



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИСАиИ  
О.С. Логунова

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ***

Направление подготовки  
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы  
Промышленное и гражданское строительство

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Проектирования и строительства зданий
Курс	4

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

26.01.2023, протокол № 7

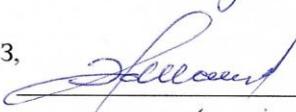
Зав. кафедрой  М.Ю. Наркевич

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ

02.02.2022 г. протокол № 4

Председатель  О.С. Логунова

Рабочая программа составлена:  
старший преподаватель кафедры ПиСЗ,  
канд. техн. наук

 Э.Л. Шаповалов

Рецензент:  
Директор ООО НПО «Надёжность»,  
канд. техн. наук

 И.В. Матвеев

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Наркевич

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Металлические конструкции, включая сварку» является формирование у студентов профессиональных знаний в области проектирования зданий и сооружений различного назначения, несущие элементы которых выполняются из стали с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизированного проектирования.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Металлические конструкции, включая сварку входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Сопротивление материалов

Строительная физика

Строительные материалы

Математика

Теоретическая механика

Физика

Основы архитектуры и строительных конструкций

Архитектура зданий

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металлические конструкции, включая сварку» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен выполнять расчеты строительных конструкций и оснований, чертежи объектов капитального строительства, конструировать основные узловые соединения конструкций и их расчет
ПК-1.1	Выполняет сбор нагрузок и воздействий на здания и сооружения, формирует их конструктивные системы с применением железобетонных, металлических, каменных и армокаменных, деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов
ПК-1.2	Создает расчетные схемы зданий и сооружений, конструирует основные узловые соединения конструкций, выполняет расчет и проверку несущей способности элементов несущих конструкций вручную и (или) с применением расчетных программных комплексов
ПК-1.3	Выполняет чертежи железобетонных, металлических, каменных и армокаменных, деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 22 акад. часов;
- аудиторная – 16 акад. часов;
- внеаудиторная – 6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 217,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 12,6 акад. час

Форма аттестации - зачет, экзамен, курсовой проект

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Материалы для металлических конструкций								
1.1 Механические свойства стали, химический состав, структура. Пластичность стали. Теоретическая прочность стали. Вязкое хрупкое разрушение стали. Концентрация напряжений. Ударная вязкость. Работа стали на статическую нагрузку, циклические и повторные нагрузки. Усталостное разрушение стали. Классификация сталей. Выбор стали для конструкций. Алюминиевые сплавы для металлических конструкций. Их достоинства и недостатки в сравнении со сталью. Особенности работы алюминиевых сплавов под нагрузкой. Влияние температуры на работу материалов из металла. Коррозия элементов металлических конструкций и её предотвращение. Сортамент стальных профилей и профилей из алюминиевых сплавов.	4	1			20	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями )	Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		1			20			
2. Основы расчёта металлических конструкций								

<p>2.1 Обзор методов расчета. Метод расчета по предельным состояниям. Группы и виды предельных состояний. Теория надежности в строительном проектировании. Нагрузки, их сочетания и изменчивость. Сопротивления материалов и их изменчивость. Расчётная и нормативная значения нагрузки, сопротивлений материалов. Коэффициенты надежности по нагрузке, материалу и методы их статического обоснования. Предельные состояния и определение расчетных усилий в элементах. Особенности напряжённого состояния и деформирования металлических стержней при различных условиях нагружения. Виды напряжений, и их влияние на работу металлических конструкций, способы расчёта.</p>	4	1			20	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями )	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу	1			20				
3. Соединения металлических конструкций								

<p>3.1 Виды соединения элементов металлических конструкций и основные требования к ним. Виды сварки и их характеристика. Ручная электродуговая сварка. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Полуавтоматическая сварка порошковой проволокой и в среде защитного газа. Электрошлаковая сварка. Контактная сварка: точечная, шовная и стыковая. Газовая сварка. Типы сварных швов. Соединения и их характеристики. Термическое влияние сварки на соединения. Структурные и химические изменения металла в зоне соединения. Температурные напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений. Виды сварных швов. Их работа под нагрузкой. Расчёт и конструирование сварных соединений. Болтовые и заклёпочные соединения. Типы болтов их работа под нагрузкой. Особенности работы соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением. Расчёт и конструирование.</p>	4	1		2	20	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Устный опрос. Проверка практической работы.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу	1		2	20				
4. Балки и балочные конструкции								

<p>4.1 Работа стальных стержней на изгиб. Учёт пластической стадии работ. Условия возникновения шарнира пластичности. Оптимальная форма балок. Виды балок и области их применения. Выбор генеральных размеров составных балок: пролёта, высоты, ширины. Подбор сечения прокатных и составных балок. Обеспечение общей устойчивости балок. Местная устойчивость полок и стенок балок. Расчёт поясных соединений. Изменение сечений составных балок по длине. Стенки балок и их расчёт. Назначение и расстановка рёбер жёсткости. Опорные части балок. Балочные клетки: компоновочные схемы, настилы, виды сопряжения балок. Опираие балок на колонны. Конструирование узлов сопряжения балок и опираие балок на колонны. Обеспечение жёсткости балочных клеток. Специальные виды балок – бистальная, тонкостенные, балки с гофрированной и перфорированной стенкой, предварительно напряжённые балки.</p>	4	2		4	32	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</p>	<p>Устный опрос. Проверка практической работы.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу	2			4	32			
5. Колонны и стержни, работающие на центральное сжатие								

5.1 Работа стальных стержней на центральное сжатие. Виды колонны и характеристика. Типы сечений центрально-сжатых сплошных и сквозных колонн. Типы соединительных решёток сквозных колонн. Влияние решётки на устойчивость сквозных колонн. Подбор сечений сплошных и сквозных центрально-сжатых колонн. Расчёт и конструирование соединительных планок и раскосных решёток. Конструирование и расчёт баз и оголовков колонн. Сопряжение колонн и балок.	4	1		4/4И	20	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		1		4/4И	20			
6. Фермы								
6.1 Классификация ферм. Компоновка стропильных ферм, генеральные размеры, учёт требований унификации, условий эксплуатации, изготовления и перевозки. Особенности расчёта ферм. Определение нагрузок и расчётных внутренних усилий. Обеспечение общей устойчивости ферм в системе покрытия, расчётные длины стержней ферм, учёт предельной гибкости. Стыки стропильных ферм. Принципы конструирования и расчета ферм из спаренных уголков, тавров и труб.	4				17	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу					17			
7. Состав и правила оформления чертежей металлических конструкций								
7.1 Общие правила оформления рабочих чертежей. Изображения элементов конструкций. Состав и оформление технического проекта КМ. Состав и оформление технического проекта КМД.	4				10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.3

Итого по разделу					10			
8. Особенности работы и расчета стального каркаса одноэтажных производственных зданий								
8.1 Конструктивные и расчетные схемы рам. Определение нагрузок. Особенности работы и расчета каркаса здания, применение ЭВМ. Действительная работа стального каркаса. Учет пространственной работы каркаса.	4				15	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу					15			
Итого за семестр		6		10/4И	217,4		зачёт,кп,экзамен	
9. Конструирование и расчет покрытия								
9.	0							
Итого по разделу								
Итого за семестр		0	0	0				
10. Колонны каркаса								
10.1 Типы колонн и их сечений, расчетные длины, возможные формы потери устойчивости. Выбор расчетных комбинаций усилий для расчета колонн. Подбор и проверка сечений сплошных и сквозных 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.	4				23,1	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу					23,1			
11. Подкрановые конструкции								

11.1 Общие сведения. Нагрузки. Сплошные подкрановые балки. Конструктивные решения, определение расчетных усилий, проверка прочности и выносливости. Особенности конструирования. Подкрановые конструкции. Сопряжения подкрановых балок и тормозных конструкций с колоннами. Крановые рельсы и их крепления к балкам.	4				20	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
11.2 Конструкция и расчет сплошных и сквозных прогонов. Особенности работы и расчета строительной фермы в составе поперечной рамы. Конструкция, работа и расчет шарнирного и жесткого примыкания стропильной фермы к колонне. Опираение подстропильной фермы на колонну и стропильной на						Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос. Проверка практической работы.	
Итого по разделу					20			
12. Конструкции одноэтажных производственных зданий								
12.1 Общая характеристика каркасов производственных зданий, эксплуатационные и экономические требования. Конструктивные схемы каркасов одноэтажных промышленных зданий, элементы каркаса, сетка колонн, температурные блоки промышленных зданий. Компонировка поперечной рамы каркаса, компоновка продольного каркаса, связей по колоннам и покрытию, фахверков и фонарей.	4				20,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос. Проверка практической работы.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу					20,3			
Итого за семестр	6		10/4И		217,4		зачёт,кп,экзамен	
Итого по дисциплине	6		10/4И		217,4		зачет, экзамен, курсовой проект	

## **5 Образовательные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении студентов дисциплине «Металлические конструкции, включая сварку» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: информационная лекция и практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: проблемная лекция, практическое занятие в форме практикума.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Применяемы формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией; практическое занятие в форме презентации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Москалев, Н. С. Металлические конструкции, включая сварку : учебник / Москалев Н. С. , Пронозин Я. А. , Парлашкевич В. С. , Корсун Н. Д. - Москва : Издательство АСВ, 2018. - 352 с. - ISBN 978-5-4323-0031-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300317.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Металлические конструкции [Текст] : учебник : [в 3 т.]. Т. 2 : Конструкции зданий / [В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов и др.] ; под ред. В. В. Горева. - М. : Высшая школа, 1999. - 528 с.

2. Нехаев, Г. А. Металлические конструкции в примерах и задачах : учебное

пособие / Нехаев Г. А., Захарова И. А. - Москва : Издательство АСВ, 2010. - 128 с. - ISBN 978-5-93093-716-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937169.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

3. Мандриков, А. П. Примеры расчета металлических конструкций : учебное пособие / А. П. Мандриков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1315-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/9466> (дата обращения: 12.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Митюгов, Е. А. Курс металлических конструкций : учебник / Е. А. Митюгов - Москва : Издательство АСВ, 2010. - 120 с. - ISBN 978-5-93093-538-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930935387.html> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. Емельянов О. В. Балочные клетки нормального типа [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Емельянов, С. А. Нищета ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3222.pdf&show=dcatalogues/1/1136761/3222.pdf&view=true>. - Макрообъект.

2. Емельянов О. В. Расчет и проектирование стальных колонн одноэтажных производственных зданий [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Емельянов, С. А. Нищета ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 147 с. : ил., табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1137.pdf&show=dcatalogues/1/1120706/1137.pdf&view=true>. - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-565-8.

3. Емельянов О. В. Проектирование подкрановых конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. В. Емельянов, Э. Л. Шаповалов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1197.pdf&show=dcatalogues/1/1121304/1197.pdf&view=true>. - Макрообъект.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
Лира САПР 2014	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Строительные конструкции"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

FAR Man-	свободно	бессрочно
----------	----------	-----------

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ре-	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации 5-405

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс готовых текстовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей 5-307

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория механических испытаний Гидравлические прессы, (К.Маркса,50, ауд.5-002);

Машины универсальные испытательные на сжатие и растяжение, измерительный инструмент, (Урицкого, 11, ауд.5-110; К.Маркса, 50, ауд.5-002 ); автоматические измерители деформаций; (Урицкого, 11, ауд.5-211а)

- прогибомеры, тензодатчики, тензометры (К.Маркса,50, ауд.5-005)

Лаборатория длительных испытаний железобетонных конструкций – Стенд для длительных испытаний контрольных образцов бетона; стенд для длительных испытаний железобетонных конструкций; маслостанция (К.Маркса,50, ауд.5-005)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования (Урицкого, 11, ауд.5-110)

## Приложение 1

### «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Самостоятельная работа включает в себя изучение поиск дополнительной информации по изучаемым темам (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)., подготовку к лекционным и практическим занятиям. Для лучшей организации времени при изучении дисциплины «Металлические конструкции, включая сварку» студенту рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение всего семестра.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение практических задач на практических занятиях.

**Примерные аудиторские практические работы (АПР):**

**АПР №1 Расчет стыковых сварных соединений**

Проверить прочность стыкового шва двух элементов на действие растягивающей силы  $N$ . Материал конструкции – сталь марки С245. Сварка ручная, электроды Э42. Исходные данные принять по данным одного из вариантов, приведенных в таблице.

Коэффициент надежности по назначению  $\gamma_n=1,0$ .

**Исходные данные**

Номер варианта	$N$ , кН	$t$ , мм	$l$ , мм
1	200	8	200
2	250	10	210
3	400	12	220
4	500	14	240
5	600	16	250
6	700	18	260
7	800	20	280
8	900	22	300
9	1100	25	320
10	1200	28	340
11	1400	30	360
12	1700	32	380
13	2000	34	400
14	200	6	200
15	250	8	220
16	300	9	230
17	300	10	200
18	350	10	240
19	450	12	260
20	600	14	280
21	700	16	300
22	900	18	320
23	1000	20	340

24	1300	22	380
25	1500	25	400
26	1800	28	420
27	2000	30	480
28	2200	32	500
29	2800	34	530
30	3000	36	560

**АПР №2 Расчет сварных соединений с угловыми швами.** С использованием СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции» определить тип электродов (по прочности), катет  $k_f$  и геометрическую длину  $l$  углового сварного шва для присоединения внахлестку двух стальных пластин толщиной 6 и 12 мм соответственно. Сварка вручную, расчетная температура эксплуатации – минус 40 °С. Кроме того, необходимо построить эскиз соединения листов «в нахлестку» в двух проекциях.

Исходные данные:

- сварка вручную, электродами в нижнем положении;
- класс прочности свариваемой стали С255;
- сила (расчетное значение), действующая на пластину,  $N = \text{см.}$  исходные данные АПР № 1;

- коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1,0$ ;
- коэффициент надежности по назначению  $\gamma_n = 1,0$ .

**АПР №3 Расчет болтовых соединений.** Рассчитать и сконструировать болтовой стык затяжки арки. Расчетное усилие принять согласно таблицы АПР № 1. Материал болтов – класс прочности 5.6, 40Х, соединение – многоболтовое, болты – нормальной точности (класс В).

**АПР №4 Компоновка балочной клетки. Подбор и проверка сечений прокатных балок при упругой и упруго-пластической работе.** Произвести подбор прокатного двутавра для второстепенной балки междуэтажного перекрытия. Балка изготовлена из стали марки С255. Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f=1,2$ . Коэффициент надежности по назначению  $\gamma_n=1,0$ . Нормативную нагрузку на 1 м длины балки  $q_n$  расчетный пролет принять по данным одного из вариантов, приведенных в таблице.

Исходные данные к задаче.

Номер варианта	$q^n$ , кН/м	$l$ , м	Номер варианта	$q^n$ , кН/м	$l$ , м
1	200	3	16	30	6
2	180	3	17	25	6
3	160	3	18	20	6
4	140	3	19	40	7
5	120	4	20	35	7
6	110	4	21	30	7
7	100	4	22	25	7
8	90	4	23	20	7

9	100	5	24	30	8
10	90	5	25	25	8
11	80	5	26	20	8
12	70	5	27	15	8
13	60	6	28	10	8
14	50	6	29	15	9
15	40	6	30	10	9

**АПР №5 Определение оптимальной и минимальной высоты составных балок двутаврового сечения.** Определить оптимальную и минимальную высоты поперечного сечения главной балки междуэтажного перекрытия. Балка сварного двутаврового симметричного сечения изготовлена из стали марки С245. Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f=1,2$ . Коэффициент надежности по назначению  $\gamma_n=1,0$ . Нормативную нагрузку на 1м длины балки  $q_n$  и расчетный пролет балки  $l$  принять по данным одного из вариантов, приведенных в таблице.

Номер варианта	$q^n$ , кН/м	$l$ , м	Номер варианта	$q^n$ , кН/м	$l$ , м
1	120	8	16	60	10
2	110	8	17	90	11
3	100	8	18	80	11
4	90	8	19	70	11
5	80	8	20	60	11
6	120	9	21	50	11
7	110	9	22	70	12
8	100	9	23	60	12
9	90	9	24	50	12
10	80	9	25	40	12
11	70	9	26	70	15
12	100	10	27	60	15
13	90	10	28	50	15
14	80	10	29	40	15
15	70	10	30	30	15

**АПР №6 .Подбор сечения составных балок двутаврового сечения.** Определить размеры поперечного сечения элементов главной балки междуэтажного перекрытия. Балка сварная двутаврового симметричного сечения изготовлена из стали марки С245. Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f=1,2$ . Коэффициент надежности по назначению  $\gamma_n=1,0$ . Нормативную нагрузку на 1м длины балки  $q_n$  и расчетный пролет балки  $l$  принять по

данным одного из вариантов, приведенных в таблице в АПР № 5.

**АПР №7 .Проверка прочности, прогибов и общей устойчивости балок.** Выполнить проверки прочности, прогиба и общей устойчивости сварной двутавровой симметричного сечения из стали марки С245. Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f=1,2$ . Коэффициент надежности по назначению  $\gamma_n=1,0$ . Нормативную нагрузку на 1м длины балки  $q_n$  и расчетный пролет балки  $l$  принять по данным одного из вариантов, приведенных в таблице в АПР № 5.

Номер варианта	H, м	N, кН	Номер варианта	H, м	N, кН
1	12	400	16	4,5	1300
2	11,5	450	17	4	1400
3	11	500	18	3,5	1500
4	10,5	550	19	3	1600
5	10	600	20	3	1700
6	9,5	650	21	4	1800
7	9	700	22	5	1900
8	8,5	750	23	6	2000
9	8	800	24	7	2100
10	7,5	850	25	8	2000
11	7	900	26	9	1800
12	6,5	950	27	10	1600
13	6	1000	28	11	1400
14	5,5	1100	29	12	1200
15	5	1200	30	13	1000

**АПР №9 .Расчет центрально-сжатой колонны сквозного сечения.** Подобрать сечение центрально-сжатой колонны сквозного сечения на действие расчетной силы с учетом коэффициента надежности по назначению  $N$ , приложенной в центре колонны. Материал конструкции С245. Исходные данные принять по одному из вариантов таблицы.

Номер варианта	H, м	Номер профиля	Номер варианта	H, м	Номер профиля
1	3	20Ш1	16	6,2	35К2
2	3,5	23Ш1	17	6	35К1
3	4	26Ш1	18	5,8	30К2
4	4,5	30Ш1	19	5,6	30К1
5	5	35Ш1	20	5,4	26К2

**АПР №10 Расчет центрально-сжатой колонны сплошного сечения.** Определить несущую способность колонны, изготовленной из широкополочного двутавра и нагруженной центрально-приложенной силой  $N$ . Материал конструкции – сталь марки С245. Исходные данные принять по одному из вариантов таблицы.

6	5,5	40Ш1	21	5,2	26К1
7	6	50Ш1	22	5	23К2
8	6,5	60Ш1	23	4,8	23К1
9	7	70Ш1	24	4,6	20К2
10	7,5	70Ш1	25	4,4	20К1
11	8	40К1	26	4,2	30Ш1
12	7,6	40К3	27	4	30Ш2
13	7	40К5	28	3,8	35Ш1
14	6,6	40К6	29	3,6	35Ш2
15	6,4	40К8	30	3	40Ш1

### **АПР №11 Подбор и проверка сечений растянутых и сжатых стержней ферм.**

Выполнить выбор класса стали и подбор сечения из двух равнобоких уголков:

- для сжатого опорного раскоса сварной фермы покрытия. Сжимающее усилие  $N$  = взять усилия из таблицы АПР № 1, геометрическая длина раскоса фермы  $l = 3,0$ м. Расчетная температура эксплуатации – минус 40 °С.

- для растянутого раскоса сварной фермы покрытия. Растягивающее усилие  $N$  = взять усилия из таблицы АПР № 1, геометрическая длина раскоса фермы  $l = 3,4$ м. Расчетная температура эксплуатации – минус 40 °С.

**Курсовой проект** выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся задание на выполнение курсового проекта. Совпадение заданий курсовых проектов у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение заданий курсовых проектов проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выдачи заданий преподаватель рекомендует перечень литературы для его выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе выполнения курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах.

Статические расчеты рекомендуется выполнять на ЭВМ с использованием современных программных комплексов («ЛИРА» и др.).

Графическую часть проектов следует выполнять на ЭВМ с помощью графического редактора «Компас 3D».

Объем работы: 1,5 листа формата А-1 или 6 листов формата А-3 чертежей и 45-50 листов формата А-4 расчетно-пояснительной записки.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовой проект должен быть оформлен в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
<b>ПК-1:</b> Способен выполнять расчеты строительных конструкций и оснований, чертежи объектов капитального строительства, конструировать основные узловые соединения конструкций и их расчет		
ПК-1.1	Выполняет сбор нагрузок и воздействий на здания и сооружения, формирует их конструктивные системы с применением железобетонных, металлических, каменных и армокаменных, деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Краткая история развития металлических конструкций в России и за рубежом.</li> <li>2. Назовите номенклатуру и область применения металлических конструкций.</li> <li>3. Назовите общие сведения о свойствах сталей и алюминиевых сплавов.</li> <li>4. Как работает сталь под статической и динамической нагрузкой?</li> <li>5. Что такое концентрация напряжений?</li> <li>6. Что такое ударная вязкость?</li> <li>7. Что такое повторные нагрузки?</li> <li>8. Что такое хрупкое разрушение?</li> <li>9. Назовите методы расчета стальных конструкций: по разрушающим нагрузкам, по допускаемым напряжениям и по предельным состояниям.</li> <li>10. Области применения металлических конструкций, достоинства и недостатки сталей.</li> <li>11. Строительные стали и алюминиевые сплавы, химический состав, микроструктура, свойства.</li> <li>12. Что такое расчетное сопротивление материала?</li> <li>13. Что такое коэффициенты надежности?</li> <li>14. Что такое предельные состояния?</li> <li>15. Как определяются расчетные усилия в элементах?</li> <li>16. Работа металла под нагрузкой, сложное напряженное состояние и его влияние на характер разрушения, повторно-переменное и многократное нагружение.</li> <li>17. Назовите классификацию соединений?</li> <li>18. Назовите сварные соединения?</li> <li>19. Назовите болтовые соединения.</li> <li>20. Что такое высокопрочные болты.</li> <li>21. Назовите общую характеристику балочных конструкций.</li> <li>22. Что такое прокатные и составные балки?</li> <li>23. Как выполняется подбор сечения прокатных и составных балок?</li> <li>24. Как выполняется учет упруго-пластической работы балок?</li> </ol>

		<p>25. Как выполняется проверка прочности, прогибов и местной устойчивости балок?</p> <p>26. Что такое поясные швы?</p> <p>27. Расскажите про стыки балок.</p> <p>28. Расскажите про опирания и сопряжения балок.</p> <p>29. Назовите классификацию стоек?</p> <p>30. Как выполняется выбор типа сечения?</p> <p>31. Как выполняется подбор сечений и конструкции стойки сплошного и сквозного сечений?</p> <p>32. Что такое база и оголовок стоек?</p> <p>33. Опишите системы ферм, область их применения.</p> <p>34. Назовите очертания ферм.</p> <p>35. Что такое строительный подъем?</p> <p>36. Что такое расчетные длины и предельные гибкости?</p> <p>37. Назовите типы сечений стержней?</p> <p>38. Как выполняется подбор сечений стержней?</p> <p>39. Расчет металлоконструкций по предельным состояниям. Нагрузки, нормативные и расчетные сопротивления стали.</p> <p>40. Виды соединений металлоконструкций. Сварные швы и соединения.</p> <p>41. Расчет стыковых и угловых сварных швов.</p> <p>42. Болтовые соединения, характеристика, область применения, достоинства, недостатки.</p> <p>43. Работа и расчет болтовых соединений.</p> <p>44. Виды балок и балочных клеток. Сопряжение балок по высоте.</p> <p>45. Расчет прокатных балок.</p> <p>46. Расчет составных балок. Компоновка и изменение сечения. Общая и местная устойчивость составных балок.</p> <p>47. Центральнo-сжатые колонны – общие сведения.</p> <p>48. Расчет центрально-сжатых сплошных колонн.</p> <p>49. Расчет центрально-сжатых сквозных колонн.</p> <p>50. Расчет поперечной рамы промышленного здания. Определение расчетной схемы рамы. Сбор нагрузок – постоянные, снеговые, крановые вертикальные и горизонтальные, ветровая нагрузка.</p>
ПК-1.3	Выполняет чертежи железобетонных, металлических, каменных и армокаменных, деревянных конструкций, конструкций из полимерных и композиционных материалов	<p>51. Стropильные фермы – общие сведения, классификация по очертанию и виду решетки, компоновка сечений.</p> <p>52. Расчет сжатых и растянутых элементов ферм.</p> <p>53. Внецентренно сжатые стальные колонны – общие сведения.</p> <p>54. Сочетания усилий, коэффициенты сочетаний. Определение расчетных комбинаций усилий в сечениях стойки рамы.</p> <p>55. Колонны одноэтажных промышленных зданий, типы сечений и их особенности.</p> <p>56. Определение расчетной длины частей внецентренно сжатых стальных колонн.</p> <p>57. Расчет сплошного сечения верхней части вне-</p>

		<p>центренно сжатых колонн.</p> <p>58. Расчет сплошного сечения нижней части внецентренно сжатой стальной колонны.</p> <p>59. Расчет сквозного сечения нижней части внецентренно сжатой стальной колонны.</p> <p>60. Определение усилий и подбор сечения анкерных болтов баз внецентренно-сжатых колонн.</p> <p>61. Определение максимальных внутренних усилий (изгибающих моментов, поперечной силы) в подкрановых балках при расчете по 1-ой и 2-ой группам предельных состояний.</p> <p>62. Последовательность подбора сечений подкрановых балок сплошного сечения.</p> <p>63. Проверки местной устойчивости полки и стенки подкрановой балки.</p> <p>64. Расчет опорного ребра и поясных швов подкрановой балки.</p> <p>65. Общие правила оформления рабочих чертежей КМ и КМД.</p>
ПК-1.2	Создает расчетные схемы зданий и сооружений, конструирует основные узловые соединения конструкций, выполняет расчет и проверку несущей способности элементов несущих конструкций вручную и (или) с применением расчетных программных комплексов	<p><b>Практические задания:</b></p> <p>1. Проверить прочность сечения прокатной балки рабочей площадки: <math>M_x = 208,6 \text{ кНм}</math>; <math>Q_{\max} = 83,4 \text{ кН}</math>; <math>I_x = 19062 \text{ см}^4</math>; <math>W_x = 953 \text{ см}^3</math>; <math>S_x = 545 \text{ см}^3</math>; <math>t_w = 0,83 \text{ см}</math>; <math>t_f = 13 \text{ мм}</math>; материал С245</p> <p>2. Проверить жесткость балки составного сечения: <math>M_x = 308,6 \text{ кНм}</math>; <math>Q_{\max} = 103,4 \text{ кН}</math>; <math>I_x = 19790 \text{ см}^4</math>; <math>t_w = 0,95 \text{ см}</math>; <math>W_x = 1171 \text{ см}^3</math>; <math>S_x = 730,5 \text{ см}^3</math>; <math>l = 6 \text{ м}</math>; материал С245</p> <p>3. Проверить прочность на смятие торца опорного ребра: <math>N = 840 \text{ кН}</math>; <math>b_p = 250 \text{ мм}</math>; <math>t_p = 8 \text{ мм}</math>; материал С245</p> <p>4. Определить расчетную высоту оголовка сплошностенчатой колонны: <math>N = 535 \text{ кН}</math>; <math>t_w = 8,3 \text{ мм}</math>; материал С245, электрод – Э42.</p>

#### **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Металлические конструкции, включая сварку» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета, экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

#### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

Результаты ответов обучающихся на зачете оцениваются по шкале «зачтено» – «не зачтено». В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Металлические конструкции (общий курс)».

«Зачтено» – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания основного материала.

«Не зачтено» – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Металлические конструкции, включая сварку». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

***Показатели и критерии оценивания курсовой работы (проекта):***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.