

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Юдина Светлана Валентиновна  
Должность: Директор АФ КАИ  
Дата подписания: 06.10.2022 13:08:42  
Уникальный программный ключ:  
ee380433c1f82e02d4d5ce32f117158c7c34ed0ff4b383f650075f51c9c70790

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Альметьевский филиал**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор филиала

С.В. Юдина

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**«Б1.О.28 Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного  
производства»**

**Квалификация: бакалавр**

**Форма обучения: очная, заочная**

**Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение**

**Направленность (профиль): Современные сварочные материалы,  
технологии, оборудование и диагностика**

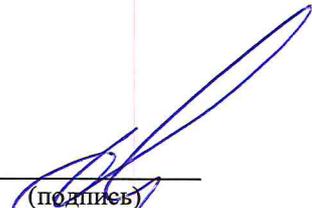
Альметьевск 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 09.08.2021 № 727

Разработчик (и):

Емельянов Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

\_\_\_\_\_

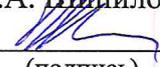
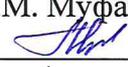
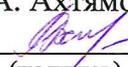
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры КМТ протокол от «17» марта 2022г. № 3.

Заведующий кафедрой КМТ, О.А. Шипилова, канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	Кафедра, ответственная за ОП	17.03.2022	№ 3	зав. кафедрой О.А. Шипилова  (подпись)
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия АФ КНИТУ-КАИ	23.03.2022	№ 1	председатель УМК Г.М. Муфаярова  (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека АФ КНИТУ-КАИ	17.03.2022	-	заведующая НТБ Г.А. Зимина  (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Учебно-методический отдел АФ КНИТУ-КАИ	17.03.2022	-	заведующая УМО З.А. Ахтямова  (подпись)

# **1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## **1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины является усвоение широкого круга вопросов, относящихся к современному опыту изготовления сварных конструкций с широким использованием механизации и автоматизации производства, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, базирующихся на последних достижениях сварочного производства, привитие обучающимся умений качественного и количественного анализа изучаемых процессов.

## **1.2 Задачи дисциплины (модуля)**

Задачами изучения дисциплины «Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства» являются:

- получение знаний по технологии производства различных типов сварных конструкций в условиях единичного, мелкосерийного, крупносерийного и массового производства;
- получение знаний о принципах работы механического и автоматизированного оборудования и технологических линий в сварочном производстве;
- получение знаний об основных задачах, решаемых службой контроля качества сварных конструкций;
- приобретение умений по разработке технологических процессов сварочного производства;
- выдвижение и обоснование предложений по совершенствованию производственных операций и внедрению новой прогрессивной технологии заготовительного и сборочно-сварочного производства и контроля качества сварных конструкций.

## **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы.

## **1.4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу

обучающихся с преподавателем (по видам учебной работы) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1, а – Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)				
		Лекции/в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультации, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
7	6 ЗЕ/216	16	16	16	1,5	–	2	0,2	34,5	–	96	33,8	Экзамен, курсовая работа
<b>Итого</b>	<b>6 ЗЕ/216</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>1,5</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>34,5</b>	<b>–</b>	<b>96</b>	<b>33,8</b>	

Таблица 1.1, б – Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)				
		Лекции/в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультации, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
9	6 ЗЕ/216	4	4	6	1,5	–	2	0,2	34,5	–	157	6,8	Экзамен, курсовая работа
<b>Итого</b>	<b>6 ЗЕ/216</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1,5</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>34,5</b>	<b>–</b>	<b>157</b>	<b>6,8</b>	

## 1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Формируемые компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>опк-2</sub> Использует навыки проведения измерений и наблюдений, обработки и представления экспериментальных данных и результатов испытаний в профессиональной деятельности.	Знает: основы компьютерных технологий в сварочном производстве Умеет: анализировать и выбирать рациональные методы, способы и оборудование для получения заготовок деталей машин и сварных конструкций, вести организацию наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию объектов, образцов новой модернизированной продукции, выпускаемой предприятием Владеет: методами анализа технологических процессов производства сварных конструкций и их влияния на качество получаемой продукции, методами анализа результатов деятельности производственных подразделений
ОПК-8	Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений в машиностроении	ИД-1 <sub>опк-8</sub> Оценивает затраты различных вариантов технологических процессов.	Знает: основы планирования работы персонала и фондов оплаты труда в сварочном производстве Умеет: осуществлять предварительную оценку технико-экономических показателей при производстве конструкции Владеет: методиками оценки экономичности изготовления сварочных изделий
ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ИД-1 <sub>опк-9</sub> Применяет эффективные методы автоматизации технологических процессов сварочного производства, участвует в разработке автоматизированных сварочных технологий, определяет требования к автоматизированному сварочному оборудованию	Знает: назначение и возможности современных средств систем автоматизированного проектирования, их математическое обеспечение и методы описания и анализа технологических процессов Умеет: использовать современные САПР и методы реализации конструкторской подготовки производства и варианты её автоматизации, применять математический аппарат для решения задач по интеграции систем автоматизации и подготовки машиностроительных технологий

			Владеет: навыками, необходимыми для выбора метода автоматизированного проектирования технологических процессов, и интеграции современных средств САПР в разработку ТП
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам, с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных работ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1, а – Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы (очная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (в час)			Индивидуальная контактная работа	Самостоятельная работа: проработка учебного материала (самоподготовка), выполнение курсовой работы/проекта, подготовка к ПА
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
<b>Семестр 7</b>						
Раздел № 1. Введение	47	5	5	5	–	32
Раздел № 2. Инженерное обеспечение сварочного производства	47	5	5	5	–	32
Раздел № 3. Автоматизация сварочного производства	50	6	6	6	–	32
Курсовая работа	36	–	–	–	1,5	34,5
Экзамен	36	–	–	–	2,2	33,8
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>216</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>3,7</b>	<b>164,3</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>3,7</b>	<b>164,3</b>

Таблица 2.1, б – Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (в час)			Индивидуальная контактная работа	Самостоятельная работа: проработка учебного материала (самоподготовка), выполнение курсовой работы/проекта, подготовка к ПА
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
<b>Семестр 9</b>						

Раздел № 1. Введение	56	1	1	2	–	52
Раздел № 2. Инженерное обеспечение сварочного производства	56	1	1	2	–	52
Раздел № 3. Автоматизация сварочного производства	59	2	2	2	–	53
Курсовая работа	36	–	–	–	1,5	34,5
Экзамен	9	–	–	–	2,2	6,8
<b>Итого за 9 семестр</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3,7</b>	<b>198,3</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3,7</b>	<b>198,3</b>

## 2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

### Раздел № 1. Введение

Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины. Рабочая программа дисциплины. Историческая справка и перспективы развития сварочного производства. Роль технолога и конструктора в процессе создания сварной конструкции. Исходные данные, необходимые для проектирования технологического процесса изготовления сварных конструкций. Состав операций технологического процесса изготовления сварных конструкций. Документы, регламентирующие технологию производства. Контроль качества сборки и сварки как составная часть технологического процесса изготовления конструкций. Основные проблемы и пути механизации и автоматизации производства сварных конструкций. Проведение контроля качества соединений как составной части технологического процесса изготовления конструкции.

Тема 1.2. Технологическая классификация сварных конструкций. Принципы классификации сварных конструкций. Классификация по конструктивной форме сварных изделий и особенностям эксплуатационных нагрузок. Качественный и количественный анализ на технологичность сварной конструкции. Классификация сварных конструкций по конструктивной форме сварных изделий и особенностям эксплуатационных нагрузок.

### Раздел № 2. Инженерное обеспечение сварочного производства

Тема 2.1. Заготовительные операции. Приемы выполнения заготовительных операций: правки, разметки, резки, гибки, штамповки, очистки под сварку, обработки кромок и их технологическая наследственность.

Виды деформации заготовок. Технологическая наследственность. Её влияние на свойства металла. Ограничение пластической деформации в процессе выполнения заготовительных операций. Требования к точности заготовок, в зависимости от метода и приемов сварки. Контроль качества подготовки кромок под сварку. Правка листового и профильного проката. Условия проведения правки листового и профильного проката. Оборудование для выполнения правки: растяжные и роликовые машины, листопрямильные и углопрямильные вальцы. Правильно-гибочные прессы кулачкового типа.

Разметка заготовок и узлов. Виды разметки: индивидуальная разметка; наметка; оптический метод разметки. Автоматизация раскроя. Системы автоматизированного проектирования раскроя. Ручной, механизированный и автоматический методы формирования карт. Резка и гибка заготовок. Резка и обработка кромок. Механическая резка на гильотинных, дисковых и пресс-ножницах. Вырубка в штампах. Штамповочно-вырубные револьверные прессы с управлением от ЭВМ. Виды разделительной термической резки: газопламенная кислородная, плазменно- дуговая, лазерная. Машины для термической резки. Точность резки. Гибка кромок на листогибочных вальцах. Штамповка. Гибка профильного проката и труб. Роликогибочные и трубогибочные станки. Очистка заготовок и узлов. Очистка. Механические методы: дробеструйный и дробемётный. Химические методы: обезжиривание, травление, пассивирование и грунтовка. Комплексная механизация заготовительных операций. Применяемое оборудование и комплексная механизация заготовительных операций.

Рациональная организация приёма и складирования листового металла в условиях различной серийности производства. Применяемое оборудование. Предварительная подготовка металла на складе. Автоматизированные поточные линии выполнения заготовительных операций. Оснащение линий соответствующим оборудованием для очистки, грунтовки, разметки, резки. Технологические возможности современного оборудования. Комплексная механизация и автоматизация заготовительных операций в условиях различной серийности производства. Использование ЭВМ на примере автоматизации разметки, маркировки и термической резки листового проката.

Тема 2.2. Сборочно-сварочные операции и применение роботов в сварочном производстве Общие требования к сборочным операциям. Приемы выполнения операции сборки и сварки.

Понятие о сборочном и сборочно-сварочном оборудовании. Базирование деталей в приспособлении. Способы базирования деталей различной конфигурации. Установочные и зажимные элементы. Фиксация собранных деталей. Условия качественного и производительного выполнения сборочных и сварочных операций. Оптимальный порядок сборки и сварки. Использование прихваток и рекомендации по их постановке. Приспособления и установки для сборки и сварки.

Конструктивное оформление и назначение вращателей, сварочных колонн, порталов, глгольных и велосипедных тележек. Компоновочные схемы сварочных установок. Назначение сборочно-сварочных приспособлений и их роль в механизации производства. Условия расчёта сборочных и сварочных приспособлений. Установочные элементы сварочных приспособлений:

опорные пластинки и штыри, упоры, призмы и установочные пальцы. Зажимные и прижимные элементы приспособлений: механические, пневматические, гидравлические, магнитные и др. Расчёт усилий прижима деталей в приспособлении. Расчёт силовых приводов. Рычажные и рычажно-шарнирные прижимы.

Универсально-сборочные приспособления (УСП). Влияние точности сборки на технологию сварки. Контроль качества сборки. Применение роботов в сварочном производстве. Типы промышленных роботов, используемых в сварочном производстве, их конструктивные схемы, системы управления и приемы обучения. Типовые схемы робототехнических комплексов и их оснастка.

Тема 2.3. Транспортные операции. Особенности выполнения транспортных операций в сварочном производстве в зависимости от его серийности. Универсальные и специализированные грузозахватные приспособления. Универсальные транспортирующие механизмы. Конвейеры роликовые, пластинчатые, шаговые и подвесные. Погрузочно-разгрузочные устройства. Загрузочные устройства. Накопители. Автоматизация транспортных операций с использованием автоматического адресования грузов.

Тема 2.4. Организация и методы контроля качества сварных соединений. Классификация методов контроля. Контроль в процессе изготовления изделия: квалификации сварщиков; исходных материалов (входной контроль); систематический операционный (технологический) контроль, осуществляемый в процессе сборки и сварки; визуальный и измерительный контроль готовых сварных соединений; сварных швов неразрушающими и разрушающими методами. Классификация методов контроля. Разрушающие и неразрушающие методы, их особенности и области применения. Дефекты сварных соединений и методы их исправления.

Система категорий ответственности и критерии выбора методов контроля. Понятие о комплексном контроле. Экономическая эффективность контрольных операций и стандартизация методов контроля.

Автоматизация и механизация контроля качества, обработка информации о качестве с использованием ЭВМ. Радиационная дефектоскопия. Понятие дефектоскопичности конструкции. Физические основы. Природа и свойства ионизирующих излучений, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Источники излучения. Рентгеновские пленки и усиливающие экраны, основные параметры режима контроля и их выбор, оценка чувствительности контроля. Преимущества и недостатки методов. Правила оценки дефектности соединений при радиационном контроле. Ультразвуковая

дефектоскопия. Физические основы. Продольные и поперечные волны, их возбуждение и распространение. Отражение волн от дефектов. Методы контроля: эхо-методы, теневой и эхо-теневой методы. Аппаратура для контроля: дефектоскопы, преобразователи, эталоны и тестобразцы, вспомогательные приспособления. Основные параметры контроля и их выбор, оценка чувствительности контроля. Измерение размеров и координат расположения дефектов. Преимущества и недостатки методов.

Правила оценки дефектов соединений по результатам ультразвукового контроля. Магнитные и электромагнитные методы контроля. Физические основы и классификация методов. Магнитопорошковый, магнитографический и индукционный методы контроля. Аппаратура, методика и чувствительность магнитных методов. Понятие об электромагнитных методах. Аппаратура и области применения. Преимущества и недостатки магнитных и электромагнитных методов. Правила оценки дефектов соединений по результатам магнитного контроля.

Капиллярная дефектоскопия и контроль герметичности сварных соединений. Физические основы и классификация капиллярных методов. Дефектоскопические материалы, способы заполнения дефектных полостей проникающими жидкостями. Аппаратура, принадлежности и методика люминесцентного, цветного и люминесцентно-цветного контроля. Чувствительность контроля и оценка дефектов по индикаторным следам. Классификация методов контроля непроницаемости изделий. Газоэлектрические течеискатели. Чувствительность методов контроля герметичности. Механические испытания сварных соединений. Виды образцов и схемы испытаний.

Тема 2.5. Проектирование цехов и участков сварочного производства. Общие требования к проектированию цехов и участков сварочного производства. Характеристики сварных конструкций, определяющие особенности проектируемого производства. Проектирование нового производства. Реконструкция действующего производства. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП).

Основные требования к ТПП. Задачи ТПП. Специфические требования к ТПП в зависимости от типа производства. Основное содержание работ по ТПП. Техническое нормирование технологических процессов. Трудоемкость работ и продолжительность технологических операций. Нормирование сборочных и сварочных операций. Схема работы и автоматизация промежуточного склада при приемке, комплектации и выдаче заготовок на сборку и сварку, использование вычислительной техники в проектировании цехов и участков сварочного производства. Типовые схемы планировок сборочно-сварочных

цехов. Планировка сборочно-сварочных отделений и участков. Функции автоматических систем управления производством и технологическими процессами АСУП и АСУТП. Гибкие автоматизированные производства.

Тема 2.6. Технология производства балочных, рамных и решетчатых конструкций. Технология изготовления балок двутаврового и коробчатого сечений и рамных конструкций. Требования к сборке балок. Сборочные устройства и приспособления. Приемы сварки балок, типы кантователей. Комплексная механизация производства сварных балок в поточных линиях. Перспективы усовершенствования технологии изготовления сварных балок (использование широкополочных двутавровых профилей с их предварительной резкой и вваркой плоской стенки).

Особенности изготовления рамных конструкций. Технология изготовления решетчатых конструкций.

Сборка и сварка решетчатых конструкций. Перспективы повышения технологически решетчатых конструкций при увеличении серийности выпуска, организация поточных методов производства с применением точечной контактной и дуговой сварки.

Тема 2.7. Технология изготовления негабаритных емкостей и сооружений. Особенности изготовления негабаритных емкостей и сооружений.

Характерные примеры конструкций этого типа: вертикальные цилиндрические резервуары, сферические резервуары, кожухи доменных печей, декомпозиеры. Членение конструкций на элементы, изготавливаемые в условиях завода. Технология изготовления вертикальных цилиндрических резервуаров.

Технология изготовления габаритных элементов в условиях завода. Метод рулонирования листовых конструкций и особенности его применения. Схема и организация работы стенда механизированной сборки, сварки, контроля и сворачивания полотнищ. Приёмы разворачивания рулонов и монтажа конструкций. Способы контроля сварных швов. Пути повышения эффективности производства крупногабаритных конструкций в условиях полистовой сборки. Изготовление крупногабаритных конструкций морских буровых платформ.

Основные требования правил контроля резервуарного оборудования, схемы радиационного и ультразвукового контроля соединений. Гидравлические испытания резервуаров на плотность и прочность. Технология изготовления сферических резервуаров.

Изготовление сферических резервуаров. Варианты раскроя шаровых оболочек. Технологическая схема изготовления шаровой оболочки в заводских

условиях и на монтаже. Нормы качества и способы контроля сварных соединений.

Тема 2.8. Технология изготовления сосудов, работающих под давлением. Общая характеристика сосудов, работающих под давлением. Требования Ростехнадзора к технологии изготовления сосудов. Продольные, кольцевые и круговые швы сосудов, приемы их выполнения в зависимости от толщины стенки. Основные требования правил контроля сосудов, работающих под давлением, схемы радиационного и ультразвукового контроля соединений. Гидравлические испытания сосудов на плотность и прочность, люминесцентный и цветной контроль. Технология изготовления тонкостенных сосудов. Механизация и автоматизация сборочно-сварочных операций в условиях крупосерийного производства сосудов из сталей невысокой прочности. Особенности технологии изготовления тонкостенных сосудов из алюминиевых и титановых сплавов и высокопрочных сталей. Технология изготовления сосудов со стенкой средней толщины. Приемы сборки и сварки с двух сторон в условиях мелкосерийного производства из отдельных обечаек и в условиях серийного производства путем предварительной сварки полотнищ и последующей их вальцовки. Технология изготовления толстостенных сосудов.

Сборка и сварка продольных и кольцевых стыков толстостенных сосудов. Особенности выполнения швов многослойной сваркой под флюсом. Перспективы использования щелевой разделки. Однопроходная электрошлаковая сварка, сварка электронным лучом. Необходимость термообработки сварных соединений толстостенных конструкций с монолитной стенкой.

Изготовление обечаек толстостенных сосудов в многослойном исполнении. Особенности сварки кольцевых швов многослойных сосудов и снижения в них остаточных напряжений при опрессовке. Особенности технологии изготовления корпусов АЭС.

Расчленение корпуса на технологические единицы. Механизация наплавки внутренней поверхности обечаек, патрубковой зоны, днища. Сборка и сварка кольцевых стыков. Термическая обработка отдельных узлов и корпуса в целом.

Тема 2.9. Производство корпусных конструкций. Технология изготовления корпусов судов. Расчленение корпуса на сборочные элементы, секции и блоки. Сборка и сварка полотнищ и плоскостных секций с продольным и поперечным набором. Сборка и сварка криволинейных и объемных секций. Приемы сборки и сварки корпуса на стапеле. Неразрушающий контроль сварных соединений корпусов судов. Технология изготовления пассажирских вагонов. Стенды для сборки основных узлов

цельнометаллических пассажирских вагонов: настила пола, боковых стен, крыши. Схема работы и автоматизация порталных контактных машин для приварки к обшивке элементов жесткости применительно к условиям массового производства. Неразрушающий контроль сварных соединений пассажирских вагонов. Технология изготовления кузовов автомобилей. Сборка и сварка кузовов. Штамповочные листовые детали кузовов автомобилей. Требования точности автомобилей в поточных линиях. Использование роботов для сборки и сварки элементов автомобиля. Неразрушающий контроль сварных соединений кузовов автомобилей.

### **Раздел № 3. Автоматизация сварочного производства**

Тема 2.1. Расчеты на ЭВМ при решении отдельных задач сварочного производства. Примеры использования ЭВМ, типичные для расчетов на прочность и определения напряженного состояния. Определение общей и местной устойчивости, исследования релаксации напряжений при высокой температуре. Прогнозирование механических свойств сварных соединений.

Тема 2.2. Задачи оптимизации параметров проектируемых конструкций. Примеры оптимизационных задач. Операции. Системный подход. Модели операций. Оптимизационные задачи. Методы оптимизации. Машинное проектирование.

Тема 2.3. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Совершенствование методов проектирования. Автоматизация проектирования. Возможности алгоритмизации. Эффективность исполнения алгоритма на ЭВМ. Определение САПР. Отдельные части САПР. Решение задач в САПР. Принципы и задачи проектирования. Модель процесса проектирования. Обеспечения САПР. Подсистемы САПР, их характеристики. Подсистемы расчетов на прочность, оптимального проектирования конструкций, технико-экономических расчетов, справочно-нормативной информации, организационного обеспечения и др. Этапы проектирования металлоконструкции в САПР. Системы автоматизированного проектирования, инженерного анализа и технологической подготовки (системы CAD/CAM/CAE). Создание интерактивных графических редакторов для работы с двумерными и трехмерными геометрическими объектами. Системы автоматизированного черчения. Специализация графических редакторов для САПР. Проектирование и его «генетическое» единство с процессом производства. Единое информационное пространство. Компьютерная поддержка поставок. Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия (CALS). Глобальная стратегия повышения эффективности бизнес-процессов. Современные технологии управления производственной информацией (PDM – системы). Интегрированные системы офисного

документооборота. Управление инженерными данными (EngineeringDataManagement – EDM), управление документами, управление информацией об изделии (ProductInformationManagement – PIM), управление техническими данными (TechnicalDataManagement – TDM), управление технической информацией (TechnicalInformationManagement – TIM), управление изображениями. Информация, необходимая на разных этапах жизненного цикла изделия. С-технология (конструкторско-технологическое проектирование). Перепроектирование. Проблема роста несовместимости решений, предлагаемых многочисленными производителями информационной техники.

Тема 2.4. Отражение графической информации в САПР Основные элементы САПР. Текстовые и графические элементы. Структура подсистемы отображения графических данных Двумерные графические системы. Базовые графические элементы: точки, прямые, окружности и другие кривые. Абсолютная (мировая) система координат, инкрементный ввод. Способы задания точек. Автоматическое построение скругления и фаски. Автоматическая штриховка и закрашка. Автоматическая простановка размеров. Отсечение. «Резиновое» растяжение. Нанесение сетки. Построение сплайнов. Увеличение и панорамирование. Копирование, поворот и перенос. Преобразования. Выбор элементов и объединение их в группы. Расслоение. Трехмерные системы, точки с тремя координатами. Проекция XY, YZ и XZ. Применение систем трехмерного моделирования в интегрированных САПР/АСТПП. Средства автоматического анализа физических характеристик. Методы трехмерного моделирования. Каркасное моделирование. Модель каркасного типа. Имитация несложного пространственного движения инструмента. Ограничения при использовании каркасных моделей в САПР: неоднозначность, приближенное представление криволинейных граней, невозможность обнаружить столкновения, погрешности оценки физических характеристик, отсутствие средств «затенения» поверхностей.

Поверхностное моделирование. Модель поверхностного типа. Метод поверхностного моделирования. Использование базовых геометрических поверхностей, поверхностей вращения, пересечения и сопряжения поверхностей, аналитических поверхностей, скульптурных поверхностей или поверхностей «свободных форм». Использование составных поверхностей в современных трехмерных системах.

Твердотельное моделирование. Отличие от каркасных и поверхностных моделей: полное описание заполненного объема, автоматизация процесса удаления скрытых линий, автоматизация процесса построения разрезов и сечений.

Графические стандарты. Вопросы кодирования графической информации. Растровый и векторный способы записи графической информации. Растровый файл, его основные характеристики. Векторный файл. Совокупность простейших элементов (линия, ломаная, кривая Безье, эллипс, прямоугольник). Достоинство векторных файлов по сравнению с растровыми файлами. Программы, переводящие графические данные из векторного формата в растровый формат. BMP-формат, CGM-формат, DXF-формат, EPS-формат, HPGL-формат, IGES-формат, PCX-формат, PICT-формат, TIFF-формат, WMF-формат. Уровни графических стандартов. Графические стандарты, используемые в САПР. Интерфейс виртуального устройства, интерфейс компьютерной графики. Стандарт, обеспечивающий связь между прикладными программами и графическими утилитами. Графическая корневая система. Программистский иерархический графический интерфейс. Стандартный протокол обмена графической информацией. Термины сущностей: геометрия, структура.

Тема 2.5. Моделирование процессов в металлах сварных конструкций. Назначение и методы моделирования процессов, протекающих в металле. Процессы, воздействующие на свариваемые детали. Оценка и повышение надежности сварной конструкции. Проведение обычных «натурных экспериментов». Эксперименты на металлических образцах. Методы моделирования процессов на примере решения задачи о протекании тока. Постановка задачи. Простейший случай (длинный ровный стержень из однородного металла). Закон Ома. Разность производных потенциала на двух гранях. Уравнение постоянства заряда. Интегральное уравнение. Равновесное состояние. Метод конечных элементов для решения дифференциальных и интегральных уравнений. Метод конечных элементов (МКЭ). Замена дифференциального или интегрального уравнения на систему алгебраических уравнений. Упрощение процедуры. Наличие погрешности при использовании конечного элемента. Число элементов и порядок системы уравнений для сложных сварочных задач. Снижение порядка системы уравнений. Общее число операций. Процедура метода конечных элементов. Коммерческие программные комплексы метода конечных элементов. Создание новых комплексов.

МКЭ. Внутреннее устройство и механизм работы комплекса для более эффективного его применения. Простейшая конечно-элементная модель (КЭМ) для плоской пластины. Конечный элемент (КЭ). Потенциалы на краях пластины и сопротивления элементов. Моделирование объемных тел. Трехмерное тело. Модель протекания тока и распределение потенциалов в теле. Ячейки, на которые разбита модель. Возможность применения нерегулярной сетки.

Стационарные и нестационарные задачи. Скорость движения зарядов в проводнике. Уравнение теплопроводности и диффузии. Уравнение параболического типа. Эллиптическое уравнение. Физическая картина при переходе от стационарной задачи электропроводности к нестационарной задаче теплопроводности. Сопоставление этих двух задач. Основные этапы: уравнения потоков массы или энергии, граничные условия 1, 2 и 3-го рода, начальные условия, условия накопления массы или энергии. Уравнение теплоемкости, связывающее теплосодержание с температурой. Напряженно-деформированное состояние. Расчет напряжений и деформаций. Определение вектора перемещений. Процессы, протекающие при сварке и эксплуатации конструкции. Несвязная последовательно решаемая задача. Задачи контактной сварки, как связанные задачи. Составление единой системы уравнений для нескольких взаимосвязанных процессов. Сложная замена единой модели. Решение мелким шагом по явной схеме. Обратные связи между процессами. Решение связанной задачи.

### **2.3 Курсовая работа (курсовой проект)**

Целью выполнения курсовой работы (курсового проекта) является закрепление теоретических знаний и умений в ходе изучения дисциплины «Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства».

В результате выполнения курсовой работы (курсового проекта) формируются компетенции ОПК-2; ОПК-8; ОПК-9.

Содержание работы:

1. Описание изделия и условий его эксплуатации;
2. Обоснование выбора материала изделия;
3. Оценка свариваемости материала и выбор способа сварки;
4. Выбор режимов обработки и оборудования для сварки;
5. Разработка технологического процесса изготовления изделия;
6. Описание конструкции и работы спроектированного оснащения;

Примерная тематика курсовых работ (курсовых проектов):

1. Разработка технологии изготовления изделия

Курсовая работа выполняется по теме «Разработка технологии изготовления изделия» по вариантам.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля).

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Комплект оценочных материалов представляет собой совокупность оценочных средств (комплекс заданий различного типа с ключами правильных ответов, включая критерии оценки), используемых при проведении оценочных процедур (текущего контроля, промежуточной аттестации) с целью оценивания достижения обучающимися результатов обучения по дисциплине (модулю).

Комплект оценочных материалов (текущего и промежуточного контроля), необходимых для оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) представлен в виде отдельного документа по дисциплине (модулю) и хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

#### **3.1 Оценка успеваемости обучающихся**

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации – экзамен, зачет с оценкой
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Неудовлетворительно

## **4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / Скрыбин В.А., Схиртладзе А.Г., Зверовщиков А.Е. - Москва: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 320 с. - ISBN 978-5-906818-60-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1015046>

2. Куликов, В. П. Технология сварки плавлением и термической резки: учебное пособие / В. П. Куликов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 388 с. - ISBN 978-5-9729-0604-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836034>

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

1. Радченко, М. В. Производство сварных конструкций. Опасные производственные объекты: учебник / М. В. Радченко, В. Г. Радченко, Т. Б. Радченко; под общ. ред. д. т. н., проф. М. В. Радченко. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 532 с. - ISBN 978-5-9729-0746-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836018>

2. Овчинников, В. В. Технология термической обработки : учебник / В. В. Овчинников. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. - 320 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-8199-0913-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087707>

#### **4.1.3 Методические материалы**

– Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства»;

– Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства»;

– Методические указания к выполнению курсовой работы/проекта по дисциплине «Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства»;

– Методические указания по самостоятельной работе;

– Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства [Электронный курс] Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>.

#### **4.1.4 Перечень информационных технологий и электронных ресурсов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства [Электронный курс] Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>

#### **4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Знаниум». URL: <http://znanium.com/>.

2. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <https://elibs.kai.ru/>.

#### **4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение**

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа №309	- комплект учебной мебели; - мультимедиа-проектор; - настенный экран; - баннер «Таблица Менделеева»; - ноутбук
Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - лаборатория	- печь муфельная с регулятором температуры Термодат; - твердомер комбинированный портативный (алюминевый корпус);

	Материаловедения (учебно-лабораторная база) №2206	- анализатор изображения для исследования структуры непрозрачных объектов на базе микроскопа; - микротвердомер; - фотоэлектрический окулярный микрометр; - микроинтерферметр
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - лаборатория Метрологии и технических измерений (учебно-лабораторная база) №2208	- комплект учебной мебели; - измерительные инструменты: индикатор часового типа, микрометры, набор концевых мер длины, нутромер, радиусомер, резьбомер метрический, угломеры, штангенциркули; - плакаты по курсу «Технические измерения. Метрология стандартизация и сертификация»
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы №104	- комплект учебной мебели; - мультимедиа-проектор; - настенный экран; - плакаты, стенды; - компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ
	Читальный зал научно-технической библиотеки	- комплект учебной мебели; - компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ
Курсовая работа	Учебная аудитория для курсового и дипломного проектирования (выполнения курсовых работ и ВКР) №102	- комплект учебной мебели; - мультимедиа-проектор; - настенный экран; - плакаты, стенды; - компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ

Таблица 4.2 – Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Blackboard	Blackboard	Лицензионное
2	Microsoft Windows 7 или Microsoft Windows 10 (в зависимости от конфигурации компьютера),	Microsoft	Лицензионное
3	Microsoft Office 2010 или Microsoft Office 2013 (в зависимости от конфигурации компьютера),	Microsoft	Лицензионное
4	Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows	Лаборатория Касперского	Лицензионное
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	КонсультантПлюс	Лицензионное
6	Справочная правовая система «Техэксперт»	Техэксперт	Лицензионное
7	СПРУТ-ТП. Нормирование	Спрут-Технология	Лицензионное
8	Компас 3D v20	Аскон	Лицензионное
9	Компас Вертикаль	Аскон	Лицензионное

## 5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к промежуточной аттестации	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к промежуточной аттестации	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к промежуточной аттестации	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения задания вслух;

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;

- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину (подпись)