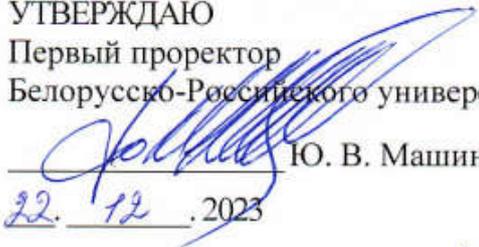


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
Белорусско-Российского университета

Ю. В. Машин
22. 12 . 2023
Регистрационный № УД-150301/Б.1.0.24/р

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Направленность (профиль) «Инновационные технологии в сварочном производстве»

Квалификация бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3, 4
Семестр	6, 7
Лекции, часы	64
Практические занятия, часы	64
Курсовой проект, семестр	7
Зачёт, семестр	6
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	128
Самостоятельная работа, часы	232
Всего часов / зачётных единиц	360/10

Кафедра-разработчик программы: «Оборудование и технология сварочного производства»
(название кафедры)

Составитель: старший преподаватель, канд. техн. наук, Юманов Д. Н.
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О)

Могилев, 2023

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение № 727 от 09.08.2021, учебным планом рег. № 150301-2.1 от 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры
«Оборудование и технология сварочного производства»

(название кафедры)

12.12.2023, протокол № 6.

Зав. кафедрой «ОиТСП»



А. О. Коротеев

Одобрена и рекомендована к утверждению
Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

20.12.2023, протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета
Белорусско-Российского университета



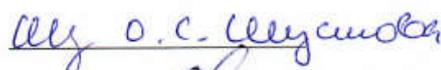
С. А. Сухоцкий

Рецензент:

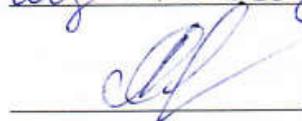
Железнев Игорь Петрович, главный технолог завода «Могилевтрансмаш» ОАО «МАЗ»
управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ»

Рабочая программа учебной дисциплины согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела



О. Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является развитие у студентов представлений, знаний и умений по определению условий работы разнообразных сварных металлоконструкций, современным методам расчета и рационального их проектирования, а также способам повышения эффективности производства конструкций, с учетом выполнения требований по снижению материало- и ресурсоемкости.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные виды и характеристики материалов, применяемых при изготовлении сварных металлоконструкций;
- основные принципы конструирования сварных металлоконструкций;
- порядок формирования нового объекта производства и удельный вес конструкций в нем;
- порядок выявления рабочих нагрузок, воздействующих на изделие в целом и сварные элементы изделия.

уметь:

- выбирать материалы с учетом требований к сварным металлоконструкциям;
- применять типовые расчеты при конструировании;
- оценивать технологичность спроектированной конструкции и возможность ее изготовления в реальных производственных условиях.

владеть:

- методикой типовых расчетов, применяемых на стадии проектирования сварных металлоконструкций;
- методикой формирования оптимального технологического процесса, обеспечивающую минимизацию сварочных деформаций и напряжений;
- методикой конструкторского выбора способа сварки в зависимости от характера производства.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», (обязательная часть Блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Металлургия сварки
- Теория сварочных процессов;
- Теория механизмов и машин;
- Технология сварки плавлением и термической резки.
- Технология контактной сварки.

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- Организация сварочного производства;
- Аттестация и сертификация в сварочном производстве.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лекционных и практических занятиях, будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-7	Владеть основами проектирования и производства сварных металлоконструкций
ПК-9	Техническая подготовка сварочного производства, его обеспечение и нормирование
ПК-11	Разработка с использованием САД-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщённых результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Рациональное проектирование и технологичность конструкций.	Цели и задачи дисциплины «Проектирование сварных металлоконструкций». Сварные конструкции, основные понятия и определения. Масштабы производства сварных конструкций. Преимущества сварных конструкций и их значение. Краткий обзор развития сварных конструкций в различных отраслях промышленности и строительства. Перспективы развития сварных конструкций.	ПК-7
2	Принципы классификации сварных металлоконструкций, области применения.	Принципы классификации конструкций, области применения. Этапы создания сварных конструкций. Исходные документы для проектирования. Основные требования, предъявляемые к сварным конструкциям. Технологичность сварных конструкций, основные способы ее улучшения. Перспективы дальнейшего развития и улучшения качества проектирования, производства и применения сварных конструкций.	ПК-7, ПК-9
3	Материалы сварных металлоконструкций, их выбор в зависимости от условий эксплуатации.	Материалы сварных конструкций, их выбор в зависимости от условий эксплуатации. Основной металл: характеристики конструкционных сталей и цветных сплавов. Сортамент прокатных профилей, штампованные и гнутые профили. Характеристики сварочных материалов, методики их выбора для сварных конструкций. Современные методы оценки свойств металла, определяющие его пригодность для металлоконструкций.	ПК-7, ПК-9
4	Характеристика различных сварных соединений и области их применения.	Классификация сварных швов и соединений. Изображение и обозначение сварных соединений на чертежах. Конструктивные особенности соединений, выполняемых сваркой плавлением, сваркой давлением и специальными способами сварки, применение их в конструкциях. Комбинированные соединения.	ПК-7, ПК-9

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
5	Механические свойства сварных соединений. Методы определения механических свойств.	Механические свойства сварных соединений. Условия обеспечения равнопрочности основного металла и сварного соединения. Методы определения фактических механических свойств сварных соединений. Механическая неоднородность в сварных соединениях, ее влияние на работоспособность. Мягкие и твердые прослойки в сварных соединениях. Эффект контактного упрочнения. Напряженное состояние и прочность мягкой прослойки.	ПК-7, ПК-9
6	Конструирование и расчет сварных соединений при действии статических нагрузок.	Основные принципы расчета сварных соединений: по допускаемым напряжениям и предельным состояниям. Нормы предельных сопротивлений и допускаемых напряжений. Коэффициенты безопасности. Особенности расчета и конструирования стыковых соединений при дуговой сварке. Расчет соединений с угловыми швами при дуговой сварке.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
7	Расчет соединений, выполняемых контактной сваркой.	Расчет соединений, выполняемых контактной сваркой: точечной, рельефной, шовной, стыковой. Способы повышения прочности соединений и уменьшения катета угловых швов, снижение металлоемкости сварных конструкций. Ресурсосберегающие технологические процессы при выполнении соединений с угловыми швами.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
8	Распределение напряжений в швах.	Классификация собственных напряжений. Механизм образования временных и остаточных сварочных напряжений. Общие сведения о концентрации напряжений. Примеры распределения напряжений в различных сварных соединениях. Влияние концентрации напряжений на статическую и усталостную прочность сварных соединений. Силовые, деформационные и энергетические критерии сопротивляемости разрушению в присутствии концентратора напряжений, методы их определения.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
9	Деформации и перемещения в сварных конструкциях.	Причины образования сварочных деформаций и их классификация. Теоретические и экспериментальные методы определения сварочных деформаций и перемещений. Перемещения при сварке стыковых соединений. Перемещения в конструкциях балочного типа. Процесс образования деформаций изгиба и потеря устойчивости. Изменение размеров элементов конструкций с течением времени, при механической обработке и при эксплуатации.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
10	Методы уменьшения сварочных деформаций и напряжений.	Методы уменьшения сварочных деформаций и напряжений. Допустимый уровень деформаций. Влияние сварочных деформаций, напряжений и перемещений на процесс изготовления и качество конструкций. Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций в различных видах конструкций. Методы уменьшения перемещений в элементах конструкций. Разряды точности сварных конструкций. Способы повышения точности сварных конструкций. Условные обозначения точности сварных конструкций.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
11	Сопротивление усталости сварных соединений.	Механизм усталостного разрушения. Диаграмма усталостной прочности. Эффективный коэффициент концентрации напряжений. Влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на сопротивление сварных соединений усталости. Несущая способность сварных соединений при переменных нагрузках. Принципы проектирования сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках. Основные расчетные формулы при действии переменных (циклических) нагрузок. Расчет сварных соединений, работающих на усталость.	ПК-7, ПК-9

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
12	Работоспособность сварных соединений при высоких температурах.	Механические свойства основного металла и сварных соединений при высоких температурах. Ползучесть и релаксация. Пределы ползучести, длительной прочности и их определение. Влияние механической неоднородности на свойства сварных соединений при высоких температурах. Жаропрочность сварных соединений. Расчет сварных соединений на прочность при высоких температурах.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
13	Работоспособность сварных соединений при низких температурах.	Основные особенности поведения основного металла и сварных соединений при низких температурах. Первая и вторая критические температуры. Основные факторы, влияющие на хладостойкость сварных соединений. Оценка свойств сварных соединений и элементов конструкций при низких температурах. Методы повышения хладостойкости сварных соединений.	ПК-7, ПК-9
14	Коррозионная стойкость и прочность сварных соединений.	Коррозионные среды и виды коррозионных повреждений сварных соединений. Общая и местная коррозия. Межкристаллитная коррозия. Коррозия под напряжением. Методы оценки работоспособности сварных соединений в коррозионных средах. Весовой и глубинный показатели. Пути повышения стойкости сварных соединений против коррозионного повреждения.	ПК-7, ПК-9
15	Технологическая прочность сварных соединений и методы ее повышения.	Технологическая прочность в процессе кристаллизации (горячие трещины), методы ее определения, способы повышения. Технологическая прочность в процессе фазовых и структурных превращений в твердом состоянии. Закономерности процесса образования холодных трещин. Методы оценки сопротивляемости сталей образованию холодных трещин, способы ее повышения.	ПК-7, ПК-9
16	Влияние дефектов на работоспособность сварных соединений.	Классификация дефектов и их влияние на прочность сварных соединений. Проблема учета влияния дефектов на прочность сварных соединений. Допустимые уровни дефектности. Примеры оценки работоспособности сварных соединений с различного рода дефектами.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
17	Расчетная и конструкционная прочность сварных соединений.	Понятия расчетной и конструкционной прочности. Причины несовпадения расчетной и конструкционной прочности. Принципы исследования расчетной и конструкционной прочности. Понятие о вероятностных методах расчетной прочности. Пути сближения расчетной и конструкционной прочности.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
18	Современные технологии графического моделирования.	Принципы построения систем геометрического моделирования, выбор программных средств для решения задач. Назначение и методы моделирования процессов, протекающих в металле.	ПК-11
19	Основные положения метода конечных элементов.	Моделирование процессов в металлах сварных конструкций методом конечных элементов. Основные положения метода конечных элементов. Примеры численных расчетов на основе метода конечных элементов и их сравнение с аналитическими данными.	ПК-7, ПК-11
20	Сварные фермы.	Сварные фермы: их типы, характеристика, компоновка и области применения. Геометрическая схема фермы, строительный подъем фермы. Конструирование и расчёт элементов ферм.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
21	Конструирование и расчёт промежуточных и опорных узлов ферм.	Конструирование и расчёт промежуточных и опорных узлов ферм. Концентрация напряжений в узлах ферм и меры её снижения. Обеспечение технологичности сварных ферм. Правила техники безопасности при монтаже ферм.	ПК-7, ПК-9, ПК-11

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
22	Конструкции оболочкового типа.	Общая характеристика, особенности и классификация конструкций оболочкового типа. Области их применения. Нормативные документы на проектирование, изготовление, монтаж и приёмку сварных конструкций оболочкового типа. Резервуары и газгольдеры. Классификация, конструктивные решения, области применения. Способы изготовления резервуарных конструкций.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
23	Проектирование сварных конструкций из балок и стержней.	Классификация балок и области их применения. Конструктивные и расчётные схемы балок. Расчёт балок на прочность, жесткость и устойчивость элементов балки. Обеспечение общей устойчивости балки. Сварные соединения элементов балки, их расчёт.	ПК-7, ПК-9
24	Расчеты сварных балок при переменных нагрузках.	Требования к балкам, работающим при переменных нагрузках. Конструкции и расчёт опорных частей балок. Обеспечение технологичности сварных балок. Примеры расчета балок при помощи ЭВМ.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
25	Сварные стойки.	Классификация сварных стоек и области их применения. Конструктивные и расчётные схемы стоек. Сварные стойки со сплошным сечением. Обеспечение устойчивости стоек. Расчёт стоек, воспринимающих центральное и нецентральное приложение нагрузок.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
26	Сварные стойки с составным поперечным сечением.	Сварные стойки с составным поперечным сечением. Определение приведенной гибкости относительно свободной оси. Расчет соединительных элементов. Стыки стоек. Базы и оголовки. Обеспечение технологичности сварных стоек. Применением ЭВМ при расчете стоек.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
27	Трубопроводы большого диаметра. Назначение и классификация.	Трубопроводы большого диаметра. Назначение и классификация. Характеристика применяемых материалов. Компоновка трубопроводных систем и компенсирующих устройств. Нагрузки, действующие на трубопроводы. Методика расчёта трубопроводов различных категорий. Конструктивные решения узлов сопряжения и соединений трубопроводов.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
28	Котлы и толстостенные сосуды.	Назначение и условия работы. Выбор материала. Конструктивное оформление и технологичность. Выбор основных размеров конструкции. Нормы и методы расчёта на прочность. Требования при проектировании сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
29	Сопряжение элементов конструкций.	Расчет сопряжений элементов конструкций. Типы сопряжений по способу расчленения соединений на составляющие. Сопряжение балок и стоек. Правила техники безопасности при монтаже балок и стоек. Правила техники безопасности при монтаже оболочковых конструкций.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
30	Сварные детали машин.	Особенности проектирования и изготовления сварных деталей машин в машиностроении. Условия эксплуатации сварных деталей машин. Требования по обеспечению прочности, выносливости и жёсткости конструкции деталей и узлов машин. Обеспечение технологичности таких конструкций.	ПК-7, ПК-9, ПК-11
31	Типовые машиностроительные конструкции.	Машиностроительные конструкции и детали: сварные барабаны грузоподъёмных машин; сварные корпуса редукторов; сварные рамы и станины; сварные колеса, шестерни, шкивы. Их конструктивные решения и расчёт.	ПК-7, ПК-9, ПК-11

Номера тем	Наименование темы	Содержание	Коды формируемых компетенций
32	Вопросы диагностики и оценки ресурса работы металлоконструкций. Аварии сварных конструкций.	Современное состояние и проблемы изучения надежности сварных конструкций. Методы расчета долговечности и работоспособности. Причины, вызывающие разрушение сварных конструкции: замена материала, перегрузка и неправильная эксплуатация, потеря устойчивости, усталость металла, хрупкое разрушение, дефекты монтажа, неудачные проектные решения. Повреждения и выход из строя металлических конструкций. Обследование аварий. Методы предотвращения аварий.	ПК-7, ПК-9, ПК-11

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ Недели	Лекции Тема. Основные вопросы	Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Рациональное проектирование и технологичность конструкций.	2	Пр. р. №1. Изучение основных ТНПА и их применение в сварочном производстве.	2			4		
2	Тема 2. Принципы классификации сварных металлоконструкций, области применения.	2	Пр. р. №1. Изучение основных ТНПА и их применение в сварочном производстве.	2			4	ЗПР	5
3	Тема 3. Материалы сварных металлоконструкций, их выбор в зависимости от условий эксплуатации.	2	Пр. р. №1. Изучение основных ТНПА и их применение в сварочном производстве.	2			4	КР	5
4	Тема 4. Характеристика различных сварных соединений и области их применения.	2	Пр. р. № 2. Расчет элементов сварных соединений, выполненных встык по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.	2			4	ЗПР	5
5	Тема 5. Механические свойства сварных соединений. Методы определения механических свойств.	2	Пр. р. № 2. Расчет элементов сварных соединений, выполненных встык по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.	2			4	КР	5
6	Тема 6. Конструирование и расчет сварных соединений при действии статических нагрузок.	2	Пр. р. № 3. Расчет элементов сварных соединений, выполненных в нахлестку по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.	2			4		
7	Тема 7. Расчет соединений, выполняемых контактной сваркой.	2	Пр. р. № 3. Расчет элементов сварных соединений, выполненных в нахлестку по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.	2			4	ЗПР	5

№ Недели	Лекции Тема. Основные вопросы	Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоя- тельная работа, часы	Форма кон- троля знаний	Баллы (max)
8	Тема 8. Распределение напряжений в швах.	2	Пр. р. № 3. Расчет элементов сварных соединений, выполненных в нахлестку по предельному состоянию и допускаемым напряжениям.	2			4	КР ПКУ	5 30
Модуль 2									
9	Тема 9. Деформации и перемещения в сварных конструкциях.	2	Пр. р. № 4. Расчет сварных соединений, выполненных контактной точечной сваркой.	2			6		
10	Тема 10. Методы уменьшения сварочных деформаций и напряжений.	2	Пр. р. № 4. Расчет сварных соединений, выполненных контактной точечной сваркой.	2			6	ЗПР	5
11	Тема 11. Сопротивление усталости сварных соединений.	2	Пр. р. № 4. Расчет сварных соединений, выполненных контактной точечной сваркой.	2			6	КР	5
12	Тема 12. Работоспособность сварных соединений при высоких температурах.	2	Пр. р. № 5. Расчет сварных соединений на усталость.	2			6		
13	Тема 13. Работоспособность сварных соединений при низких температурах.	2	Пр. р. № 5. Расчет сварных соединений на усталость.	2			4	ЗПР	5
14	Тема 14. Коррозионная стойкость и прочность сварных соединений.	2	Пр. р. № 5. Расчет сварных соединений на усталость.	2			4	КР	5
15	Тема 15. Технологическая прочность сварных соединений и методы ее повышения.	2	Пр. р. № 6. Расчет сварных соединений, выполненных из элементов, имеющих несимметричное сечение.	2			4		
16	Тема 16. Влияние дефектов на работоспособность сварных соединений.	2	Пр. р. № 6. Расчет сварных соединений, выполненных из элементов, имеющих несимметричное сечение.	2			4	ЗПР КР	5 5
17	Тема 17. Расчетная и конструкционная прочность сварных соединений.	2	Пр. р. № 6. Расчет сварных соединений, выполненных из элементов, имеющих несимметричное сечение.	2			4	ПКУ	30
17								ПА (зачет)	40
Итого за 6 семестр		34		34			76		100
Модуль 1									
1	Тема 18. Современные технологии графического моделирования.	2	Пр. р. № 7. Расчет и подбор сечений двутавровых балок.	2			5		
2	Тема 19. Основные положения метода конечных элементов.	2	Пр. р. № 7. Расчет и подбор сечений двутавровых балок.	2			5	ЗПР	5
3	Тема 20. Сварные фермы.	2	Пр. р. № 7. Расчет и подбор сечений двутавровых балок.	2			5	КР	10

№ Недели	Лекции Тема. Основные вопросы	Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоя- тельная работа, часы	Форма кон- троля знаний	Баллы (max)
4	Тема 21. Конструирование и расчёт промежуточных и опорных узлов ферм.	2	Пр. р. № 8. Расчет обратного прогиба тавровых сварных балок.	2			5		
5	Тема 22. Конструкции оболочкового типа.	2	Пр. р. № 8. Расчет обратного прогиба тавровых сварных балок.	2			5		5
6	Тема 23. Проектирование сварных конструкций из балок и стержней.	2	Пр. р. № 8. Расчет обратного прогиба тавровых сварных балок.	2			5		10
7	Тема 24. Расчеты сварных балок при переменных нагрузках.	2	Пр. р. № 9. Расчет и подбор сечений стоек и опорных коробчатых балок.	2			5		
8	Тема 25. Сварные стойки.	2	Пр. р. № 9. Расчет и подбор сечений стоек и опорных коробчатых балок.	2			5		30
Модуль 2									
9	Тема 26. Сварные стойки с составным поперечным сечением.	2	Пр. р. № 9. Расчет и подбор сечений стоек и опорных коробчатых балок.	2			5	КР	8
10	Тема 27. Трубопроводы большого диаметра. Назначение и классификация.	2	Пр. р. №10. Расчет сварных ферм.	2			5		
11	Тема 28. Котлы и толстостенные сосуды.	2	Пр. р. №10. Расчет сварных ферм.	2			5	ЗПР	3
12	Тема 29. Сопряжение элементов конструкций.	2	Пр. р. №10. Расчет сварных ферм.	2			5	КР	8
13	Тема 30. Сварные детали машин.	2	Пр. р. № 11. Расчет конструкций оболочкового типа.	2			5		
14	Тема 31. Типовые машиностроительные конструкции.	2	Пр. р. № 11. Расчет конструкций оболочкового типа.	2			5		
15	Тема 32. Вопросы диагностики и оценки ресурса работы металло- конструкций. Аварии сварных конструкций.	2	Пр. р. № 11. Расчет конструкций оболочкового типа.	2			14	ЗПР КР ПКУ	3 8 30
1-15	Выполнение курсового проекта.	2		2			36		
16-18							36	ПА (ЭКЗ)	40
Итого за 7 семестр		30		30			156		100
Итого		64		64			232		

Принятые обозначения: ЗПР – защита лабораторной работы; КР – контрольная работа в тестовой форме; ПКУ – промежуточный контроль успеваемости; ПА – текущая успеваемость.

Итоговая оценка определяется как сумма рейтинг-контроля (до 60 баллов), текущей аттестации (до 40 баллов) и соответствует баллам:

1. Зачет:

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51 – 100	0 – 50

2. Экзамен, дифференцированный зачёт:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3 Требования к курсовому проекту (курсовой работе)

Целью курсового проекта является приобретение студентами навыков по практическому применению теоретических знаний, полученных при изучении курса «Проектирование сварных металлоконструкций». Для выполнения курсового проекта студентам выдаются индивидуальные задания, в которых предлагается разработать сварную конструкцию с применением рациональных способов сварки и с учетом требований технологичности. В курсовом проекте рассматриваются следующие вопросы:

- 1 Общая часть (описание сварной конструкции, ее назначение, условия работы);
 - 2 Выбор материала для изготовления конструкции (с учетом требований по обеспечению снижения материалоемкости изделия);
 - 3 Расчётная часть (включает расчет основных составных узлов и сварных соединений, проверку устойчивости и т.д.);
 - 4 Технологическая часть (описываются способы заготовки деталей, процесс сборки и сварки, приводятся технологические параметры режима сварки, требуемое оборудование)
 - 5 Контроль качества;
 - 6 Охрана труда;
- Приложения.

Курсовой проект включает пояснительной запиской объемом 25...30 листов и графическую часть в объеме 3,5...4 листов формата А1.

На выполнение курсового проекта отводится 36 часов.

Перечень этапов выполнения курсовой работы и количества баллов за каждый из них представлен в таблице:

Этап выполнения	Минимум	Максимум
Теоретические исследования проблемы, постановка задачи	9	15
Практические исследования	9	15
Разработка рекомендаций и предложений	9	15
Проектирование, разработка эскизов, чертежей	6	10
Оформление пояснительной записки	3	5
Итого за выполнение курсового проекта	36	60
Защита курсового проекта	15	40

Итоговая оценка курсового проекта представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице:

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные		№ 1		6
2	Мультимедиа	Темы: 1-32			64
3	Расчетные		№ 2 – 11		58
	ИТОГО	64	64		128

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства контроля знаний студентов по учебной дисциплине хранятся на кафедре и включают:

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Вопросы к экзамену	1
3	Экзаменационные билеты	1
4	Тестовые задания к контрольным работам	10
5	Контрольные вопросы к защите практических работ (содержатся в методических рекомендациях к дисциплине)	25
6	Перечень тем курсовых проектов	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ПК-7 – Владеть основами проектирования и производства сварных металлоконструкций			
ИПК-7.1. Владеть основами проектирования сварных металлоконструкций			
1	Пороговый уровень	Знание основных принципов конструирования и разработки технологических процессов производства сварных металлических конструкций.	Умение применять на практике основные принципы конструирования и разработки технологических процессов

			производства сварных металлоконструкций.
2	Продвинутый уровень	Владение основными принципами конструирования и разработки технологических процессов производства сварных металлических конструкций, знание принципов расчета конструкций и оборудования на прочность и технологичность.	Умение конструировать сварные конструкции и разрабатывать технологические процессы производства сварных металлоконструкций.
3	Высокий уровень	Знание современных методик конструирования и разработки технологических процессов производства сварных металлоконструкций, знание принципов расчета конструкций и оборудования на прочность и технологичность с учетом специфики производства.	Умение конструировать сварные конструкции и разрабатывать новые технологические процессы производства сварных металлоконструкций с учетом специфики производства.
ПК-9 – Техническая подготовка сварочного производства, его обеспечение и нормирование			
ИПК-9.1. <i>Знать требования единой конструкторской и технологической документации</i>			
1	Пороговый уровень	Знать принципы и этапы технической подготовки сварочного производства, его обеспечение и нормирование.	Уметь определить нормативы расхода свариваемых и сварочных материалов, инструмента, электроэнергии.
2	Продвинутый уровень	Знать отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование.	Умение определять технологические процессы производства сварных металлоконструкций.
3	Высокий уровень	Владеть современными методами анализа технического уровня и технологий сварочного производства.	Умение производить техническую подготовку, обеспечение и нормирование процессов производства сварных конструкций.
ПК-11 – Разработка с использованием САД-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности			
ИПК – 11.2. <i>Знать современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности (проектирование сварных металлоконструкций)</i>			
1	Пороговый уровень	Знание основных принципов компьютерных расчетов	Умение применять на практике основные

		термодеформационных процессов при сварке.	принципы компьютерных расчетов термодеформационных процессов при сварке.
2	Продвинутый уровень	Знание современных методик компьютерных расчетов термодеформационных процессов при сварке.	Умение эффективно применять основные принципы расчета компьютерных расчетов термодеформационных процессов при сварке.
3	Высокий уровень	Знание современных методик компьютерных расчетов термодеформационных процессов при сварке. Умение использовать современные компьютерные расчеты термодеформационных процессов при сварке при проектировании конструкций.	Умение разрабатывать новые методики расчетов термодеформационных процессов при сварке с помощью современных систем автоматизированного проектирования.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ПК-7 – Владеть основами проектирования и производства сварных металлоконструкций</i>	
Знание основных принципов конструирования и разработки технологических процессов производства сварных металлических конструкций. Владение основными принципами конструирования и разработки технологических процессов производства сварных металлических конструкций, знание принципов расчета конструкций и оборудования на прочность и технологичность. Знание современных методик конструирования и разработки технологических процессов производства сварных металло- конструкций, знание принципов расчета конструкций и оборудования на прочность и технологичность с учетом специфики производства.	Вопросы к зачету. Вопросы к экзамену. Экзаменационные билеты. Тестовые задания к контрольным работам. Контрольные вопросы к защите практических работ (содержатся в методических рекомендациях к дисциплине).
<i>Компетенция ПК-9 – Техническая подготовка сварочного производства, его обеспечение и нормирование</i>	
Знать принципы и этапы технической подготовки сварочного производства, его обеспечение и нормирование. Знать отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций,	Вопросы к зачету. Вопросы к экзамену. Экзаменационные билеты. Тестовые задания к контрольным работам. Контрольные вопросы к защите практических

технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование. Владеть современными методами анализа технического уровня и технологий сварочного производства.	работ (содержатся в методических рекомендациях к дисциплине).
<i>Компетенция</i> ПК-11 – Разработка с использованием САД-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	
Знание основных принципов компьютерных расчетов термомеханических процессов при сварке. Знание современных методик компьютерных расчетов термомеханических процессов при сварке. Знание современных методик компьютерных расчетов термомеханических процессов при сварке. Умение использовать современные компьютерные расчеты термомеханических процессов при сварке при проектировании конструкций.	Вопросы к зачету. Вопросы к экзамену. Экзаменационные билеты. Тестовые задания к контрольным работам. Контрольные вопросы к защите практических работ (содержатся в методических рекомендациях к дисциплине).

5.3 Критерии оценки при защите практических работ

Каждое задание по практическому занятию оценивается от 1 до 5 (от 1 до 3 в 7-ом семестре) баллов. При этом баллы начисляются за его защиту в случае ответов на все вопросы по теме. Если задание выполнено, но не защищено, то баллы по ней не начисляются, а оно попадает в разряд задолженностей. В каждом индивидуальном задании содержится от 1 до 5 (от 1 до 3 в 7-ом семестре) вопросов. За каждый правильный ответ начисляется по 1 баллу.

На тестирование к промежуточному контролю отводится 60 минут. За тестовые задания студент получает 5 (8; 10) баллов. Каждое тестовое задание включает в себя 5 (8; 10) вопросов. За каждый правильный ответ на вопрос в тестовом задании студент получает 1 балл, итоговая оценка к промежуточному контролю вычисляется по сумме набранных баллов.

5.4 Критерии оценки зачета

Задание на зачет включает в себя ответы на теоретические вопросы и оценивается до 40 баллов. Студенту на зачете выдается 2 теоретических вопроса. За каждый правильный ответ начисляется до 20 баллов. Общее количество баллов соответствует сумме набранных баллов по двум вопросам.

5.5 Критерии оценки экзамена

Проставляемая в экзаменационную ведомость оценка соответствует сумме баллов, набранных студентом в течение семестра до 60 баллов и полученных при сдаче экзамена до 40 баллов, и выставляется в соответствии с приведенной шкалой по пятибалльной системе в соответствии со шкалой:

В экзаменационный билет включены два теоретических вопроса и одна практическая задача.

Минимальное количество баллов на экзамене – 15, максимальное – 40.

Каждый из вопросов оценивается положительной оценкой до 10 баллов. Практическая задача – до 20 баллов

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям:

10 баллов – систематизированное и полное изложение вопроса, точное использование терминологии, глубокое понимание основных физических процессов, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы по данному материалу, выходящие за пределы рабочей программы.

9 баллов – систематизированное и полное изложение вопроса, точное использование терминологии и знание основных нормативно-технических документов, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы по данному материалу в объеме рабочей программы.

8 баллов – систематизированные и полные знания по поставленному вопросу в объеме рабочей программы, глубокое понимание сущности явлений, точное использование терминологии, логически правильное изложение ответа на вопрос, умение делать обоснованные выводы.

7 баллов – студент глубоко понимает вопрос, сущность явлений, отвечает четко и всесторонне, самостоятельно рассуждает, отличается способностью делать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

6 баллов – студент хорошо понимает вопрос, сущность явлений, знает основные подходы и принципы, отвечает правильно, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

5 баллов – студент понимает вопрос, сущность явлений, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

4 балла – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, понимает сущность явлений, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа.

3 балла – в ответе студента имеются существенные недостатки, вопрос охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Ниже 3 баллов – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

Решение задачи оцениваются по следующим критериям:

18-20 баллов – Решение практической задачи в полном объеме, ответы в полном объеме на дополнительные вопросы по теме практической задачи и дополнительные вопросы, выходящие за пределы рабочей программы.

16-18 баллов – Решение практической задачи в полном объеме, ответы в полном объеме на дополнительные вопросы по теме практической задачи.

13-15 баллов – Решение практической задачи в полном объеме с небольшими неточностями, частично правильные ответы на дополнительные вопросы по теме практической задачи.

9-12 баллов – Решение практической задачи с ошибками, может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов. Ответы в неполном объеме на дополнительные вопросы по теме практической задачи

6-8 баллов – Решение практической задачи с ошибками, может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов. Не отвечает на дополнительные вопросы по теме практической задачи.

Ниже 5 баллов – студент имеет общее представление о решении задачи, задача решена лишь частично, при разъяснении задачи допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология.

5.6 Критерии оценки курсового проекта

Оценка за курсовую работу выставляется путем суммирования баллов за ее выполнение и защиту. Максимальное количество баллов за выполнение работы -60, минимальное - 40. На защите - 40 баллов максимально и 15 минимально.

Количество баллов	Критерии оценки за выполнение и защиту курсовой работы
40	Работа выполнена согласно графику, в полном объеме согласно методическим рекомендациям, аккуратно. Пояснительная записка содержит все необходимые пояснения к расчетам, ссылки на используемую справочную и нормативную документацию, выводы. Графическая часть выполнена согласно требованиям ЕСКД. Ответы на вопросы по графической части и пояснительной записки полные, владение терминологией.
30	Работа выполнена с нарушением графика, в полном объеме, небрежно. Пояснительная записка содержит полностью или частично пояснения к расчетам, ссылки на используемую справочную и нормативную документацию отсутствуют, выводы и ответы на вопросы не полные. Графическая часть выполнена с нарушениями требованиям ЕСКД.
20	Ответы на вопросы неполные, частично используется терминология. При ответе используются знания нормативно технической документации
15	Ответы на вопросы поверхностные, стандарты и НТД не используются, поверхностное владение терминологией.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

1. Подготовка к защите индивидуального задания по практическому занятию.

2. Решение индивидуальных задач во время проведения практических занятий под контролем преподавателя.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экзemplяров
1	Куликов, В. П. Технология сварки плавлением и термической резки : учебник / В. П. Куликов. — 3-е изд. стер. Мн. : Новое знание, 2019. — 463 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат)	Утверждено Министерством образования РБ качестве учебника для студентов вузов; . Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение»	6

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экземпляров
1	Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: Учеб. Пособие для вузов / С. А. Куркин, В. М. Хохлов, Ю. Н. Аксенов и др. Под ред. С. А. Куркина, В. М. Хохлова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 464 с.	–	5
2	Шеин, А. И. Краткий курс строительной механики: учебник / А. И. Шеин. – Москва: БАСТЕТ, 2011. – 272 с.	Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области строительства	20
3	Михайлов, Ю. Б. Конструирование деталей механизмов и машин : учеб. пособие для бакалавров / Ю. Б. Михайлов. – Москва: Юрайт, 2012. – 414 с.	Доп. УМО вузов в качестве учеб. пособия для студентов	10
4	Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование / Г. А. Николаев, В. А. Винокуров – Москва: Машиностроение, 1990. – 448 с.	Допущено Гос ком. СССР по народному обр. в качестве учебника для студ. вузов	81

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. <https://urait.ru> – образовательная платформа в сети Интернет, содержащая учебную литературу по изучаемой дисциплине.
2. <http://moodle.bru.by>.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Проектирование сварных металлоконструкций. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» дневной формы обучения, Могилев, БРУ, 2023. (электронный вариант)
2. Проектирование сварных металлоконструкций. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» дневной формы обучения, Могилев, БРУ, 2023 г. (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Тема 1. Рациональное проектирование и технологичность конструкций.

Тема 2. Принципы классификации сварных металлоконструкций, области применения.

Тема 3. Материалы сварных металлоконструкций, их выбор в зависимости от условий эксплуатации.

Тема 4. Характеристика различных сварных соединений и области их применения.

Тема 5. Механические свойства сварных соединений. Методы определения механических свойств.

Тема 6. Конструирование и расчет сварных соединений при действии статических нагрузок.

Тема 7. Расчет соединений, выполняемых контактной сваркой.

- Тема 8. Распределение напряжений в швах.
- Тема 9. Деформации и перемещения в сварных конструкциях.
- Тема 10. Методы уменьшения сварочных деформаций и напряжений.
- Тема 11. Сопротивление усталости сварных соединений.
- Тема 12. Работоспособность сварных соединений при высоких температурах.
- Тема 13. Работоспособность сварных соединений при низких температурах.
- Тема 14. Коррозионная стойкость и прочность сварных соединений.
- Тема 15. Технологическая прочность сварных соединений и методы ее повышения.
- Тема 16. Влияние дефектов на работоспособность сварных соединений.
- Тема 17. Расчетная и конструкционная прочность сварных соединений.
- Тема 18. Современные технологии графического моделирования.
- Тема 19. Основные положения метода конечных элементов.
- Тема 20. Сварные фермы.
- Тема 21. Конструирование и расчёт промежуточных и опорных узлов ферм.
- Тема 22. Конструкции оболочкового типа.
- Тема 23. Проектирование сварных конструкций из балок и стержней.
- Тема 24. Расчеты сварных балок при переменных нагрузках.
- Тема 25. Сварные стойки.
- Тема 26. Сварные стойки с составным поперечным сечением.
- Тема 27. Трубопроводы большого диаметра. Назначение и классификация.
- Тема 28. Котлы и толстостенные сосуды.
- Тема 29. Сопряжение элементов конструкций.
- Тема 30. Сварные детали машин.
- Тема 31. Типовые машиностроительные конструкции.
- Тема 32. Вопросы диагностики и оценки ресурса работы метало- конструкций. Аварии сварных конструкций.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте учебной аудитории 108/2, рег. номер ПУЛ-4.109.108/2-23.

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Направленность (профиль) «Инновационные технологии в сварочном производстве»

	Форма обучения
	Очная
Курс	3, 4
Семестр	6, 7
Лекции, часы	64
Практические занятия, часы	64
Курсовой проект, семестр	7
Зачёт, семестр	6
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	128
Самостоятельная работа, часы	232
Всего часов / зачётных единиц	360/10

1. Целью учебной дисциплины является развитие у студентов представлений, знаний и умений по определению условий работы разнообразных сварных металлоконструкций, современным методам расчета и рационального их проектирования, а также способам повышения эффективности производства конструкций, с учетом выполнения требований по снижению материало- и ресурсоемкости.

2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные виды и характеристики материалов, применяемых при изготовлении сварных металлоконструкций;
- основные принципы конструирования сварных металлоконструкций;
- порядок формирования нового объекта производства и удельный вес конструкций в нем;
- порядок выявления рабочих нагрузок, воздействующих на изделие в целом и сварные элементы изделия.

уметь:

- выбирать материалы с учетом требований к сварным металлоконструкциям;
- применять типовые расчеты при конструировании;
- оценивать технологичность спроектированной конструкции и возможность ее изготовления в реальных производственных условиях.

владеть:

- методикой типовых расчетов, применяемых на стадии проектирования сварных металлоконструкций;
- методикой формирования оптимального технологического процесса, обеспечивающую минимизацию сварочных деформаций и напряжений;
- методикой конструкторского выбора способа сварки в зависимости от характера производства.

3. Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций.

ПК-7. Владеть основами проектирования и производства сварных металлоконструкций

ПК-9. Техническая подготовка сварочного производства, его обеспечение и нормирование

ПК-11. Разработка с использованием САД-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности

4. Образовательные технологии

Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса: мультимедиа, расчетные и традиционные формы.