

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Металлические конструкции объектов тепловой и атомной энергетики

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	СиИС (Строительства и инженерных систем)		
Учебный план	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений		
Специализация	Строительство сооружений тепловой и атомной энергетики		
Квалификация	инженер-строитель		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	10 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	320	Виды контроля в семестрах: экзамен, 11 семестр курсовой проект, 11 семестр зачет, 10 семестр курсовая работа, 10 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	110		
самостоятельная работа	178		
часов на контроль	32		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	10		11		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	36	36	60	60
Практические	20	20	30	30	50	50
Итого ауд.	44	44	66	66	110	110
Контактная работа	44	44	66	66	110	110
Сам. работа	84	84	94	94	178	178
Часы на контроль			32	32	32	32
Итого	128	128	192	192	320	320

Программу составил(и):

Красильников И.В., профессор, _____

Рецензент(ы):

Крупнов Е.И., Зав.кафедрой, _____

Рабочая программа дисциплины

Металлические конструкции объектов тепловой и атомной энергетики

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 483

составлена на основании учебного плана

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

утвержденного ученым советом вуза от 07.05.2026 протокол №7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

СиИС (Строительства и инженерных систем)

Зав. кафедрой Крупнов Е.И. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой СиИС Крупнов Е.И. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цели:	Формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области проектирования, расчета, конструирования и возведения металлических конструкций зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики. Обеспечение знаний о методах расчета по предельным состояниям, особенностях работы конструкций под воздействием статических, динамических (крановых, ветровых, сейсмических) и температурных нагрузок, а также навыков применения современных программных комплексов (ЛИРА, SCAD) для создания надежных, экономичных и безопасных проектных решений
Задачи:	- изучить физико-механические свойства строительных сталей и сварных соединений, применяемых в энергетическом строительстве. - освоить методы сбора нагрузок и выявления опасных сочетаний воздействий на сооружения тепловой и атомной энергетики. - научиться выбирать рациональные расчетные схемы и конструировать основные несущие элементы: балочные клетки, колонны (сплошные и сквозные), стропильные фермы и подкрановые конструкции. - сформировать навыки статического расчета плоских и пространственных стальных каркасов (вручную и с применением ПК ЛИРА). - изучить специфику проектирования металлических конструкций объектов атомной и тепловой энергетики (повышенные требования к огнестойкости, коррозионной стойкости, выносливости и герметичности). - освоить правила оформления проектной и рабочей документации (стадии КМ и КМД) в соответствии с ГОСТ и ЕСКД.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.01.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Дисциплина опирается на знания, полученные при освоении дисциплин: Математика, Физика, Инженерная графика, Компьютерная графика; Основы архитектуры и строительных конструкций, Сопротивление материалов; Основы теории упругости; Строительная механика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Проектирование зданий и сооружений объектов тепловой и атомной энергетики, Технология возведения зданий и сооружений тепловой и атомной энергетики, Вывод из эксплуатации объектов энергетики, производственная и научно-исследовательская практики, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-1:Способен осуществлять техническое руководство процессами разработки проектной документации на объекты капитального строительства
ПК-1.1. Разработка концепции конструктивной схемы и основных проектно-технологических решений тепловых и атомных станций
ПК-1.2. Формирование задания на проектирование и контроль разработки проектной и рабочей документации тепловых и атомных станций
ПК-1.3. Организация и контроль формирования ведения ИМ ОКС тепловых и атомных станций
ПК-1.4. Осуществление авторского надзора за строительством тепловых и атомных станций
ПК-2:Способен организовывать работу по разработке и выпуску разделов проектной документации «Проект организации строительства» и «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства» тепловой и атомной энергетики
ПК-2.1. Планирование деятельности по разработке и выпуску разделов проектной документации «Проект организации строительства» и «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства»
ПК-2.2. Контроль деятельности по разработке и выпуску разделов проектной документации «Проект организации строительства» и «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства»
ПК-3:Способен организовывать работу по выпуску проектной документации архитектурно-строительной части объектов тепловой и атомной энергетики
ПК-3.1. Планирование деятельности по разработке и выпуску проектной документации архитектурно-строительной части
ПК-3.2. Контроль проектной деятельности по разработке и выпуску проектной документации архитектурно-строительной части, в том числе с использованием информационной модели
ПК-4:Способен осуществлять и контролировать выполнение расчетного обоснования проектных решений объектов тепловой и атомной энергетики
ПК-4.1. Сбор исходных данных для выполнения расчетного обоснования проектных решений объектов тепловой и атомной энергетики
ПК-4.2. Составление расчетной схемы объектов тепловой и атомной энергетики
ПК-4.3. Сбор и расчет нагрузок и воздействий на объекты тепловой и атомной энергетики
ПК-4.4. Выполнение расчета и оценка прочности конструкций объектов тепловой и атомной энергетики в соответствии с заданной методикой

ПК-4.5. Осуществление контроля за выполнением расчетного обоснования проектных решений объектов тепловой и атомной энергетики

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:	Основные физико-механические свойства строительных сталей и алюминиевых сплавов, их поведение при низких температурах, циклических и динамических нагрузках; Нормативную базу (СП 16.13330, СП 20.13330, ГОСТ) для проектирования металлических конструкций, включая специальные требования для объектов тепловой и атомной энергетики; Методы расчета элементов металлических конструкций по предельным состояниям (первой и второй группы) при растяжении, сжатии, изгибе и сложном напряженном состоянии; Принципы работы и методы расчета сварных и болтовых (в т.ч. высокопрочных) соединений; Особенности компоновки, работы и расчета балочных клеток, ступенчатых колонн, стропильных ферм и подкрановых конструкций; Методику выявления расчетных сочетаний усилий в стержнях и сечениях несущих систем.
Уметь:	собирать и анализировать исходные данные, формировать задания на проектирование металлических конструкций энергообъектов; выбирать рациональные конструктивные схемы каркасов и их элементов; выполнять статический расчет стержневых систем (балок, рам, ферм) аналитическими методами и с использованием программных комплексов (ЛИРА-САПР, ЛИР-СТК); подбирать сечения элементов по условиям прочности, устойчивости и предельной гибкости; конструировать узлы сопряжения элементов (опирание балок, базы и оголовки колонн, узлы ферм, подкрановые узлы) и выполнять их проверочный расчет; разрабатывать чертежи стадий КМ и КМД с соблюдением требований ЕСКД и СПДС.
Владеть:	навыками работы с нормативной и справочной литературой по проектированию стальных конструкций; методами компьютерного моделирования, расчета и подбора сечений стальных конструкций в специализированных программных комплексах; навыками выполнения проектно-конструкторской документации, включая составление спецификаций элементов и ведомостей расхода стали; методами оценки технического состояния и усиления существующих металлических конструкций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Основы расчета и соединения элементов металлических конструкций Тема 1.1. Строительные стали, их свойства. Метод расчета по предельным состояниям. Нагрузки и воздействия (СП 20.13330). Тема 1.2. Сварные соединения: типы швов, расчет и конструирование. Влияние сварки на свойства стали. Тема 1.3. Болтовые соединения: обычные и высокопрочные болты. Расчет на срез, смятие и растяжение.			
/Лек/	10	10	
/Пр/	10	8	
/СР/	10	30	
Раздел 2. Расчет и конструирование базовых стержневых элементов Тема 2.1. Центральные растянутые и центральные сжатые стержни. Подбор сечения, проверка устойчивости, предельная гибкость. Тема 2.2. Изгибаемые элементы. Балочные клетки (упрощенная, нормальная, усложненная). Расчет прокатных и составных сварных балок. Тема 2.3. Центральные сжатые колонны: сплошного и сквозного сечения. Расчет стержня, соединительной решетки, оголовка и базы колонны.			
/Лек/	10	14	
/Пр/	10	12	
/СР/	10	54	
/КР/	10	0	
/За/	10	0	
Раздел 3. Конструкции каркасов одноэтажных производственных зданий Тема 3.1. Компонировка каркаса. Поперечные рамы, системы связей (горизонтальные и вертикальные), фахверк. Тема 3.2. Сбор нагрузок на раму: постоянные, снеговые, ветровые, крановые. Учет пространственной работы каркаса. Тема 3.3. Статический расчет поперечной рамы. Определение расчетных сочетаний усилий (РСУ). Расчет в ПК ЛИРА. Тема 3.4. Расчет и конструирование ступенчатых внецентренно сжатых колонн рам.			
/Лек/	11	20	
/Пр/	11	16	
/СР/	11	37	
Раздел 4. Стропильные фермы и подкрановые конструкции Тема 4.1. Стропильные фермы: геометрическая схема, определение усилий в стержнях, подбор сечений, конструирование узлов и стыков. Тема 4.2. Подкрановые конструкции: балки, тормозные системы, крановые рельсы. Особенности расчета на прочность, выносливость и местную устойчивость. Тема 4.3. Специфика металлических конструкций объектов тепловой и атомной энергетики (коррозионная защита, огнестойкость, особые динамические воздействия).			
/Лек/	11	16	
/Пр/	11	14	
/СР/	11	57	
/КП/	11	0	
/Эк/	11	32	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. При реализации различных видов учебной работы по дисциплине используются следующие образовательные технологии: 1) лекции с использованием методов проблемного изложения материала; 2) на практических занятиях для пробуждения у обучающихся интереса и эффективного усвоения учебного материала используются следующие методы активного обучения: • презентации с использованием различных вспомогательных средств: видео, слайдов, компьютеров;

- мини-лекция: эффективная форма преподнесения теоретического материала;
- тестирование: определение уровня информированности обучающихся или их отношение к обсуждаемой теме;
- обратная связь: позволяет выяснить реакцию участников на обсуждаемые темы, увидеть достоинства и недостатки организации и проведения обучения, оценить результат;
- дискуссии: позволяют выявить индивидуальное мнение обучающихся по определенной теме.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы к зачету

1. Классификация строительных сталей, их физико-механические свойства и расчетные сопротивления. Понятие о хладноломкости и усталости стали.
2. Сущность метода расчета металлических конструкций по предельным состояниям (первая и вторая группы).
3. Виды нагрузок и воздействий на сооружения. Нормативные и расчетные значения, коэффициенты надежности по нагрузке. Основные сочетания нагрузок.
4. Виды сварных швов и соединений. Расчет стыковых и угловых сварных швов на действие продольных и поперечных сил.
5. Болтовые соединения: виды болтов, расчет на срез, смятие и растяжение. Особенности соединений на высокопрочных болтах.
6. Расчет центрально растянутых стержней по предельным состояниям первой и второй группы.
7. Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость. Понятие о гибкости и коэффициенте продольного изгиба (φ).
8. Типы балочных клеток. Расчет и подбор сечения прокатной балки настила (прочность, жесткость).
9. Компонировка сечения составной сварной балки двутаврового сечения. Определение оптимальной и минимальной высоты балки.
10. Проверка прочности составной балки по нормальным и касательным напряжениям. Проверка местной устойчивости стенки и поясов.
11. Расчет и конструирование опорного узла и укрупнительного монтажного стыка составной балки.
12. Типы сечений центрально сжатых колонн (сплошные и сквозные). Расчетная длина стержня.
13. Подбор сечения сквозной колонны с планками или раскосной решеткой. Расчет элементов соединительной решетки.
14. Конструирование и расчет оголовка и базы (фундамента) центрально сжатой колонны.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Конструктивные схемы стальных каркасов одноэтажных производственных зданий. Компонировка поперечной рамы (вертикальные и горизонтальные размеры).
2. Системы связей стального каркаса: назначение, виды, конструктивные решения и расчетные предпосылки.
3. Сбор нагрузок на поперечную раму: постоянные, снеговые, ветровые, крановые. Определение расчетных сочетаний усилий (PCY).
4. Учет пространственной работы каркаса при расчете плоской поперечной рамы. Коэффициент пространственной работы.
5. Статический расчет поперечной рамы. Особенности расчета ступенчатых колонн (надкрановая и подкрановая части).
6. Подбор сечения внецентренно сжатой сплошной колонны. Проверка устойчивости в плоскости и из плоскости действия момента.
7. Стропильные фермы: типы по очертанию и решетке. Определение геометрических длин и расчетных длин стержней фермы.
8. Определение усилий в стержнях фермы (аналитические и графические методы). Таблица расчетных сочетаний усилий для стержней фермы.
9. Подбор сечений стержней фермы из спаренных уголков по условиям прочности, устойчивости и предельной гибкости.
10. Конструирование и расчет узлов стальных ферм: промежуточных, опорных, заводского и монтажного (укрупнительного) стыков поясов.
11. Подкрановые конструкции: назначение, типы сечений подкрановых балок, тормозные конструкции.
12. Особенности расчета подкрановых балок: определение расчетных усилий по линиям влияния, проверка прочности при косом изгибе, проверка местной устойчивости стенки под колесом крана.
13. Проверка подкрановых балок на выносливость (усталость) и жесткость. Конструирование узлов опирания подкрановой балки на колонну.
14. Специфические требования к металлическим конструкциям объектов тепловой и атомной энергетики: защита от коррозии, огнестойкость, расчет на особые сочетания нагрузок (сейсмика, технологические воздействия).

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РПД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Казакова, И. С.	Пространственные металлические конструкции покрытий зданий: учебное пособие, ,	Вологда: ВоГУ, 2017,
Л1.2	Темников В. Г.	Металлические конструкции. Элементы рабочей площадки : учебное пособие , ,	Иркутск : ИРНИТУ, 2019,
Л1.3	Румянцева И. А.	Металлические конструкции, включая сварку : учебное пособие , ,	Москва : РУТ (МИИТ), 2005.,
Л1.4	Стоянов В. О.	Архитектурные конструкции уникальных зданий. Металлические конструкции. Альбом графоаналитических работ : альбом, ,	Москва : МГАХИ им. В. И. Сурикова, 2020,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Темников, В. Г.	Металлические конструкции. Примеры расчета и конструирования элементов : учебное пособие , ,	Иркутск : ИРНИТУ, 2019.,
Л2.2	Сиянов, А. И.	Металлические конструкции, включая сварку. Расчет элементов каркаса одноэтажного производственного здания : учебно-методическое пособие для вузов , ,	Санкт-Петербург : Лань, 2025.,
Л2.3	Веселов, В. В., Володченко Д. Г.	Металлические конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений. Проектирование большепролетных покрытий зданий и сооружений : учебное пособие , ,	Санкт-Петербург : ПГУПС, 2025.,
Л2.4	Колесов А. И., Иванова О. Б., Иванова Е. В.	Металлические конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений : учебное пособие. Часть 4 : Высотные сооружения с применением стальных конструкций , ,	Нижний Новгород : ННГАСУ, 2023,
Л2.5	Темников, В. Г.	Металлические конструкции. Элементы конструкций : учебное пособие , ,	Иркутск : ИРНИТУ, 2018,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows, Microsoft Office.
Свободно распространяемое: программный пакет Moodle.
Прикладное программное обеспечение: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox и др.

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/
7.3.2.2	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/
7.3.2.3	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Для проведения занятий по дисциплине имеются аудитории для лекционных и практических занятий, оснащенные ученической доской, комплектом учебной мебели.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

Обучающимся необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы изучаемой дисциплины (далее - РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, с основной и дополнительной литературой, в частности с методическими разработками по данной дисциплине. Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на практических занятиях и лабораторных работах, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекционные занятия. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в изучении проблем. Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента.

Практические занятия служат для закрепления изученного материала, развития умений, навыков и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности обучающихся по изучаемой дисциплине. Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

Целью самостоятельной работы является освоение фундаментальных знаний, развитие ответственности и организованности, умений самостоятельно работать с учебным материалом и приобретение навыков поиска и реферирования доступной научной информации. Самостоятельная работа во внеаудиторное время подразумевает: повторение лекционного материала; изучения учебной и научной литературы; подготовки к контрольным работам, тестированию, рубежному контролю.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.