаемых железобетонных элементов таврового сечения.
4. Расчет центрально сжатых железобетонных элементов.
5. Конструирование изгибаемых и сжатых железобетонных элементов
6. Расчет изгибаемых стальных элементов в упругой пластической стадии
7. Расчет изгибаемых стальных элементов в упруго пластической стадии
8. Расчет центрально стальных сжатых элементов
9. Выдача задания. Варианты компоновки перекрытия.
10. Назначение размеров плиты, сбор нагрузок, действующих на перекрытие, определение нагрузок и расчетных усилий в полке и продольных ребрах.
11. Подбор продольной арматуры в продольных ребрах.
12. Подбор поперечной арматуры в продольных ребрах.
13. Подбор арматуры в полке.
14. Подбор монтажной арматуры в продольных ребрах
15. Расчет и конструирование центрально сжатой колонны.
16. Расчет и конструирование центрально нагруженного фундамента.
17. Правила оформления чертежей.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ "СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ"  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Технология заводского производства железобетонных изделий	Строительное производство		
Эксплуатационная долговечность бетона и железобетонных конструкций, арматура и арматурные работы	Строительные конструкции, основания и фундаменты	