

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СВАРКА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	34	17	17	0	74	0	0	74	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Андрюшкин Александр Юрьевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Ремшев Е.Ю., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СВАРКА**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-5 — Способен разрабатывать технологический процесс изготовления изделий ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-5**

#### *знания:*

терминология сварки и пайки; классификация способов сварки и пайки; строение сварного и паяного соединения;

основы проектирования сварных и паяных соединений;

тепловые основы пайки и сварки;

металлургические основы пайки и сварки; классификация материалов по свариваемости;

способы контроля сварных и паяных соединений;

влияние структуры и состава материала на его свариваемость;

процесс распространения тепла в сварном и паяном соединении;

процесс кристаллизации металла сварного или паяного шва;

процесс возникновения и распределения деформаций и напряжений в сварном или паяном соединении.;

#### *умения:*

применение сварки и пайки при проектировании неразъемных соединений;

применение методов расчета сварных и паяных соединений;

применение методов контроля сварных и паяных соединений;

осуществлять выбор материалов для сварки и пайки;

анализировать свойства сварных и паяных соединений;

оценивать эффективность применения сварки и пайки в изделии;

осуществлять выбор способа сварки и пайки.;

#### *навыки:*

выбор материала и способа сварки или пайки;

расчет сварного или паяного соединения на прочность;

выбор метода контроля сварного или паяного соединения..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СВАРКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ТЕРМОДИНАМИКА, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК\*-13 — Способен настраивать и регулировать контрольно-измерительные инструменты и приборы, устанавливать и выверять детали; применять основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы; определять признаки затупления режущего инструмента; определять режимы резания по справочникам и паспорту станка; применять правила чтения чертежей обрабатываемых деталей
- ПК-4 — Способен проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов
- ПК-6 — Способен разрабатывать технологическую оснастку и системы контроля, необходимые для контроля изготовления изделий ракетно-космической техники
- ПК-7 — Способен разрабатывать и внедрять в производство новые конструкционные материалы и технологические процессы
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-5
5	9	<b>Раздел 1. Основы сварки</b> 1. 1. Общие сведения. 1.1. Исторический очерк. 1.2. Характеристики свариваемых материалов. 1.3. Терминология сварки. 1.4. Преимущества и недостатки сварки 2. Классификация и виды сварочных процессов 2.1. Физическая сущность процесса сварки. 2.2. Классификация способов сварки. 2.3. Виды способов сварки.	9	4	2	2	5	10
5	9	<b>Раздел 2. Основы сварки</b> 2. 3. Электроконтактная сварка 3.1. Физическая сущность процесса электроконтактной сварки 3.2. Виды электроконтактной сварки. 3.3. Машины для электроконтактной сварки. 3.4. Требования к свариваемым деталям. 3.5. Преимущества и недостатки электроконтактной сварки.	14	4	1	3	10	10
5	9	<b>Раздел 3. Основы сварки</b> 3. 4. Дуговая сварка 4.1. Физическая сущность дуги. 4.2. Требования к свариваемым деталям. 4.3. Классификация дуговой сварки. 4.4. Роль и виды защитных сред. 4.5. Источники питания дуговой сварки. 4.6. Аппараты (механизмы) для автоматической сварки. 4.7. Особые виды дуговой сварки.	16	6	3	3	10	10
5	9	<b>Раздел 4. Основы сварки</b> 4. 5. Тепловые основы сварки. 5.1. Тепловая мощность дуги. 5.2. Нагрев электрода проходящим током. 5.3. Теория распространения тепла в изделии от сварочного источника. 5.4. Температурное поле и термический цикл сварки. 5.5. Влияние нагрева на свойства сварных соединений. 6. Металлургические процессы при сварке 6.1. Особенности протекания металлургических процессов при сварке. 6.2. Направление и скорость роста кристаллов в сварочной ванне. 6.3. Поведение химических элементов при сварке. 6.4. Микро- и макроструктура шва. 6.5. Поры и включения в сварных швах.	15	5	2	3	10	10
5	9	<b>Раздел 5. Основы сварки</b> 5. 7. Сварочные деформации и напряжения. 7.1. Причины появления сварочных напряжений и деформаций. 7.2. Методы расчета напряжений и деформаций. 7.3. Допущения при расчете деформаций и напряжений графо-аналитическим методом. 7.4. Поведение элементарных объемов при термическом цикле. 7.5. Деформации и напряжения в сварных соединениях. 7.6. Влияние сварочных деформаций и напряжений на качество сварных конструкций. 7.7. Методы уменьшения сварочных деформаций и напряжений.	15	5	2	3	10	10
5	9	<b>Раздел 6. Технология сварки</b> 1. 8. Сварка конструкционных (углеродистых и низколегированных) сталей 8.1. Основные особенности при сварке. 8.2. «Холодные» трещины. 8.3. Свариваемость и методы ее определения. 8.4. Способы сварки. 8.5. Сварка высокопрочных сталей. 9. Сварка высоколегированных сталей. 9.1. Основные особенности при сварке. 9.2. Сварка аустенитных сталей. 9.3. Сварка ферритных сталей.	7	2	2	0	5	10
5	9	<b>Раздел 7. Технология сварки</b> 2. 10. Сварка алюминиевых сплавов. 10.1. Классификация сплавов по свариваемости. 10.2. Основные трудности при сварке. 10.3. Способы сварки алюминиевых сплавов. 11. Сварка титановых сплавов. 11.1. Классификация сплавов по свариваемости. 11.2. Основные трудности при сварке. 11.3. Способы сварки титановых сплавов.	9	2	2	0	7	10
5	9	<b>Раздел 8. Технология сварки</b> 3. 12. Сварка медных сплавов. 12.1. Классификация медных сплавов. 12.2. Основные трудности при сварке. 12.3. Способы сварки медных сплавов. 13. Сварка разнородных металлов и сплавов. 13.1. Особенности и трудности при сварке. 13.2. Варианты и технологические приемы сварки плавлением. 13.3. Технологические рекомендации.	8	1	1	0	7	15
5	9	<b>Раздел 9. Технология сварки</b> 4. 14. Дефекты в сварных соединениях и контроль качества. 14.1. Классификация и виды дефектов. 14.2. Этапы борьбы с дефектами. 14.3. Причины возникновения дефектов. 14.4. Методы обнаружения дефектов - контроль сварных соединений. 14.5. Методы исправления дефектов – ремонт сварных соединений.	15	5	2	3	10	15
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы сварки 1.	Техника безопасности. 1) Факторы, воздействующие на здоровье сварщика и причины несчастных случаев. Меры по их предупреждению и первая помощь. 2) Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. 3) Ознакомление с оборудованием сварочной лаборатории	2
2	Раздел 2. Основы сварки 2.	Ручная дуговая сварка (плавящимся электродом с обмазкой). 1) Практическое ознакомление с источниками питания сварочной дуги постоянного и переменного тока и построение внешних вольт-амперных характеристик источников; 2) Ознакомление с марками	3

		электродов для ручной дуговой сварки и определение важнейших технологических показателей плавления электрода	
3	Раздел 3. Основы сварки 3.	Электрическая контактная сварка. 1) Практическое ознакомление с устройством и принципом действия машин для электрической контактной сварки; 2) Ознакомление с технологией и режимами при выполнении сварного соединения.	3
4	Раздел 4. Основы сварки 4.	Электродуговая сварка в среде защитных газов. Тепловые основы сварки. 1) практическое ознакомление с различными видами дуговой сварки в среде защитных газов; 2) экспериментальное определение термического цикла заданной точки зоны термического влияния (ЗТВ) и температурного поля поперек сварного шва; 3) сравнение полученных экспериментальных данных с расчетными.	3
5	Раздел 5. Основы сварки 5.	Деформации и напряжения в сварных соединениях. 1) дать наглядное представление о механизме возникновения деформаций и напряжений в конструкции при сварке; 2) ознакомиться с приближенным методом расчета общих сварочных деформаций простейших элементов конструкции; 3) проверить опытным путем результаты расчета деформаций во время и после сварки балки; 4) практическое ознакомление с дуговой сваркой под слоем флюса.	3
6	Раздел 9. Технология сварки 4.	Свариваемость и контроль качества сварных соединений. 1) получение наглядного представления о свариваемости сталей, методах ее расчета и экспериментального определения; 2) ознакомление и приобретение навыков по определению качества сварного соединения при внешнем осмотре и обмере сварных швов, герметичности, а также по дешифровке рентгенограмм сварных соединений.	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы сварки 1.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	5
2	Раздел 2. Основы сварки 2.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы	10
3	Раздел 3. Основы сварки 3.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	10
4	Раздел 4. Основы сварки 4.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	10
5	Раздел 5. Основы сварки 5.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы	10
6	Раздел 6. Технология сварки 1.	1) Подготовка к лекции	5
7	Раздел 7. Технология сварки 2.	1) Подготовка к лекции	7
8	Раздел 8. Технология	1) Подготовка к лекции	7

	сварки 3.		
9	Раздел 9. Технология сварки 4.	1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			74

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9			ЛР			ДР	ЛР		ЛР	ДР	ЛР		ЛР	ЛР, Колл		ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ю. Андриюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 66 экз.
2. Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. . Материаловедение сварки. Сварка плавлением. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 271 экз.
4. С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 135 экз.
5. С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 270 экз.
6. С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 133 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Металловедение и термическая обработка металлов;
4. Проблемы машиностроения и автоматизации.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. КОМПАС-3D V17;
2. DjVuReader;
3. Mathcad Education - University Edition Term;
4. Mathcad Prime 3.1;
5. Matlab 2015a SP1;
6. Microsoft Office;
7. SolidWorks 2015 R5;
8. Adobe Reader.

#### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Коллекции шлифов деформируемых сталей и сплавов;
2. Микро-твердомер ПМТ-3;
3. Установка для ручной дуговой сварки;
4. Сварочный стенд для сварки под флюсом;
5. Стенд для сварки в среде защитных газов;
6. Установки для контактной сварки;
7. Плакаты, образцы сварных изделий;
8. Проектор;
9. Оптические металлографические микроскопы;
10. КОМПАС-3D V17;
11. DjVuReader;
12. Mathcad Education - University Edition Term;
13. Mathcad Prime 3.1;
14. Matlab 2015a SP1;
15. Microsoft Office;
16. SolidWorks 2015 R5;
17. Adobe Reader.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СВАРКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-5 Способен разрабатывать технологический процесс изготовления изделий ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с производством и испытанием сварных конструкций, технологией сварки.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основы сварки 1.</b>		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Основы сварки 2.</b>		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1) Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. . Материаловедение сварки. Сварка плавлением: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Основы сварки 3.</b>		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.	10

работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	<p>Д. Ф. Устинова, 2015 (3)</p> <p>С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (3)</p> <p>С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)</p> <p>Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. . Материаловедение сварки. Сварка плавлением: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2)</p>	
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Основы сварки 4.</b>		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	<p>С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (4)</p> <p>С. Б. Шаханов. . Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3)</p> <p>А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4)</p> <p>Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. . Материаловедение сварки. Сварка плавлением: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)</p>	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Основы сварки 5.</b>		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы	<p>С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (5)</p> <p>С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (4)</p> <p>А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5)</p>	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Технология сварки 1.</b>		
1) Подготовка к лекции	<p>С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (6)</p> <p>А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6)</p>	5

Итого по разделу 6		5
<b>Раздел 7. Технология сварки 2.</b>		
1) Подготовка к лекции	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (7) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (7)	7
Итого по разделу 7		7
<b>Раздел 8. Технология сварки 3.</b>		
1) Подготовка к лекции	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (8) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (8)	7
Итого по разделу 8		7
<b>Раздел 9. Технология сварки 4.</b>		
1) Подготовка к лекции. 2) Подготовка к проведению лабораторной работы. 3) Проведение расчетов, построение графиков схем. 4) Оформление отчета по лабораторной работе. 5) Подготовка к защите лабораторной работы.	С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (9) С. Б. Шаханов. Теория и технология сварочного производства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (9)	10
Итого по разделу 9		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Лабораторная работа

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает лабораторную работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений

#### Коллоквиум

На коллоквиуме студенту предлагается тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным успешно, если студент правильно ответил на 7 (или более) из 10 предложенных вопросов. Перечень вопросов приведен в УМК дисциплины

#### Зачет

Зачет оформляется при условии сдачи всех дидактических и лабораторных работ, а также коллоквиума



Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-5	
5	9	Раздел 1. Основы сварки 1.	9	4	2	2	5	10	Лабораторная работа
5	9	Раздел 2. Основы сварки 2.	14	4	1	3	10	10	Лабораторная работа
5	9	Раздел 3. Основы сварки 3.	16	6	3	3	10	10	Лабораторная работа
5	9	Раздел 4. Основы сварки 4.	15	5	2	3	10	10	Лабораторная работа
5	9	Раздел 5. Основы сварки 5.	15	5	2	3	10	10	Лабораторная работа
5	9	Раздел 6. Технология сварки 1.	7	2	2	0	5	10	Коллоквиум
5	9	Раздел 7. Технология сварки 2.	9	2	2	0	7	10	Коллоквиум
5	9	Раздел 8. Технология сварки 3.	8	1	1	0	7	15	Коллоквиум
5	9	Раздел 9. Технология сварки 4.	15	5	2	3	10	15	Лабораторная работа
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

## Оценочные материалы по дисциплине СВАРКА

### **ПК-5 - Способен разрабатывать технологический процесс изготовления изделий ракетно-космической техники**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность операций сварки:

1. Подготовка кромок свариваемых деталей
2. Сборка деталей под сварку
3. Сварка деталей
4. Зачистка сварного шва
5. Контроль качества сварного соединения

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сварка - это? (определение)

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое сварное соединение?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между защитным газом и его активностью по отношению к жидкому металлу сварной ванны

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. Гелий          | А. Инертный газ |
| 2. Аргон          | Б. Активный газ |
| 3. Углекислый газ |                 |
| 4. водород        |                 |

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между термином и его определением

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1. температурное поле | А. распределение температуры по объему сварного соединения в определенный момент времени |
| 2. Температурный цикл | Б. изменение температуры в точке сварного соединения в процессе сварки                   |
|                       | В. изменение температуры в точке сварного соединения в определенный момент времени       |

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

**Последовательность ультразвукового контроля сварного соединения:**

1. Очистка и обработка поверхности сварного шва и околошовной зоны
2. Настройка оборудования.
3. Сканирование и обнаружение дефектов.
4. Измерение характеристик дефектов.
5. Составление протокола контроля

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В чем принципиальные трудности образования сварных соединений?

1. В наличии микронеровностей, загрязнений на поверхности свариваемых деталей
  2. В появлении напряжений и деформаций в процессе сварки
  3. В световом и тепловом воздействии на сварщика во время сварки.
  4. В подготовке свариваемых кромок к сварке
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какие материалы можно использовать в качестве неплавящихся электродов?
1. Вольфрам, молибден, графит
  2. Сталь, медь, вольфрам
  3. Сталь, алюминий, медь..
  4. Молибден, алюминий, медь.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Для каких металлов азот может считаться защитным газом?
- 1 Для медных сплавов
  - 2 Для сталей
  - 3 Для алюминиевых сплавов.
  4. Для титановых сплавов
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Функции покрытия на электроде для ручной сварки?
1. стабилизация сварочной дуги
  2. создание газовой защиты сварочной ванны от воздуха
  3. создание шлаковой защиты сварочной ванны от воздуха
  4. легирование и рафинирование расплавленного металла в сварочной ванне
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Укажите виды сварных соединений?
1. Стыковой
  2. Угловой
  3. Нахлесточный
  4. Тавровый
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Что относится к основным параметрам сварного шва?
1. Ширина сварочного шва
  2. Глубина проплавления металла.
  3. Высота катета сварного шва.
  4. Длина сварочной ванны