

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета строительных Панфилов Д.В.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Металлические конструкции (общий курс)»

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация

«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»;
«Строительство подземных сооружений»

Квалификация выпускника инженер-строитель

Нормативный период обучения 6 лет

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы _____ / Свентиков А.А. /

Заведующий кафедрой
Металлических
конструкций и деревянных
конструкций _____ / Свентиков А.А. /

Руководитель ОПОП _____ / Рогатнёв Ю.Ф. /

Руководитель ОПОП _____ / Ким М.С. /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалиста, владеющего методами проектирования строительных металлических конструкций, расчета и конструирования их узлов и деталей

1.2. Задачи освоения дисциплины

- усвоение основных положений современных норм проектирования металлических конструкций;
- формирование навыков расчета элементов металлических строительных конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость с использованием современных действующих норм проектирования, стандартов и лицензионных средств проектирования;
- овладение принципами разработки конструктивных решений несущих и ограждающих элементов металлических конструкций зданий и сооружений;
- формирование навыков подготовки проектной и рабочей технической документации и оформления законченных проектных и конструкторских работ

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Металлические конструкции (общий курс)» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Металлические конструкции (общий курс)» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

ПК-2 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать методики планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
	Владеть методиками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

ПК-2	Знать методики планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
	Владеть методиками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Металлические конструкции (общий курс)» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	140	72	68
В том числе:			
Лекции	70	36	34
Практические занятия (ПЗ)	52	18	34
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
Самостоятельная работа	67	36	31
Курсовой проект	+	+	
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	81	36	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
	Семестр 7						
1	Основные сведения о металлических конструкциях Свойства и работа строительных сталей	Краткий исторический обзор развития металлических конструкций (МК) в России и за рубежом. Цель изучения дисциплины. Области применения МК. Основы проектирования МК. Стадии проектирования. Проектная документация	6	2	10	2	20

	и алюминиевых сплавов Основы расчета строительных металлических конструкций. Виды и классификация нагрузок и воздействий	Структура стали. Свойства и классификация металлических материалов. ГОСТы и ТУ на них. Сортамент. Работа стали под нагрузкой при одноосном и сложном напряженном состояниях. Работа стали при повторных нагрузках. Концентрации напряжений Предельные состояния МК, основы расчета по предельным состояниям. Система коэффициентов надежности. Классификация нагрузок и их сочетаний.					
2	Сварные соединения металлических конструкций Болтовые соединения металлических конструкций	Сварные соединения. Классификация основных видов сварки. Свариваемость строительных сталей, методы ее оценки. Классификация сварных швов по расположению в пространстве. Выбор сварочных материалов. Геометрические характеристики сварных швов. Зоны сварного соединения: металл шва, зона оплавления, зона термического влияния и основной металл. Уменьшение остаточных напряжений и деформаций после сварки. Выбор методов и способов контроля качества сварки (понятие о качестве сварки, дефекты, требования СНиП к качеству сварки). Мероприятия по предупреждению дефектов и методы их устранения. Дефекты геометрической формы шва. Холодные и горячие трещины. Поры в сварных швах. Контроль качества сварных соединений. Сварочные напряжения и деформации. Расчет и конструирование стыковых и угловых швов. Виды болтов используемых в строительстве. Расчет и конструирование болтовых соединений без контроля натяжения болтов. Расчет и конструирование болтовых соединений с контролем натяжения болтов. Расчет и конструирование фрикционных и болтовых соединений.	10	4	4	2	20
3	Балки и балочные конструкции	Работа изгибаемых элементов в упругой и пластической стадиях. Подбор сечений, проверка сечений по предельным состояниям. Проектирование настилов, прокатных и составных балок. Обеспечение общей и местной устойчивости элементов балок. Расчет и конструирование изменения сечений балок, опорных частей. Заводские и монтажные стыки балок. Сопряжения балок. Способы повышения эффективности работы балок. Балки с гибкой стенкой, гофрированной и перфорированной стенками, предварительно напряженные балки	10	10	2	3	25
4	Центрально сжатые колонны	Области применения и классификация колонн. Предельные состояния. Компоновка сечений сплошных и сквозных колонн. Проверка прочности, общей и местной устойчивости. Расчет и конструирование соединительных элементов сплошных сквозных стоек. Расчет и конструирование баз и оголовков колонн.	10	4	2	2	18
		Всего	36	18	18	9	81
	Семестр 8						

5	Основы проектирования и расчета каркаса	Основные требования к каркасам, состав каркаса, компоновка и оптимизация. Связи в каркасе промздания: назначение, правила постановки, расчет и конструирование связей. Нагрузки, действующие на каркас, сочетание нагрузок. Расчетные схемы рам каркаса. Определение расчетных усилий в элементах рамы.	10	10	-	10	30
6	Конструкции покрытий промзданий. Стропильные фермы	Типы кровель. Расчет и конструирование ферм в системе каркаса. Унификация геометрических схем ферм. Определение усилий в элементах ригеля рамы. Расчет и конструирование узлов сопряжения фермы с колонной. Подстропильные фермы. Сплошные и сквозные прогоны. Расчет и конструирование. Тяжи по прогонам. Типы фонарей. Области применения, классификация и компоновка ферм. Схемы решеток. Типы сечений стержней. Нагрузки на ферму. Определение усилий в элементах фермы. Расчетные длины стержней ферм. Предельные гибкости стержней. Подбор и проверка сечений стержней. Правила конструирования ферм из парных уголков. Расчет и конструирование узлов. Заводские и монтажные стыки элементов ферм.	10	10	-	10	30
7	Колонны каркаса	Типы колонн. Работа сжато-изогнутых стержней. Расчетные длины колонн. Комбинации нагрузок при расчете колонн. Подбор, проверка сечений и конструктивные особенности сплошных и решетчатых колонн. Расчет и конструирование сопряжения надкрановой и подкрановой частей колонн. Базы внецентренно сжатых колонн. Расчет и конструирование. Сквозные и сплошные колонны постоянного сечения. Консоли колонн. Колонны раздельного типа. Особенности конструирования и расчета.	10	10	-	10	30
8	Фахверковые конструкции Подкрановые конструкции	Элементы продольного и торцевого фахверка, их назначение. Расчетная схема стойки фахверка. Действующие нагрузки на фахверк. Переходные площадки и ветровые фермы. Состав подкрановых конструкций. Расчетные усилия в подкрановых и тормозных балках. Особенности расчета и конструирования. Крановые рельсы. Узлы крепления. Тупиковые упоры. Конструкция и расчет упоров.	2	2	-	5	9
9	Основы экономики металлических конструкций. Вариантное проектирование	Вариантное проектирование. Определение технико-экономических показателей вариантов: расхода материала, трудоемкости изготовления и монтажа, стоимости «в деле», приведенных затрат	2	2	-	5	9
Всего			34	34	-	40	108
Итого			70	52	18	49	189

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Нормативные и расчетные сопротивления основных видов проката
2. Материалы для сварных соединений стальных конструкций и их расчетные характеристики
3. Стыковые сварные швы
4. Угловые сварные швы
5. Виды болтов в строительстве
6. Болтовые соединения без контроля натяжения болтов
7. Болтовые соединения с контролем натяжения болтов
8. Работа балки на восприятие поперечной силы
9. Работа центрально-сжатой стойки на восприятие продольной силы.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование рабочей площадки»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Подбор и проверка сечения прокатной балки
 - Подбор и проверка сечения составной балки
 - Проектирование сварных поясных швов и болтового монтажного стыка
 - Проверка местной устойчивости элементов составной балки, проектирование опорного ребра балки
 - Расчет стержня центрально-сжатой колонны
 - Проектирование оголовка и базы центрально-сжатой колонны
- Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 8 семестре.

Примерная тематика курсовой работы: «Проектирование каркаса здания»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Компоновка поперечной рамы каркаса
- Определение расчетных нагрузок на раму каркаса
- Расчетная схема рамы, определение усилий и расчетных комбинаций
- Проектирование конструктивной схемы покрытия
- Расчет стропильной фермы, проектирование её элементов и опорных узлов
- Расчет частей внецентренно-сжатой колонны

- Проектирования опорного узла внецентренно-сжатой колонны и узла сопряжения её частей

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку..

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать методики планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методиками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать методики планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий		
	Владеть методиками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать методики планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методиками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать методики планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				ответ во всех задачах		
	Владеть методиками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Семестр 7

1. Основное достоинство металлических конструкций:

- Твердость
- Легкость
- Плотность

2. Основной недостаток металлических конструкций:

- Повышенная трудоёмкость изготовления
- Повышенная стоимость
- Повышенная коррозия

3. Основными механическими испытаниями стали для определения прочностных свойств являются:

- Сопротивляемость статическим воздействиям
- Плотность
- Ударная вязкость

4. Положительное влияние на прочность стали оказывает:

- Марганец
- Фосфор
- Кремний

5. Сталь для строительных конструкций назначается в зависимости от:

- Назначения конструкции
- Величины нагрузки
- Предполагаемой длительности эксплуатации

6. Прочность это:

- Свойство стали сохранять свою форму под нагрузкой
- Свойство стали деформироваться только в пределах упругой стадии
- Способность стали сопротивляться внешним воздействиям без разрушения.

7. Свойство стали восстанавливать свою первоначальную форму после снятия нагрузки это:

- Ползучесть
- Пластичность
- Упругость

8. При достижении временного сопротивления:

- Образец разрушается
- Эти напряжения сохраняются незначительное время
- Деформации образца достигают недопустимого уровня

9. В настоящее время основным методом расчета строительных конструкций является:

- Метод расчета по допускаемым напряжениям
- Метод расчета по разрушающим нагрузкам
- Метод расчета по предельным состояниям

10. Предельное состояние конструкций – это такое состояние, когда:

- Конструкция теряет устойчивость
- Конструкция разрушается
- Конструкция перестает удовлетворять предъявляемым к ней требованиям

11. К первой группе предельных состояний относятся:

- Состояния, когда конструкция теряет несущую способность или становится полностью непригодной к эксплуатации
- Состояние, когда конструкция непригодна к нормальной эксплуатации
- Состояния, когда конструкция разрушается.

12. Ко второй группе предельных состояний относится:

1. Состояние, когда конструкция теряет несущую способность
2. Конструкция приходит в состояние полной непригодности к дальнейшей эксплуатации.
3. Конструкция приходит в состояние непригодности к нормальной эксплуатации.

13. Расчет конструкций по первой группе предельных состояний состоит в том, чтобы:

1. Напряжения в конструкции или ее элементах не превышали допустимые
2. Конструкции и их элементы сохраняли устойчивость формы
3. Усилия, возникающие в конструкции или ее элементах не должны превышать максимальных усилий, которые она может выдержать.

14. Коэффициент γ_f - это:

1. Коэффициент надежности по нагрузке
2. Коэффициент надежности по назначению
3. Коэффициент надежности по материалу.

15. Коэффициент надежности по нагрузке γ_f учитывает:

1. Вероятность увеличения нагрузки в течение первых пяти лет эксплуатации конструкции
2. Возможность увеличения нагрузки в связи с реконструкцией зданий и сооружений

3. Вероятность увеличения нагрузки в течении всего срока эксплуатации зданий и сооружений.

16. Коэффициент γ_m - это

1. Коэффициент надежности по нагрузке
2. Коэффициент надежности по назначению
3. Коэффициент надежности по материалу.

17. Коэффициент надежности по материалу γ_m учитывает:

1. Неточности при механических испытаниях стали;
2. Возможность отклонения свойств стали от полученных результатов в силу ограниченного количества испытанных образцов;

3. Является коэффициентом запаса прочности.

18. При расчете по первой группе предельных состояний используется величина нагрузки:

1. Эксплуатационная;
2. Циклическая;
3. Предельная.

19. Нормативные сопротивления стали определяются:

1. Методами теории твердого тела;
2. Анализом аварий, при которых произошло разрушение металлических конструкций;
3. С помощью механических испытаний образцов.

20. R_{un} - это:

1. Нормативное сопротивление стали, установленное по пределу прочности;
2. Расчетное сопротивление стали, установленное по пределу прочности.

3. Нормативное сопротивление стали срезу.

21. R_u - это:

1. Расчетное сопротивление стали срезу.
2. Расчетное сопротивление стали по пределу прочности.
3. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести.

22. R_{yn} - это:

1. Нормативное сопротивление стали по пределу прочности;
2. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести;
3. Нормативное сопротивление стали по пределу текучести.

23. R_y - это:

1. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести;
2. Нормативное сопротивление стали по пределу прочности.
3. Расчетное сопротивление стали по пределу прочности.

24. Чтобы получить расчетное сопротивление стали, нормативное сопротивление стали нужно разделить на:

1. Коэффициент надежности по нагрузке.
2. Коэффициент надежности по назначению.
3. Коэффициент надежности по материалу.

25. При расчете по второй группе предельных состояний используется величина нагрузки:

1. Эксплуатационная.
2. Циклическая.
3. Предельная.

26. Выберите вид предельного состояния, по которому рассчитываются центрально-растянутые элементы, если допускается развитие пластических деформаций:

1. По непригодности к эксплуатации (текучесть материала);
2. По непригодности к эксплуатации (устойчивость формы);
3. По прочности (разрушение).

27. Выберите формулу, по которой рассчитываются центрально растянутые стержни по непригодности к эксплуатации:

1. $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$;
2. $\frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$;
3. $\frac{N}{A} \leq R_u \gamma_c / \gamma_u$

28. Выберите формулу, по которой рассчитываются центрально-сжатые элементы по прочности:

1. $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$;
2. $\frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$;
3. $\frac{N}{A} \leq R_u \gamma_c / \gamma_u$.

29. Если допускается работа стали в упруго-пластической области, расчет изгибаемых элементов производится

1. По текучести.
2. По вязкому разрушению.
3. По переходу в изменяемую систему.

30. Выберите формулу, по которой проверяется величина нормальных напряжений в изгибаемых элементах, работающих только в упругой стадии

1. $\frac{M}{\sigma W} \leq R_y \gamma_c$
2. $\frac{QS}{J_t} \leq R_s \gamma_c$
3. $\frac{M}{W} \leq R_y \gamma_c$

31. Выберите формулу, по которой проверяется величина нормальных напряжений в изгибаемых элементах, работающих в упруго-пластической области

1. $\frac{M}{\sigma W} \leq R_y \gamma_c$

$$2. \frac{QS}{J_t} \leq R_s \gamma_c$$

$$3. \frac{M}{W} \leq R_y \gamma_c$$

32. Выберите формулу, по которой проверяется величина касательных напряжений в изгибаемых элементах

$$1. \frac{M}{cW} \leq R_y \gamma_c$$

$$2. \frac{QS}{J_t} \leq R_s \gamma_c$$

$$3. \frac{M}{W} \leq R_y \gamma_c$$

33. Короткие стержни, сжатые осевой силой, рассчитываются

1. По вязкому разрушению

2. По смятию

3. По устойчивости.

34. Длинные стержни, сжатые осевой силой, рассчитываются

1. По вязкому разрушению

2. По текучести

3. По устойчивости.

35. Выберите формулу, по которой рассчитываются длинные стержни, сжатые осевой силой

$$1. \frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$$

$$2. \frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$$

$$3. \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$$

36. Коэффициент φ (коэффициент продольного изгиба) зависит:

1. От величины нагрузки.

2. От механических свойств стали и гибкости.

3. От величины напряжений, возникающих в образце под нагрузкой.

37. Устойчивость центрально нагруженного стержня можно повысить:

1. С помощью связей, уменьшающих расчетную длину элемента.

2. За счет применения более прочной стали.

3. За счет применения менее прочной стали.

38. К центрально-сжатым стержням относятся элементы, у которых сила приложена с эксцентриситетом

$$1. e < \frac{i}{20} + \frac{l_{ef}}{750}$$

$$2. e = \frac{i}{20} + \frac{l_{ef}}{750}$$

$$3. e > \frac{i}{20} + \frac{l_{ef}}{750}$$

39. Расчетная длина колонны зависит от

1. величины нагрузки
2. размеров поперечного сечения
3. опорных закреплений стержня

40. Гибкость элемента определяется по формуле

$$1. \bar{\lambda} = \frac{l_{ef}}{i} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$2. \lambda = \frac{l_{ef}}{i}$$

$$3. \bar{\lambda}_w = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2$$

41. Условная гибкость элемента определяется по формуле

$$1. \bar{\lambda} = \frac{l_{ef}}{i} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$2. \lambda = \frac{l_{ef}}{i}$$

$$3. \bar{\lambda}_w = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2$$

42. Приведенная гибкость сквозного стержня на планках определяется по формуле

$$1. \lambda = \frac{l_{ef}}{i}$$

$$2. \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$$

$$3. \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_{d1}}}$$

43. Повысить местную устойчивость стенки колонны сплошного сечения можно

1. Приняв более прочную сталь
2. Увеличив толщину стенки
3. Увеличив толщину пояса.

44. Устойчивость поясов двутавровой колонны с неокаймленными ребрами проверяется по формуле

$$1. \frac{b_{ef}}{t} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$2. \frac{b_{ef}}{t} \leq (0,40 + 0,07 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$3. \frac{b_{ef}}{t} \leq (0,36 + 0,10 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

45. Устойчивость стенки колонны двутаврового сечения при $\bar{\lambda} < 2,0$ проверяется по формуле

$$1. \sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} < \gamma_c$$

$$2. \frac{h_{ef}}{t} \geq (1,30 + 0,15 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}.$$

$$3. \frac{h_{ef}}{t} \leq (1,20 + 0,35\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

46. Устойчивость стенки колонны двутаврового сечения при $\bar{\lambda} \geq 2$ проверяется по формуле

$$1. \sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} < \gamma_c$$

$$2.. \frac{h_{ef}}{t} \geq (1,30 + 0,15\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}.$$

$$3. \frac{h_{ef}}{t} \leq (1,20 + 0,35\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

47. Равноустойчивой двухветвенной сквозной колонной считается колонна, у которой

$$1. \lambda_x = \lambda_y$$

$$2. \lambda_x = \lambda_{ef}$$

$$3. \lambda_x = \lambda_1$$

48. Увеличение расстояния между ветвями двухветвенной колонны

1. приведет к повышению устойчивости относительно материальной оси

2. приведет к повышению устойчивости относительно свободной оси

3. не повлияет на устойчивость стержня колонны.

49. Появление поперечной силы в центрально-сжатой колонне вызывается

1. эксплуатационной нагрузкой

2. монтажной нагрузкой

3. искривлением оси стержня при потере устойчивости.

50. Величина поперечной силы в центрально-сжатой колонне определяется

1. из построения эпюры изгибающего момента

2. как величина, зависящая от площади стержня

3. из построения эпюры поперечной силы.

51. Соединительные планки сквозных колонн работают

1. на растяжение

2. на сжатие

3. на изгиб

52. Раскосы соединительной решетки сквозных колонн работают

1. на растяжение

2. на сжатие

3. на изгиб

53. Диафрагмы в сквозных колоннах и поперечные ребра жесткости в сплошных колоннах ставятся для:

1. Повышения прочности стержня

2. Повышения местной устойчивости стенки и поясов стержня

3. Повышения крутильно-изгибной жесткости стержня.
54. В базах колонн опорная плита работает на
 1. сжатие
 2. смятие
 3. изгиб
55. Размер опорной плиты базы колонны в плите рассчитывается
 1. на продавливание стержнем колонны
 2. на смятие опорной плиты стержнем колонны
 3. на смятие материала фундамента
56. Траверсы базы колонн предназначены
 1. для объединения ветвей в единое целое
 2. для соединения стержня колонны с опорной плитой
 3. для передачи нагрузки от стержня колонны на опорную плиту.
57. Высота траверсы базы колонн назначается
 1. в зависимости от расстояния между соединительными элементами стержня
 2. длиной швов, которым траверса приваривается к стержню
 3. пропорционально толщине траверсы.
58. Для безвыверочного монтажа колонн применяются базы колонн
 1. с траверсой
 2. с фрезерованным торцом
 3. с шарнирным креплением
59. Продольное ребро жесткости в оголовке колонны предназначено
 1. для повышения устойчивости стенки колонны
 2. для передачи усилия от опорной плиты на стенку колонны
 3. для повышения крутильной жесткости колонны в месте передачи усилия.
60. Траверса в оголовке сквозных колонн предназначена
 1. для объединения ветвей в единое целое
 2. для повышения крутильной жесткости колонны
 3. для передачи усилия от опорной плиты на ветви.
61. При опирании балки на колонну сбоку опорная реакция передается
 1. через болты, которыми балка крепится к колонне
 2. через сварные швы
 3. через опорный столик.
62. Толщину плиты базы центрально-сжатой колонны определяют из условия ее прочности:
 1. На изгиб;
 2. На смятие;
 3. На сжатие.
63. При компоновке сечения центрально-сжатой колонны по принципу равноустойчивости должно соблюдаться условие:
 1. $\lambda_x = \lambda_y$.
 2. $I_x = I_y$

3. $i_x = i_y$

64. Приведенная гибкость центрально-сжатой сквозной колонны относительно свободной оси зависит:

1. От конструкции соединения ветвей.
2. От количества ветвей.
3. От количества ветвей и конструкции их соединения.

65. Сквозная колонна может потерять несущую способность:

1. Только от потери устойчивости стержня в целом.
2. Только от потери устойчивости отдельной ветви на участке между узлами крепления раскосов или планок.

3. От потери устойчивости стержня в целом и от потери устойчивости отдельной ветви на участке между узлами крепления раскосов или планок.

66. Расстояние между ветвями сквозной центрально-сжатой колонны определяется на основе принципа равноустойчивости из условия:

1. Прочности стержня в целом
2. Устойчивости относительно свободной оси.
3. Устойчивости относительно материальной оси.

67. Устойчивость отдельной ветви сквозной центрально-сжатой колонны:

1. Проверяется только относительно собственной оси ветви, параллельной свободной оси сечения колонны.

2. Проверяется только относительно материальной оси.

3. Не проверяется.

68. Сечение центрально-сжатых колонн проектируется по принципу:

1. Равноустойчивости.
2. Равнопрочности.
3. Ни одно из утверждений не верно.

69. Расчетная длина отдельной ветви сквозной центрально-сжатой колонны равна:

1. Расстоянию между узлами крепления раскосов или планок.

2. Расстоянию между точками закрепления концов стержня колонны с учетом коэффициента μ .

3. Расстоянию между ветвями.

70. При использовании закритической работы стенки в расчетное сечение включается:

1. Только поперечное сечение ребер.
2. Участки стенки в отсеках примыкающих к расчетному сечению.

3. Крайние участки стенки по $0,85t_w \sqrt{\frac{E}{R_y}}$

Семестр 8

1. Колонны производственных однопролетных зданий работают на:

1. Центральное сжатие.

2. Внецентренное сжатие.
3. Поперечный изгиб.
2. *Расчетная длина колонны в плоскости рамы зависит от:*
 1. Формы потери устойчивости, определяемой способом закрепления концов.
 2. Соотношения погонных жесткостей ригеля и колонны.
 3. Способа закрепления концов и соотношения погонных жесткостей ригеля и колонны.
3. *Расчетная длина колонны из плоскости рамы определяется:*
 1. Как наибольшее расстояние между точками закрепления концов колонны от смещения вдоль здания.
 2. Как геометрическая длина стержня колонны, умноженная на коэффициент μ .
 3. Как геометрические длины нижней и верхней частей стержня колонны, умноженные на соответствующие коэффициенты μ_1 и μ_2 .
4. *При определении расчетных длин ступенчатых колонн однопролетных рам одноэтажных производственных зданий для жесткого защемления нижнего конца колонны в фундаменте и шарнирного опирания ригеля считается, что верхний конец колонны:*
 1. Свободен.
 2. Закреплен только от поворота.
 3. Неподвижен и закреплен от поворота – защемленный конец.
5. *При определении расчетных длин ступенчатых колонн однопролетных рам одноэтажных производственных зданий для жесткого защемления нижнего конца колонны в фундаменте и жесткого сопряжения ригеля считается, что верхний конец колонны:*
 1. Свободен.
 2. Закреплен только от поворота.
 3. Неподвижен и закреплен от поворота – защемленный конец.
6. *Верхняя часть колонны выполняется симметричного двутаврового сечения, если:*
 1. Величина положительного момента равна величине отрицательного.
 2. Абсолютные значения моментов разных знаков значительно различаются.
 3. Симметричность сечения определяется только из конструктивных соображений удобства сопряжения с другими элементами.
7. *Выберите формулу, по которой проверяется устойчивость внецентренно сжатых стержней*

1. $\frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$

2. $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$

3. $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

8. Пригодность к эксплуатации внецентренно сжатых стержней проверяется по формуле:

1. $\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{I_{x,n}} y \pm \frac{M_y}{I_{yn}} x \leq R_y \gamma_c$
2. $\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c}\right)^n + \frac{M_y}{C_x W_{xn} R_y \gamma_c} + \frac{M_x}{C_y W_{yn} R_y \gamma_c} \leq 1$
3. $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

9. Коэффициент продольного изгиба при внецентренном сжатии зависит:

1. От механической прочности стали.
2. От формы поперечного сечения.
3. От величины относительного эксцентриситета и условной гибкости.

10. Приведенная гибкость сквозного стержня с соединительными элементами в виде решетки определяется по формуле

1. $\lambda = \frac{l_{ef}}{i}$
2. $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$
3. $\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_{d1}}}$

11. Проверка устойчивости внецентренно-сжатых колонн из плоскости действия момента проверяется по формуле

1. $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$
2. $\frac{N}{\varphi_y A} \leq R_y \gamma_c$
3. $\frac{N}{\varphi_x A} \leq R_y \gamma_c$

12. Выберите формулу, по которой проверяется устойчивость внецентренно сжатых колонн в плоскости рамы

1. $\frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$
2. $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$
3. $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

13. Потеря устойчивости сплошной внецентренно сжатой колонны происходит:

1. При упругой работе материала.
2. В упругопластической стадии работы материала, что учитывается введением коэффициента η , учитывающего ослабление сечения пластическими деформациями.
3. В пластической стадии работы материала.

14. Внецентренно-сжатые сплошные колонны имеют более развитое сечение:

1. В плоскости действия момента M_x - момент в плоскости рамы.
2. Из плоскости рамы.
3. Сечение в плоскости и из плоскости развито одинаково.

15. Потеря устойчивости колонны из плоскости действия момента происходит:

1. По изгибной форме.
2. По крутильной форме.
3. По изгибно-крутильной форме.

16. Величина относительного эксцентриситета при внецентренном сжатии определяется по формуле:

$$1. m_x = \frac{M_x A}{N W_x}$$

$$2. e_x = \frac{M_x}{N}$$

$$3. m_{efx} = \eta m$$

17. Условная гибкость стержня колонны определяется по формуле

$$1. \bar{\lambda} = \frac{l_{ef}}{i} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$2. \lambda = \frac{l_{ef}}{i}$$

$$3. \bar{\lambda}_w = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2$$

18. Требуемая площадь сечения стержня внецентренно-сжатой сплошной колонны определяется из условия:

$$1. \frac{N}{\varphi_y A} \leq R_y \gamma_c$$

$$2. \frac{N}{\sigma \varphi_y A} \leq R_y \gamma_c$$

$$3. \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$$

19. Устойчивость поясов двутавровой колонны с неокаймленными ребрами проверяется по формуле

$$1. \frac{b_{ef}}{t} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$2. \frac{b_{ef}}{t} \leq (0,40 + 0,07 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$3. \frac{b_{ef}}{t} \leq (0,36 + 0,10 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

20. В стержнях ферм возникает усилие:

1. Осевое усилие
2. Изгиб
3. Осевое усилие с кручением

21. Оптимальное очертание фермы должно соответствовать:

1. Эпюре поперечных сил
2. Эпюре изгибающих моментов
3. Эпюре прогибов

22. Угол наклона раскосов в фермах с треугольной решеткой должен быть:

1. $30-45^{\circ}$
2. $35-55^{\circ}$
3. $45-60^{\circ}$

23. Основное назначение связей, устанавливаемых в уровне верхних поясов ферм:

1. Обеспечение удобства монтажа.
2. Обеспечение геометрической неизменяемости покрытия
3. Обеспечение устойчивости верхнего пояса ферм

24. Нагрузка к ферме должна быть приложена:

1. Равномерно распределена по верхнему поясу фермы
2. Сосредоточенными силами, приложенными в узлах
3. Сосредоточенными силами, расположенными на равных расстояниях друг от друга.

25. Расчетная длина стержней сжатого пояса в плоскости фермы принимается равной

1. 0,8 геометрической длины
2. Геометрической длине
3. Расстоянию между узлами, закрепленными связями.

26. Расчетная длина опорного раскоса в плоскости фермы принимается равной

1. 0,8 геометрической длины
2. Геометрической длине
3. Расстоянию между узлами, закрепленными связями.

27. Расчетная длина сжатых стоек и раскосов (кроме опорного) ферм в плоскости ферм принимается равной

1. 0,8 геометрической длины
2. Геометрической длине
3. Расстоянию между узлами, закрепленными связями.

28. Расчетная длина сжатых элементов ферм из парных уголков из плоскости фермы принимается равной

1. 0,8 геометрической длины
2. Геометрической длине
3. Расстоянию между узлами, закрепленными связями.

29. Гибкость сжатых поясов, опорных стоек и раскосов должна быть

1. $\lambda \leq 180 - 60\alpha$, $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \geq 0,5$
2. $\lambda \leq 210 - 60\alpha$, $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \geq 0,5$

3. $\lambda \leq 200$

30. Гибкость сжатых элементов ферм, кроме поясов, опорных стоек и раскосов должна быть

1. $\lambda \leq 180 - 60\alpha$, $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \geq 0,5$

2. $\lambda \leq 210 - 60\alpha$, $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \geq 0,5$

3. $\lambda \leq 200$

31. Гибкость сжатых связей должна быть

1. $\lambda \leq 180 - 60\alpha$

2. $\lambda \leq 210 - 60\alpha$, $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \geq 0,5$

3. $\lambda \leq 200$

32. Совместность работы уголков в растянутых стержнях ферм обеспечивается прокладками, установленными на расстоянии не более (i - радиус инерции)

1. $40 i$

2. $60 i$

3. $80 i$.

33. Совместность работы уголков в сжатых стержнях ферм обеспечивается прокладками, установленными на расстоянии не более (i - радиус инерции)

1. $40 i$

2. $60 i$

3. $80 i$.

34. Сечение сжатых элементов ферм проверяется по формуле:

1. $\frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$

2. $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$

3. $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

35. Сечение растянутых элементов ферм проверяется по формуле:

1. $\frac{N}{A} \leq R_y \gamma_c$

2. $\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$

3. $\frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

36. Стержни поясов стропильных ферм работают на внецентренное сжатие или растяжение:

1. При приложении вертикальной нагрузки между узлами фермы. (в результате непрерывного крепления элементов кровли к поясу)

2. При узловом приложении вертикальной нагрузки - кровля по прогонам или ж/б плитам

37. Гибкость растянутых стержней ферм ограничивают, т.к.:

1. Длинные и тонкие стержни могут провисать под действием собственного веса и колебаться от других воздействий.

2. Стержни могут потерять устойчивость.

3. Стержни могут потерять прочность.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Семестр 7

1. Согласно требований СП 16.13330 назначите сталь для стальной конструкции при следующих исходных данных: 2 группа конструкции, расчетная температура -50°C :

- С235;
- С245;
- С255;
- 09Г2С.

2. Согласно требований СП 16.13330 назначите сталь для стальной конструкции при следующих исходных данных: 4 группа конструкции, расчетная температура -40°C :

- С235;
- С245;
- С255;
- С345.

3. Согласно требований СП 16.13330 назначите сталь для стальной конструкции при следующих исходных данных: труба по ГОСТ 10706-76; 3 группа конструкции, расчетная температура -40°C :

- ВСт3кп;
- ВСт3пс;
- ВСт3сп;
- С245.

4. Согласно требований СП 16.13330 примите нормативное сопротивление для стальной конструкции изготовленной из фасонного проката толщиной 24 мм и стали С345:

- 470 Н / мм^2 ;
- 460 Н / мм^2 ;
- 305 Н / мм^2 ;
- 325 Н / мм^2 .

5. Согласно требований СП 16.13330 примите тип электрода для соединения стальной конструкции с $R_{un} = 380\text{ Н / мм}^2$:

- Э42;
- Э46;
- Э50;
- Э60.

6. Согласно требований СП 16.13330 примите расчетное сопротивление срезу болта класса прочности 8.8:

- $210 \text{ Н} / \text{мм}^2$;
- $330 \text{ Н} / \text{мм}^2$;
- $415 \text{ Н} / \text{мм}^2$;
- $425 \text{ Н} / \text{мм}^2$.

7. Согласно требований СП 16.13330 примите нормативное сопротивление растяжению болта класса прочности 10.9:

- $755 \text{ Н} / \text{мм}^2$;
- $630 \text{ Н} / \text{мм}^2$;
- $560 \text{ Н} / \text{мм}^2$;
- $1040 \text{ Н} / \text{мм}^2$.

8. Согласно требований СП 16.13330 назначьте коэффициент условия работы болтового соединения без контроля натяжения для следующих условий: многоболтовое соединение на срез при болтах класса точности В:

- 0,8;
- 0,9;
- 1,0.

9. Согласно требований СП 16.13330 назначьте коэффициент условия работы болтового соединения без контроля натяжения для следующих условий: многоболтовое соединение на смятие при болтах класса точности А,

R_{un} св.285 и до $375 \text{ Н} / \text{мм}^2$; $1,5 \leq a/d \leq 2$:

- 1,0;
- $0,4a/d + 0,2$;
- $0,5a/d$.

10. Согласно требований СП 16.13330 назначьте коэффициент трения фрикционного болтового соединения для газопламенной обработке поверхностей:

- 0,58;
- 0,42;
- 0,35;
- 0,25.

11. Согласно требований СП 16.13330 назначьте коэффициент γ_h фрикционного болтового соединения при посадке болтов $\delta = 2 \div 3 \text{ мм}$ и действии статической нагрузки:

- 1,12;
- 1,17;
- 1,30.

Семестр 8

1. Назначьте коэффициент надежности для крановой нагрузки
 - 1,1
 - 1,2
 - 1,3
 - 1,4
2. Назначить группу работы мостового крана в складском помещении
 - 1К-3К
 - 4К-6К
 - 7К
 - 8К
3. Назначить группу работы мостового крана при круглосуточном режиме работы
 - 1К-3К
 - 4К-6К
 - 7К
 - 8К
4. Назначьте коэффициент сочетания совместной работы двух кранов с режимом работы 7К
 - 0,85
 - 0,90
 - 0,95
 - 1,00
5. Определите нормативное значение веса снегового покрова для IV-го снегового района
 - 2,4 кПа
 - 3,36 кПа
 - 1,71 кПа
6. Назначьте расчетное значение ветрового давления для III-го ветрового района
 - 0,30 кПа
 - 0,42 кПа
 - 0,21 кПа
7. Назначить коэффициент сочетания для длительной временной нагрузки 1-ой по степени влияния
 - 0,7
 - 0,9
 - 0,95
 - 1,0
8. Назначить коэффициент сочетания для длительной временной нагрузки 3-ой по степени влияния
 - 0,7
 - 0,9
 - 0,95

- 1,0
- 9. Назначить коэффициент сочетания для кратковременной нагрузки 1-ой по степени влияния
 - 0,7
 - 0,9
 - 0,95
 - 1,0
- 10. Назначить коэффициент сочетания для кратковременной нагрузки 1-ой по степени влияния
 - 0,7
 - 0,9
 - 0,95
 - 1,0
- 11. Назначьте материал фундаментного болта для опоры воздушной линии передач при расчетной температуре $t = -50^{\circ}\text{C}$
 - Ст3пс2
 - Ст3пс4
 - Ст3сп4
 - 09Г2С
- 12. Примите расчетное сопротивление растяжению фундаментного болта из стали марки Ст3пс2 М42
 - 180 Н / мм^2
 - 190 Н / мм^2
 - 220 Н / мм^2
 - 230 Н / мм^2

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Семестр 7

1. Оцените несущую способность стыкового прямого сварного соединения со следующими исходными данными:
 - $N = 400 \text{ кН}$; $b = 400 \text{ мм}$; $t = 10 \text{ мм}$; сталь С245; контроль визуальный;
 - $N = 450 \text{ кН}$; $b = 400 \text{ мм}$; $t = 12 \text{ мм}$; сталь С245; контроль инструментальный;
 - $N = 500 \text{ кН}$; $b = 480 \text{ мм}$; $t = 10 \text{ мм}$; сталь С245; контроль визуальный;
 - $N = 480 \text{ кН}$; $b = 500 \text{ мм}$; $t = 10 \text{ мм}$; сталь С255; контроль инструментальный.
2. Оцените несущую способность стыкового косого сварного соединения со следующими исходными данными:

- $N = 400 \text{ kH}$; $b = 400 \text{ мм}$; $t = 10 \text{ мм}$; $\alpha = 75^\circ$; сталь С245; контроль визуальный;

- $N = 450 \text{ kH}$; $b = 400 \text{ мм}$; $t = 12 \text{ мм}$; $\alpha = 80^\circ$; сталь С245; контроль инструментальный;

- $N = 500 \text{ kH}$; $b = 480 \text{ мм}$; $t = 10 \text{ мм}$; $\alpha = 80^\circ$; сталь С245; контроль визуальный;

- $N = 480 \text{ kH}$; $b = 500 \text{ мм}$; $t = 10 \text{ мм}$; $\alpha = 75^\circ$ сталь С255; контроль инструментальный.

3. Оценить несущую способность болтового стыка с двусторонними накладками, болты без контроля натяжения, со следующими исходными данными:

- $N = 800 \text{ kH}$; пояс $200 \cdot 8 \text{ мм}$; накладка $200 \cdot 5 \text{ мм}$; сталь С255; болты М20 класс 8.8;

- $N = 800 \text{ kH}$; пояс $200 \cdot 12 \text{ мм}$; накладка $200 \cdot 5 \text{ мм}$; сталь С285; болты М20 класс 8.8;

- $N = 1000 \text{ kH}$; пояс $280 \cdot 8 \text{ мм}$; накладка $280 \cdot 5 \text{ мм}$; сталь С255; болты М20 класс 8.8;

- $N = 1200 \text{ kH}$; пояс $280 \cdot 10 \text{ мм}$; накладка $200 \cdot 4 \text{ мм}$; сталь С285; болты М20 класс 8.8;

4. Оценить несущую способность болтового стыка с двусторонними накладками, болты с контролем натяжения, со следующими исходными данными:

- $N = 840 \text{ kH}$; пояс $200 \cdot 8 \text{ мм}$; накладка $200 \cdot 5 \text{ мм}$; сталь С255; болты М20 сталь 40Х;

- $N = 880 \text{ kH}$; пояс $200 \cdot 12 \text{ мм}$; накладка $200 \cdot 5 \text{ мм}$; сталь С285; болты М20 сталь 40Х;

- $N = 1100 \text{ kH}$; пояс $280 \cdot 8 \text{ мм}$; накладка $280 \cdot 5 \text{ мм}$; сталь С255; болты М20 сталь 40Х;

- $N = 1250 \text{ kH}$; пояс $280 \cdot 10 \text{ мм}$; накладка $200 \cdot 4 \text{ мм}$; сталь С285; болты М20 сталь 40Х;

5. Оценить несущую способность по нормальным напряжениям прокатной балки из двутавра по ГОСТ 8239 при следующих исходных данных:

- $l = 12,5 \text{ м}$; $q = 180 \text{ kH / м}$; балка №20; сталь С255;

- $l = 14,5 \text{ м}$; $q = 170 \text{ kH / м}$; балка №18; сталь С245;

- $l = 15,5 \text{ м}$; $q = 220 \text{ kH / м}$; балка №24; сталь С285;

- $l = 14,5 \text{ м}$; $q = 190 \text{ kH / м}$; балка №20; сталь С285;

6. Оценить несущую способность по предельно допустимым прогибам прокатной балки из двутавра по ГОСТ 8239 при следующих исходных данных:

- $l = 14,5 \text{ м}$; $q^n = 190 \text{ kH / м}$; балка №20; сталь С255; $[f / l] = 1 / 400$;

- $l = 13,5 \text{ м}$; $q^n = 170 \text{ kH / м}$; балка №22; сталь С245; $[f / l] = 1 / 400$;

- $l = 16,5 \text{ м}; q^n = 200 \text{ кН / м};$ балка №18; сталь С285; $[f/l] = 1/400$;
- $l = 15,5 \text{ м}; q^n = 240 \text{ кН / м};$ балка №24; сталь С285; $[f/l] = 1/400$.

7. Оценить несущую способность сплошной центрально-сжатой колонны из прокатного двутавра по ГОСТ 8239 при следующих исходных данных:

- $N = 3200 \text{ кН}; l_0 = 9,0 \text{ м}; \mu = 0,7;$ сталь С255; двутавр №40;
- $N = 3450 \text{ кН}; l_0 = 8,2 \text{ м}; \mu = 1,0;$ сталь С245; двутавр №36;
- $N = 3000 \text{ кН}; l_0 = 9,6 \text{ м}; \mu = 0,7;$ сталь С285; двутавр №40;
- $N = 3800 \text{ кН}; l_0 = 9,4 \text{ м}; \mu = 1,0;$ сталь С285; двутавр №36.

8. Оценить несущую способность сквозной двухветвевой центрально-сжатой колонны из прокатного двутавра по ГОСТ 8239 при следующих исходных данных:

- $N = 3200 \text{ кН}; l_0 = 9,0 \text{ м}; \mu = 0,7;$ сталь С255; двутавр №24;
- $N = 3450 \text{ кН}; l_0 = 8,2 \text{ м}; \mu = 1,0;$ сталь С245; двутавр №22;
- $N = 3000 \text{ кН}; l_0 = 9,6 \text{ м}; \mu = 0,7;$ сталь С285; двутавр №20;
- $N = 3800 \text{ кН}; l_0 = 9,4 \text{ м}; \mu = 1,0;$ сталь С285; двутавр №26.

Семестр 8

1. Определить эквивалентную ветровую распределенную и сосредоточенную нагрузку на раму при следующих исходных данных:

- шаг 6 м; $H = 18,4 \text{ м};$ III ветровой район
- шаг 6 м; $H = 24,6 \text{ м};$ VI ветровой район
- шаг 6 м; $H = 21,7 \text{ м};$ II ветровой район
- шаг 6 м; $H = 25,8 \text{ м};$ III ветровой район

2. Определить крановое давление $D_{\max}; D_{\min}$ на раму при следующих исходных данных:

- два крана 50 т, режим 5К, шаг рам 6 м
- два крана 80 т, режим 2К, шаг рам 6 м
- два крана 80 т, режим 5К, шаг рам 6 м
- два крана 100 т, режим 7К, шаг рам 6 м

3. Определить суммарную нагрузку в следующем сочетании кратковременных нагрузок

- 200 кН, 250 кН, 250 кН, 300 кН
- 250 кН, 250 кН, 400 кН, 500 кН
- 200 кН, 400 кН, 500 кН, 500 кН
- 250 кН, 300 кН, 300 кН, 300 кН

4. Определить суммарную нагрузку в следующем сочетании длительных временных нагрузок

- 200 кН, 250 кН, 250 кН, 300 кН
- 250 кН, 250 кН, 400 кН, 500 кН

- 200 кН, 400 кН, 500 кН, 500 кН

- 250 кН, 300 кН, 300 кН, 300 кН

5. Назначить толщину фасонки в элементе фермы при следующем усилии в нем:

- 200 кН

- 480 кН

- 850 кН

- 1200 кН

6. Назначьте расстояние между соединительными прокладками в элементе фермы из спаренных уголков при следующих исходных данных:

- $100 \cdot 100 \cdot 8, l = 4200 \text{ мм}$, элемент растянут

- $90 \cdot 90 \cdot 7, l = 2400 \text{ мм}$, элемент сжат

- $125 \cdot 125 \cdot 9, l = 3100 \text{ мм}$, элемент сжат

- $80 \cdot 80 \cdot 8, l = 3900 \text{ мм}$, элемент растянут

7. Определите усилие в анкерном болте опорного узла внецентренно-сжатой колонны при следующих исходных данных:

- $N = 300 \text{ кН}; M = 6000 \text{ кН} \cdot \text{м}; l = 600 \text{ мм}; l_a = 800 \text{ мм}$

- $N = 350 \text{ кН}; M = 6400 \text{ кН} \cdot \text{м}; l = 600 \text{ мм}; l_a = 900 \text{ мм}$

- $N = 400 \text{ кН}; M = 6800 \text{ кН} \cdot \text{м}; l = 800 \text{ мм}; l_a = 900 \text{ мм}$

- $N = 400 \text{ кН}; M = 7000 \text{ кН} \cdot \text{м}; l = 800 \text{ мм}; l_a = 1000 \text{ мм}$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Вопросы для подготовки к экзамену в семестре 7

1. Цель расчета и группы предельных состояний. Нормативные и расчетные нагрузки. Основы расчета металлических конструкций. Нормативные и расчетные сопротивления. Классификация нагрузок и воздействий. Сочетания нагрузок.

2. Свойства стали. Классификация и нормирование стали. Выбор стали. Работа стали при одноосном и сложном напряженном состояниях. Концентрация напряжений. Работа при повторных нагрузках. Сортамент.

3. Сварка металлов. Сущность процесса. Классификация основных видов сварки. Свариваемость строительных сталей. Сварочные напряжения и деформации. Способы уменьшения и исправления сварочных напряжений и деформаций.

4. Основные типы сварных швов и соединений. Геометрические характеристики швов. Классификация швов по расположению в пространстве. Методы контроля качества сварки и сварных конструкций. Разновидности дефектов сварки. Природа их образования и способы устранения.

5. Конструктивные требования к сварным швам. Расчет сварных соединений со стыковыми и угловыми швами.

6. Виды болтов. Виды болтовых соединений. Расчет соединений на болтах без контролируемого натяжения. Расчет соединений на высокопрочных болтах. Конструирование болтовых соединений.

7. Основы расчета изгибаемых элементов. Расчет изгибаемых элементов с учетом развития пластических деформаций. Понятие о пластическом шарнире.

8. Общая устойчивость изгибаемых элементов. Местная устойчивость элементов изгибаемых балок. Продольные и поперечные ребра жесткости.

9. Общая характеристика балочных конструкций. Типы балочных клеток. Узлы сопряжения балок между собой.

10. Подбор и проверка сечения прокатной балки.

11. Подбор и проверка сечения составной балки. Понятие об оптимальной и минимальной высоте балки.

12. Укрепление стенки балки над опорой.

13. Изменение поперечного сечения балки по длине.

14. Соединение поясов балки со стенкой сварными швами.

15. Стыки балок. Классификация стыков в зависимости от условий сборки, типов балок и видов соединений. Конструкция сварных стыков прокатных и составных сварных балок. Стык составной балки на болтах без контролируемого натяжения. Стык составной балки на высокопрочных болтах.

16. Расчёт на прочность центрально растянутых или сжатых элементов. Расчёт на устойчивость центрально сжатых элементов.

17. Сплошные колонны. Подбор и проверка сечения.

18. Сквозные колонны. Их конструктивные особенности. Влияние решетки на устойчивость колонны. Подбор и проверка сечения сквозной колонны на планках. Расчет планок.

19. Конструирование и расчет базы центрально сжатой колонны.

20. Расчет и конструирование оголовков колонн при опирании балок сверху.

Вопросы для подготовки к экзамену в семестре 8

1. Общая характеристика каркасов производственных зданий. Состав каркаса однопролетного одноэтажного производственного здания. Требования, предъявляемые к каркасам производственных зданий. Компоновка конструктивной схемы каркаса. Размещение колонн в плане и компоновка рамы каркаса.

2. Нагрузки, действующие на раму каркаса. Виды, схемы приложения, определение величин. Предпосылки и допущения при расчете рамы каркаса. Расчетная схема рамы каркаса. Характер эпюр изгибающих моментов в раме от нагрузок.

3. Связи каркаса производственного здания. Виды и общее назначение. Назначение и конструкция горизонтальных связей в плоскости верхних поясов ферм. Назначение и конструкция вертикальных связей между фермами.

Основы расчета связей. Назначение и конструкция горизонтальных продольных и поперечных связей в плоскости нижних поясов ферм. Вертикальные связи между колоннами. Их назначение, размещение и конструкция.

4. Особенности расчета сквозного ригеля рамы одноэтажного однопролетного стального каркаса промздания. Определение возможного усилия сжатия в крайней панели нижнего пояса фермы. Невыгодное сочетание нагрузок. Расчет и конструкция узла сопряжения верхнего пояса сквозного ригеля с колонной. Расчет и конструкция узла сопряжения нижнего пояса сквозного ригеля с колонной. Конструкция опорного столика фермы. Расчет сварных швов его крепления.

5. Определение расчетных длин верхней и нижней частей колонны рамы стального каркаса промздания. Подбор и проверка сечения сплошной внецентренно сжатой колонны в плоскости действия момента. Проверка сечения сплошной внецентренно сжатой колонны из плоскости действия момента. Местная устойчивость поясов и стенки сплошной внецентренно сжатой колонны. Расстановка и конструкция поперечных ребер жесткости.

6. Подбор сечения сквозной внецентренно сжатой колонны. Проверка устойчивости ее ветвей из плоскости рамы. Расчет и конструкция решетки сквозной внецентренно сжатой колонны. Проверка устойчивости ее ветвей в плоскости рамы. Проверка устойчивости сквозной внецентренно сжатой колонны в плоскости действия момента как единого стержня.

7. Расчет и конструкция узла сопряжения надкрановой и сквозной подкрановой частей колонны промздания. Расчет и конструкция отдельной базы внецентренно сжатой колонны. Конструирование и расчет анкерных болтов при отдельной базе внецентренно сжатой колонны.

8. Общие сведения о фермах. Их классификация и области применения. Очертание ферм. Схемы решеток ферм. Компонировка фермы. Расчет и действительная работа фермы. Расчетные длины элементов фермы. Предельные гибкости элементов фермы. Типы сечений элементов фермы. Компонировка сечений элементов фермы из парных уголков. Подбор сечений растянутых стержней фермы. Подбор сечений фермы по предельной гибкости. Подбор сечений сжатых стержней фермы. Общие требования к конструированию ферм (правила конструирования ферм). Расчет и конструкция рядовых (не опорных) узлов фермы.

9. Прогоня покрытия. Расчет и конструирование. Тяжи по прогонам

10. Подкрановые и тормозные балки. Определение расчетных усилий в подкрановых и тормозных балках. Особенности расчета и конструирования. Крановые рельсы. Узлы их крепления. Конструкция тупиковых упоров.

11. Определение технико-экономических показателей при вариантном проектировании: расход материала, трудоемкость изготовления и монтажа, стоимость «в деле», приведенные затраты.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 1 стандартную и 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, стандартная задача оценивается в 5 баллов, прикладная - в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 12 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 13 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 25 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные сведения о металлических конструкциях. Свойства и работа строительных сталей и алюминиевых сплавов. Основы расчета строительных металлических конструкций. Виды и классификация нагрузок и воздействий	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
2	Сварные соединения металлических конструкций. Болтовые соединения металлических конструкций	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
3	Балки и балочные конструкции	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
4	Центрально сжатые колонны	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
5	Основы проектирования и расчета каркаса	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
6	Конструкции покрытий промзданий. Стропильные фермы	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
7	Колонны каркаса	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
8	Фахверковые конструкции. Подкрановые конструкции	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта
9	Основы экономики металлических конструкций. Вариантное проектирование	ПК-1 , ПК-2	Тест, защита курсового проекта

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта (работы) осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Металлические конструкции / под.ред. Ю.И.Кудишина.- М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 675 с.

К-во экз. – 139 шт.

2. Металлические конструкции. В 3 т. Т.1 Элементы конструкций / под.ред. В.В.Горева.- М.: Высшая школа, 2004.- 551 с.

К-во экз. – 98 шт.

3. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2 Конструкции зданий / под.ред. В.В.Горева.- М.: Высшая школа, 2004.- 527 с.

К-во экз. – 97 шт.

4. Мандриков А.П., Примеры расчета металлических конструкций.- М.: Стройиздат, 1991.- 430 с.

К-во экз. – 208 шт.

5. Справочные материалы для проектирования стальных конструкций / А.С.Щеглов, В.И.Щеглова, И.П.Сигаев.- Воронежский ГАСУ, 2016.- 197 с.

К-во экз. – 48 шт.

6. Проектирование элементов стальных конструкций зданий и сооружений / ФГБОУ ВО ВГТУ, А.А.Свентиков.- Воронеж, 2018 .- 34 с.

К-во экз. – 47 шт.

7. Колоколов С.Б. Практикум по металлическим конструкциям [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Колоколов С.Б.— Электрон. текстовые

данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, ИПК «Университет», 2016.— 179 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69928.html> .— ЭБС «IPRbooks»

8. Колодёжнов С.Н. Металлические конструкции рабочей площадки в примерах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Колодёжнов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55010.html> .— ЭБС «IPRbooks»

9. Расчет и проектирование несущих конструкций стального каркаса здания / С.Н.Колодежнов и др.- Саратов: Профобразование, 2019.94 с. Режим доступа: Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87276.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Программное обеспечение:
 - Adobe Acrobat Reader;
 - Microsoft SQL Server Managment Studio;
 - Microsoft Access 2010;
 - Mozilla Firefox;
 - СПС Консультант Бюджетные организации: Версия Проф Специальный_выпуск;
 - Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB <FQC-09118>;
 - ЛИРА 10.8 Full для ВУЗов локальная обмен с ЛИРА 10.4 Full для ВУЗов локальная

2. Internet-ресурсы

<https://old.education.cchgeu.ru/> - образовательный портал ВГТУ
<http://www.ipr.booshop.ru> — электронно-библиотечный ресурс
<http://elibrary.ru/> — научная электронная библиотека.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для эффективного усвоения курса на лекциях и практических занятиях используются учебные кинофильмы, слайды, плакаты, учебные пособия.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Металлические конструкции (общий курс)» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета строительных стальных конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Выполнение этапов курсового проекта (работы) должно быть своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта (работы), защитой курсового проекта (работы).

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

	- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.