

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета  Панфилов Д.В.
«22» октября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Металлические конструкции включая сварку»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы



/ Беляева С.Ю. /

И.о. заведующего кафедрой
Металлических и деревянных
конструкций



/ А.А. Свентиков /

Руководитель ОПОП



/ Т.В. Макарова /

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Подготовка бакалавров по проектированию зданий широкого профиля с углубленным изучением основ проектирования металлических конструкций зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- выработка понимания основ работы элементов металлических конструкций зданий и сооружений;
- знание принципов рационального проектирования металлических конструкций с учетом требований изготовления, монтажа и эксплуатационной надежности на основе технико-экономического анализа;
- формирование навыков конструирования и расчета для решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизированного проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Металлические конструкции включая сварку» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Металлические конструкции, включая сварку» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен участвовать в инженерных изысканиях, проектировании деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать методики расчетного обоснования проектных решений отдельных металлоконструкций и здания в целом.
	уметь выполнять расчеты металлических конструкций, по первой и второй группам предельных состояний
	владеть конструированием и графическим оформлением проектной документации на металлические конструкции, узлы и детали

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Металлические конструкции включая сварку» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	90	54	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	36	18
в том числе в форме практической подготовки	14	14	-
Самостоятельная работа	54	18	36
Курсовой проект	+		+
Виды промежуточной аттестации - зачет, зачет с оценкой	+	+	+
		зачет	Зачет с оценкой
Общая трудоемкость:			
академические часы	144	72	72
зач.ед.	4	2	2

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.	СРС	Всего, час
1	Материалы МК.	ГОСТы и ТУ на них. Работа строительных сталей и алюминиевых сплавов под нагрузкой. Предельные состояния МК, основы расчета по предельным состояниям. Сортамент, Стадии проектирования.	2	2	4	12
		<i>Практическая подготовка обучающихся</i>		2		
2	Соединения МК	<u>Сварные соединения.</u> Сварочные напряжения и деформации. Свариваемость сталей. Виды сварных соединений. Расчет и конструирование стыковых и угловых швов. Правила конструирования.	4	4	4	12

		<u>Болтовые соединения.</u> Виды болтов. Расчет и конструирование болтовых соединений.				
3	Элементы металлических конструкций	<u>Балки и балочные конструкции.</u> 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. <u>Колонны и стержни,</u> работающие на центральное сжатие. Предельные состояния. Компоновка сечений сплошных и сквозных колонн. Проверка прочности, общей и местной устойчивости. Расчет и конструирование соединительных элементов сквозных стоек. Расчет и конструирование баз и оголовков колонн.	12	30	10	52
		<i>Практическая подготовка обучающихся</i>		12		
4	Основные требования к стальным каркасам промзданий	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. Пространственная работа каркаса.	4	4	6	14
5	Конструкции покрытий промзданий	Стропильные и подстропильные фермы, фонари. Расчет и конструирование ферм в системе каркаса. Унификация геометрических схем ферм,	8	8	14	30

		расчетные длины элементов ферм, предельные гибкости элементов ферм. Расчетные схемы ферм. Расчет и конструирование узлов. Типы кровель. Сплошные и сквозные прогоны. Расчет и конструирование. Тяжи по прогонам. Конструкции узлов крепления тяжей. Особенности конструирования фонарных надстроек. Типы фонарей.				
6	<u>Колонны каркаса.</u> <u>Фахверковые</u> <u>конструкции.</u>	Типы сечений колонн. Работа сжато-изогнутых стержней. Подбор и проверка сечений сплошных и сквозных колонн. Расчетные длины колонн. Расчет и конструирование соединительных элементов сквозных 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. Элементы продольного и торцевого фахверка, их назначение. Расчетная схема стойки фахверка. Действующие нагрузки.	6	6	16	28
Итого			36	54	54	144

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Подготовка технических заданий на разработку раздела проектной документации на металлические конструкции: - Определение объема и состава исходных данных для разработки раздела проектной документации на металлические конструкции - Разработка технических заданий на создание раздела проектной документации на металлические конструкции - Анализ справочной и нормативной документации по разработке раздела проектной документации на металлические конструкции, анализ современных проектных решений объектов с применением металлических конструкций	ПК-4 (трудовая функция В/01.6 - ПС 16.126)
2	Выполнение расчетов металлических конструкций балочной клетки: - Формирование конструктивной системы балочной клетки с применением металлических конструкций, построение расчетной модели сооружения и расчетных схем ее отдельных элементов; - Сбор нагрузок на балки рабочей площадки определение усилий в элементах балочной клетки; - Выполнение подбора сечения стальной прокатной балки с проверочными расчетами ее несущей способности и деформаций; - Расчет и подбор сечений составных стальных балок с использованием действующей нормативно-справочной документации; - Расчет и подбор сечения стержня сплошной центрально-сжатой колонны; - Оформление расчетов металлических конструкций	ПК-4 (трудовая функция В/02.6 - ПС 16.126)
3	Формирование основных узловых соединений металлических конструкций и их расчет: формирование монтажного стыка отпавочных элементов составной балки на болтах, расчет и конструирование стыка	ПК-4 (трудовая функция А/02.6 - ПС 16.126)

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

5.3 Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Подготовка технических заданий на разработку раздела проектной документации на металлические конструкции: - Определение объема и состава исходных данных для разработки раздела проектной документации на металлические конструкции - Разработка технических заданий на создание раздела проектной документации на металлические конструкции - Анализ справочной и нормативной документации по разработке раздела проектной документации на металлические конструкции, анализ современных проектных решений объектов с применением металлических конструкций	1
2	2	Расчет болтовых соединений металлических конструкций. Основные правила конструирования болтовых соединений	2
3	2	Расчет сварных соединений металлических конструкций. Основные правила конструирования сварных соединений	2
4	3	Формирование конструктивной системы балочной клетки с применением металлических конструкций, построение расчетной модели сооружения и расчетных схем ее отдельных элементов. Сбор нагрузок на балки рабочей площадки определение усилий в элементах балочной клетки	1
5	3	Выполнение подбора сечения стальной прокатной балки с проверочными расчетами ее несущей способности и деформаций. Оформление расчетов.	2
6	3	Расчет и подбор сечений составных стальных балок с использованием действующей нормативно-справочной документации. Оформление расчетов.	4
7	3	Расчет изменения сечения составной балки по длине, проверка прочности измененного сечения	2
8	3	Проверочные расчеты местной устойчивости поясов и стенки составной балки в соответствии с требованиями действующих норм проектирования металлических конструкций	2
9	3	Расчет поясных сварных швов составной балки двутаврового сечения.	1
10		Формирование и расчет опорной части балки.	1
11	3	Формирование основных узловых соединений металлических конструкций и их расчет: формирование монтажного стыка отправочных элементов составной балки на болтах, расчет и конструирование стыка	4

12	3	Расчет и подбор сечения стержня сплошной центрально-сжатой колонны. Оформление расчетов.	2
13	3	Особенности расчета, подбора сечения и конструирования стержня сквозной центрально-сжатой колонны.	4
14	3	Проверочные расчеты прочности центрально-сжатых колонн: обоснование необходимости проверки по требованиям действующих норм проектирования металлических конструкций и местной устойчивости	1
15	3	Проверочные расчеты местной устойчивости полок и стенки сплошной центрально-сжатой колонны. Конструктивное оформление стержня колонны	1
16	3	Формирование основных узловых соединений стальных колонн: расчет и конструирование шарнирной базы и оголовка центрально сжатой колонны при опирании балок сверху	4
17	3	Подбор чертежей комплекта проектной документации на металлические конструкции балочной клетки, включая прилагаемые документы: составление схем расположения элементов балочной клетки в разделах КМ и КМД. Нормоконтроль оформления чертежей комплекта проектной документации на металлические конструкции балочной клетки	1
18	3	Основные принципы формирования чертежей стыковых и узловых соединений элементов балочной клетки раздела проектной документации на металлические конструкции: составление чертежей узловых соединений главной балки с колонной, главной и второстепенной балок в соответствии с требованиями действующих стандартов	1
19	4	Сбор нагрузок и воздействий на поперечную раму производственного здания. Формирование конструктивной и расчетной схемы рамы. Статический расчет поперечной рамы. Составление РСУ	2
20	5	Сбор нагрузок на стропильную ферму, формирование конструктивной и расчетной схемы фермы, определение усилий в стержнях фермы и их расчетных сочетаний с использованием расчетных программных комплексов	2
21	5	Расчет и подбор сечений центрально-сжатых и центрально-растянутых стержней фермы	4
22	6	Расчет и подбор сечения сплошной внецентренно-сжатой колонны производственного здания. Выполнение проверочных расчетов несущей способности сплошной колонны	4
23	6	Расчет и подбор сечения сквозной внецентренно-сжатой колонны производственного здания. Выполнение проверочных расчетов несущей способности сквозной колонны	4
24	6	Формирование и расчет жесткой базы колонны сплошного и сквозного сечения.	2

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование стальных конструкций рабочей площадки»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- приобретение навыков работы с нормативной, научно-исследовательской, справочной и другой литературой;
- знакомство с особенностями проектирования металлических конструкций на стадиях КМ и КМД;
- приобретение и формирование навыков конструирования и расчета металлических конструкций при решении конкретных инженерных задач.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку с эскизами и расчетами.

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-4	знать методики расчетного обоснования проектных решений отдельных металлоконструкций и здания в целом.	решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнять расчеты металлических конструкций, по первой и второй группам предельных состояний	решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть конструированием и	решение стандартных	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	графическим оформлением проектной документации на металлические конструкции, узлы и детали	практических задач	предусмотренный в рабочих программах	в рабочих программах
--	--	--------------------	--------------------------------------	----------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	знать методики расчетного обоснования проектных решений отдельных металлоконструкций и здания в целом.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выполнять расчеты металлических конструкций, по первой и второй группам предельных состояний	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть конструированием и графическим оформлением проектной документации на металлические конструкции, узлы и детали	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 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-4	знать методики расчетного обоснования проектных решений отдельных металлоконструкций и здания в целом.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять расчеты металлических конструкций, по первой и второй	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	группам предельных состояний		верные ответы	получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
	владеть конструированием и графическим оформлением проектной документации на металлические конструкции, узлы и детали	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

- К достоинствам стальных конструкций относятся
 - 1) легкость;
 - 2) огнестойкость;
 - 3) коррозионная стойкость;
 - 4) недеформируемость.
- Склонность стали к хрупкому разрушению оценивается
 - 1) ударной вязкостью;
 - 2) углеродным эквивалентом;
 - 3) временным сопротивлением;
 - 4) степенью раскисления.
- Стальные строительные конструкции следует рассчитывать по методу
 - 1) предельных равновесий;
 - 2) предельных деформаций;
 - 3) предельных напряжений;
 - 4) предельных состояний.
- Коэффициент сочетания нагрузок ψ учитывает
 - 1) их отклонения в одновременной комбинации в неблагоприятную сторону;
 - 2) их отклонения в одновременной комбинации в большую сторону;
 - 3) вероятность их одновременного действия;
 - 4) вероятность их одновременного появления с максимальными значениями
- Расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести определяется выражением
 - 1) $R_{wy} = 0,8R_{un}$;
 - 2) $R_s = 0,58R_y$;

- 3) $R_y = R_{yn} / \gamma_m$;
- 4) $R_y = 0,7 R_u$.
6. В какой зависимости от прочности стали находится модуль упругости?
- 1) более прочные стали имеют более высокий модуль упругости;
 - 2) менее прочные стали имеют более высокий модуль упругости;
 - 3) стали повышенной прочности имеют максимальный модуль упругости по сравнению со сталями обычной или высокой прочности;
 - 4) модуль упругости стали практически не зависит от ее прочности.
7. По какому сечению из перечисленных может произойти разрушение углового сварного шва?
- 1) по металлу шва;
 - 2) по металлу соединяемых элементов;
 - 3) по поверхности соединяемых элементов;
 - 4) по одному из концевых сечений.
8. Каким выражением из перечисленных определяется расчетное сопротивление стыкового сварного шва?
- 1) $R_{wy} = 0,45 R_{un}$;
 - 2) $R_{wy} = 0,7 R_{yn}$;
 - 3) $R_{wy} = 0,8 R_{yn}$;
 - 4) $R_{wy} = 0,85 R_y$.
9. Несущая способность соединения на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением из перечисленного зависит
- 1) от способа очистки соединяемых поверхностей;
 - 2) от толщины соединяемых элементов;
 - 3) от марки стали соединяемых элементов;
 - 4) от класса точности болта.
10. Расчетное сопротивление болтов растяжению имеет обозначение
- 1) R_{bh} ;
 - 2) R_{bp} ;
 - 3) R_{bs} ;
 - 4) R_{bt} .
11. Наиболее рациональное сечение для изгибаемого элемента
- 1) прямоугольное сплошное;
 - 2) круглое трубчатое;
 - 3) ромбическое трубчатое;
 - 4) двутавровое.
12. В каком месте по высоте сечения стальной двутавровой балки возникают наибольшие касательные напряжения?
- 1) в крайних по высоте волокнах;
 - 2) на нейтральной оси;
 - 3) в местах соединения поясов со стенкой;
 - 4) по всей высоте сечения касательные напряжения одинаковы.

13. Напряжения в поперечном сечении центрально сжатой колонны распределяются

- 1) по линейному закону;
- 2) по параболе;
- 3) равномерно;
- 4) ступенчато разных знаков.

14. Опорная плита базы центрально сжатой колонны работает

- 1) на изгиб;
- 2) на сжатие;
- 3) на сжатие с изгибом;
- 4) на смятие.

15. При узловой нагрузке элементы фермы испытывают

- 1) изгиб;
- 2) сжатие с изгибом;
- 3) центральное растяжение или сжатие;
- 4) стесненное кручение.

16. Расстояние между соединительными прокладками в сжатом элементе стропильной фермы из парных уголков не должно превышать $40i$, где i

- 1) радиус инерции составного сечения элемента относительно оси, параллельной плоскости прокладок;
- 2) радиус инерции составного сечения элемента относительно оси, перпендикулярной плоскости прокладок;
- 3) радиус инерции сечения одного уголка относительно оси, параллельной плоскости прокладок;
- 4) радиус инерции сечения одного уголка относительно оси, перпендикулярной плоскости прокладок.

17. Расчетная длина ветви сквозной (нижней части) колонны стального каркаса промышленного здания из плоскости рамы каркаса равна

- 1) расстоянию между узлами решетки;
- 2) расстоянию между центрами тяжести сечений ветвей;
- 3) расстоянию между узлами крепления вертикальных связей по колоннам;
- 4) $\mu_1 \cdot l_{geom}$, где l_{geom} – геометрическая длина сквозной части колонны; μ_1 – коэффициент расчетной длины.

18. Устойчивость внецентренно сжатой колонны в плоскости рамы стального каркаса (в плоскости действия момента) проверяется условием

- 1) $N/A + M/W \leq R_y \gamma_c$;
- 2) $N/(\varphi A) + M/W \leq R_y \gamma_c$;
- 3) $N/(\varphi_e A) \leq R_y \gamma_c$
- 4) $\frac{N}{W} \left(\frac{\rho}{\varphi} + e \right) \leq R_y \gamma_c$.

19. Поперечные горизонтальные связи каркаса в плоскости верхних поясов ферм предназначены

- 1) для снижения усилий в элементах путем перераспределения нагрузки на смежные фермы;
- 2) для повышения жесткости смежных стропильных ферм;
- 3) для обеспечения устойчивости верхних поясов ферм из их плоскости;
- 4) для обеспечения совместной работы смежных рам каркаса.

20. Вертикальные связи нижнего яруса по колоннам стального каркаса здания устанавливаются

- 1) у торцов температурного блока;
- 2) в средней части температурного блока;
- 3) у торцов и в средней части температурного блока;
- 4) равномерно по длине температурного блока на расстояниях между осями связей на менее 24 м.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Выполнить подбор сечения прокатной балки: пролет балки 5 м, шаг балок 2 м, суммарная нормативная нагрузка на площадку 25 кПа, класс стали С255.
2. Выполнить расчет и компоновку оптимального сечения сварной составной балки согласно следующим исходным данным: шаг балок 5 м, пролет балки 12м, суммарная нормативная нагрузка на площадку 25 кПа, класс стали С255
3. Выполнить расчет сварных поясных швов для балки, рассчитанной по заданию 2.
4. Выполнить расчет и конструирование фрикционного болтового стыка отправочных элементов балки, рассчитанной по заданию 2.
5. Выполнить расчет и конструирование болтового стыка отправочных элементов балки (на болтах без контролируемого натяжения) по усилиям, полученным в задании 2.
6. Рассчитать сечение сплошной центрально-сжатой колонны, если ее высота составляет 10м, продольная сжимающая сила 2500кН, сталь С255.
7. Рассчитать и скомпоновать сечение сквозной центрально-сжатой колонны, если ее высота составляет 10м, продольная сжимающая сила 2500кН, сталь С255.
8. Для колонны, подобранной по заданию 7, рассчитать соединительные планки.
9. Рассчитать оголовки колонны, рассчитанной в задании 6.
10. Рассчитать шарнирную базу колонны, исходные данные принять по заданию 7.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Выполнить компоновку и чертеж монтажных схем балочной клетки с маркировкой ее элементов: главные балки имеют пролет 12м, второстепенные 5, шаг второстепенных балок 2м, полезная высота до низа

главных балок – 10м. Сформировать систему связей каркаса, считая, что сопряжения основных несущих элементов между собой шарнирное, колон с фундаментом – шарнирное.

2. Выполнить чертеж узла опирания балки на колонну сверху с необходимыми проекциями.

3. Выполнить эскиз узла сопряжения балок в балочной клетке в одном уровне.

4. Выполнить эскиз этажного узла сопряжения балок в балочной клетке.

5. Выполнить эскиз шарнирной базы колонны.

6. Для рассчитанной составной балки выполнить чертеж КМД.

7. Для рассчитанной составной балки сформировать спецификацию металлопроката.

8. Выполнить компоновочные схемы каркаса одноэтажного однопролетного производственного здания, показать систему связей: пролет здания 24м, длина здания 90м, шаг поперечных рам 6м.

9. Сформировать монтажные схемы чертежа КМД балочной клетки, исходные данные принять по заданию 1.

10. Выполнить чертеж жесткой базы колонны, считая, что ее нижняя часть сквозная из двутавров 50Б1, расстояние между ветвями 1,5м, высота траверсы 500мм, толщина траверсы 16мм, толщина опорной литы 36мм, размеры плиты в плане 400х600мм, анкерный болт М36.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Область применения металлических конструкций; их особенности.
2. Выбор стали для строительных конструкций. Сортамент.
3. Расчет металлических конструкций по предельным состояниям.
4. Нагрузки и воздействия; сочетания нагрузок; их нормативные и расчетные значения.
5. Классификация сварных швов и соединений и требования к ним.
6. Расчет и конструирование стыковых сварных соединений при действии растягивающих усилий, изгибающих моментов, поперечных сил.
7. Расчет и конструирование сварных соединений с угловыми швами при действии продольных и поперечных сил, изгибающих моментов.
8. Конструктивные требования к сварным соединениям.
9. Виды болтов, применяемых в строительных конструкциях. Работа и расчет болтовых соединений на растяжение.
10. Работа, расчет и конструирование болтовых соединений без контролируемого натяжения болтов.
11. Работа, расчет и конструирование фрикционных соединений на высокопрочных болтах.
12. Основы работы и расчета изгибаемых элементов. Понятие о пластическом шарнире. Учет развития пластических деформаций при расчете балок.
13. Определение минимальной высоты сечения составной сварной балки.

14. Определение оптимальной высоты сечения составной сварной балки.
15. Подбор сечения составной сварной балки. Проверка нормальных, касательных и приведенных напряжений.
16. Изменение сечения составных сварных балок по длине.
17. Конструирование узлов опирания балок на колонны. Расчет опорного узла составной сварной балки.
18. Расчет сварного соединения поясных листов составной балки со стенкой.
19. Конструирование и расчет узлов сопряжений второстепенных и главных балок (шарнирных и жестких; этажных и в одном уровне).
20. Проверка и обеспечение устойчивости сжатого пояса балки.
21. Проверка и обеспечение устойчивости стенки балки.
22. Заводские и монтажные стыки балок.
23. Конструирование и расчет монтажного стыка стенки составной балки на высокопрочных болтах.
24. Основы расчета центрально сжатых элементов. Понятие об устойчивости. Типы сечений центрально сжатых колонн.
25. Подбор, проверка сплошного сечения и конструирование составных центрально сжатых колонн.
26. Проверка и обеспечение устойчивости стенки сплошных составных центрально сжатых колонн.
27. Расчет и конструирование базы шарнирно закрепленной колонны сплошного сечения.
28. Конструирование и расчет оголовка колонн сплошного сечения.
29. Расчет и конструирование сквозных центрально сжатых колонн. Понятие о приведенной гибкости.
30. Расчетные длины стоек переменного сечения в плоскости и из плоскости рамы.
31. Расчет и конструирование подкрановой консоли стойки сквозного сечения.
32. Правила конструирования ферм.
33. Расчет и конструирование узла сопряжения надкрановой и сквозной подкрановой частей колонны.
34. Проверка колонны сплошного сечения из плоскости действия момента.
35. Определение размеров плиты базы колонны сплошного сечения в плане. Конструкция базы.
36. Определение расчетных усилий в ветвях сквозной внецентренно сжатой стойки и в раскосах. Конструирование сквозных стоек.
37. Расчет анкерных болтов сквозной стойки. Конструкция базы сквозной стойки.
38. Расчет и конструирование базы сквозной колонны.
39. Конструирование и расчет прогонов на кривой изгиб.
40. Расчет и конструирование подкрановой консоли сплошной стойки.
41. Расчет и конструирование колонн раздельного типа.
42. Расчет и конструирование анкерных болтов стоек сплошного сечения.
43. Подбор и проверка сечений сквозных внецентренно сжатых стоек.

44. Расчет и конструирование базы стойки сплошного сечения.
45. Подбор и проверка сечения сплошной внецентренно сжатой стойки. Типы сечений.
46. Поперечные и продольные горизонтальные связи шатра. Типы связей, назначение и узлы.
47. Расчет и конструирование верхнего опорного узла фермы. Невыгодные сочетания нагрузок.
48. Способы уменьшения расчетных длин верхних поясов ферм. Конструкции узлов крепления горизонтальных и вертикальных связей к фермам.
49. Расчет и конструирование рядовых узлов фермы.
50. Вертикальные связи между колоннами. Назначение и конструкция.
51. Конструкция опирания фермы на колонну при жестком креплении ригеля. Расчет нижнего опорного узла фермы.
52. Распорки по верхним и нижним поясам ферм и между колоннами. Назначение, конструкции и правила постановки.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Экзамен не предусмотрен программой

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме:

-«Не зачтено» ставится, если студент демонстрирует полное или значительное непонимание вопросов, допускает существенные ошибки в ответах, которые самостоятельно исправить не может.

-«Зачтено» ставится, если студент демонстрирует полное или значительное понимание задаваемых вопросов, глубоко и в полном объеме освоил программный материал или владеет основным учебным материалом в объеме, требуемом для дальнейшей учебы и работы.

Зачет с оценкой проводится по билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 0.25 балла. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 2 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 2 до 3 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 4 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 5 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Материалы МК	ПК-4	Защита курсового проекта, устный опрос, зачет, зачет с оценкой
2	Соединения МК	ПК-4	Защита курсового проекта, устный опрос, зачет, зачет с оценкой
3	Элементы металлических конструкций	ПК-4	Защита курсового проекта, устный опрос, зачет, зачет с оценкой
4	Основные требования к стальным каркасам промзданий	ПК-4	Защита курсового проекта, устный опрос, зачет, зачет с оценкой
5	Конструкции покрытий промзданий	ПК-4	Защита курсового проекта, устный опрос, зачет, зачет с оценкой
6	Колонны каркаса. Фахверковые конструкции.	ПК-4	Защита курсового проекта, устный опрос, зачет, зачет с оценкой

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 или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. 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

- Металлические конструкции: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С. Игнатьева и др.] ; под ред. Ю.И. Кудишина. – М.: Изд. центр. «Академия», 2006. – 688 с. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 149 экз.
- Белов В.А. Моделирование и расчёт металлических конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]: монография/ Белов В.А., Круль К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 160 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20012> . — ЭБС «IPRbooks»
- Колодежнов С.Н. Проектирование металлических конструкций рабочей площадки: учеб.-метод. пособие / С.Н. Колодежнов; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2011. – 75 с. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 261 экз.
- Панин А.В. Стальной каркас промышленного здания : учеб.-метод. пособие / А.В.Панин, Н.А.Лисицын; Воронеж. гос. арх.-строит.ун-т. Воронеж, 2008. -56 с. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 156 экз.
- Расчет и проектирование несущих конструкций стального каркаса здания [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / С. Н. Колодежнов [и др.] ; Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2019. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87276.html> . - ЭБС«IPRbooks»
- Металлические конструкции: учебник : в 3 т. Т.1. Элементы конструкций/ под ред. В.В. Горева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001г.- 527с.ил. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 98 экз.
- Металлические конструкции: Учеб. пособие для строит. вузов. Т.1. Элементы конструкций/ Под ред. В.В. Горева — М.: Высш. шк., 1997г.- 526с.:ил. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 81 экз.
- Металлические конструкции: учебник для вузов : в 3 т.:допущено МО РФ. Т.1. Элементы конструкций/ под ред. В.В. Горева – Изд. 3-е, стер. – М.: Высш. шк., 2004г. (Казань : ГУП ПИК «Идел-Пресс», 2004). - 551с.: ил. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 100 экз.
- Металлические конструкции: Учебник для вузов. Т.2. Конструкции зданий./ Под ред. В.В.Горева – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002г.- 527с. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 99экз.
- Металлические конструкции. Т.2. Конструкции зданий./ Горев В.В., Уваров Б.Ю., Филиппов В.В. и др.; Под ред. Горева В.В. – М.: Высш. шк., 1999г.- 527с. Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 69экз.
- Металлические конструкции : в 3 т. : учебник для вузов : рек. МО РФ. Т. 2. Конструкции зданий / под ред. В. В. Горева. - Изд. 3-е, стер. - М. :

Высш. шк., 2004 (Казань : ГУП ПИК "Идел-Пресс", 2004). Кол-во экз. в библиотеке ВГАСУ – 100экз.

- Колотов О.В. Металлические конструкции [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Колотов О.В.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 100 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16014> . — ЭБС «IPRbooks»
- Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Нормативные документы на строительные конструкции и изделия. Металлические конструкции : Сборник нормативных актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 469 с. - ISBN 978-5-905916-39-7. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30248>
- **Проектирование стальных конструкций рабочей площадки** [Текст] : методические указания к выполнению курсового проекта по металлическим конструкциям для студентов бакалавриата направления 08.03.01 "Строительство" профиль "Проектирование зданий и сооружений" / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. метал. конструкций и сварки в стр-ве ; сост. : В. И. Щеглова, А. С. Щеглов. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 44 с. : ил. - Библиогр.: с. 40 (10 назв.).
- **Проектирование элементов стальных конструкций зданий и сооружений** [Текст] : методические указания к выполнению практических работ по дисциплине "Металлические конструкции, включая сварку" для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 "Строительство", профиль "Экспертиза и управление недвижимостью" / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. метал. конструкций и сварки в стр-ве ; сост. : А. А. Свентиков. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 34 с. : ил. : табл. - Библиогр.: с. 33 (8 назв.).
- **Орлов, Александр Семенович.** Разработка технологии сборки и сварки элемента металлической конструкции [Текст] : учебно-методическое пособие к выполнению вариативного раздела квалификационной работы бакалавра и дипломного проекта специалиста направления "Строительство" / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2015 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2015). - 50 с. : ил. - Библиогр.: с. 42 (14 назв.). - ISBN 978-5-89040-538-8 : 30-13.
- **Белов, В. А.** Сварка строительных металлических конструкций : Учебное пособие / Белов В. А. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 88 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/19263>

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:

- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Microsoft Office Power Point 2013/2007
- Microsoft Office Outlook 2013/2007
- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic OPEN 1 License NP LEVEL Legalization GET Genuine
- Лира 9.6 PRO
- Мономах 4.5 PRO
- САПФИР 1.3
- Программный комплекс "ЛИРА 10", версия 8
- Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
- AutoCAD
- 3ds Max
- Revit
- BIM 360 Build
- Autodesk_Civil_3D
- "ЛИРА-САПР 2016 PRO"
- nanoCad Plus версия 8.0 локальная
- nanoCAD ОПС версия 8.0 сетевая
- 7zip
- Компьютерная программа «СтройКонсультант»
- <http://www.stroitel.club/>
- <http://stroitelnii-portal.ru/>
- <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ
- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>
- LibreOffice
- <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ

- <https://картанауки.рф/>;
- <http://tehne.com/node/5728>
- http://retrolib.narod.ru/book_e1.html
- PDF24 Creator

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 1018 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 24 человека	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №1)
Ауд. 2102 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 человек Сварочный выпрямитель ВДМ-1202 Машина для испытания материалов Шкаф сушильный СНОЛ	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2103 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 24 человека 1. Установка аргонодуговой сварки УДГУ-351	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2104 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 человек 1. Комплект плакатов для сварочного производства	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)
Ауд. 2106 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 человек	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)

Электропечь СНОЛ	
Комплект плакатов для материаловедения	
Ауд. 2108 Комплект учебной мебели: -рабочее место преподавателя (стол, стул); -рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 10 человек Машина разрывная ИР-6055	394006, Воронежская область, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84 (Здание – учебный корпус №2)

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

По дисциплине «Металлические конструкции включая сварку» 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 металлических конструкций на силовые воздействия по методу предельных состояний, в том числе с применением программных средств для выполнения расчетов металлических конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой 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 усвоения 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 начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

