

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА 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	
2	3	3	108	85	51	34	0	23	0	0	23	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Ленина Виктория Андреевна, старший преподаватель

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

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

### **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:

ПСК-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения

ПСК-5.2 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ

ПСК-5.4/24 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-5.1**

*знания:*

Зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

*умения:*

Использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; обоснованно выбирать технологии упрочения и обработки конструкционных материалов; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой;

*навыки:*

Анализ конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия.

## **ПСК-5.2**

*знания:*

Зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

*умения:*

Использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; обоснованно выбирать технологии упрочения и обработки конструкционных материалов; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой;

*навыки:*

Анализ конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия..

## **ПСК-5.4/24**

*знания:*

Зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

*умения:*

Использовать полученные знания в своей учебной и профессиональной деятельности; обоснованно выбирать технологии упрочения и обработки конструкционных материалов; использовать стандарты и другие нормативные документы при контроле качества изделий, пользоваться общенаучной и специальной литературой;

*навыки:*

Анализ конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ХИМИЯ, ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕРМОДИНАМИКА, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ДЕТАЛИ МАШИН, ИЗМЕРЕНИЯ, ИСПЫТАНИЯ И КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД, МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ, ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ГТД, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, САМ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ, САМ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ВРД, МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ, ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД, СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
- ПСК-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения

### 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		ПСК-5.1	ПСК-5.2	ПСК-5.4/24
2	3	<b>Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.</b> 1.1. Принципы классификации материалов. Общие требования к материалам. Эксплуатационные, технологические и экономические требования, предъявляемые к материалам. Деформация и разрушение металлов. Виды разрушения. Механические свойства металлов и сплавов, Методы испытаний механических свойств. 1.2. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Диффузия в кристаллическом теле, её влияние на свойства материалов. 1.3. Формирование структуры металлов и сплавов в процессе кристаллизации. Классификация структурных уровней металлов и сплавов. Методы исследования структуры материалов. Технологии формообразования заготовок и деталей.	15	13	7	6	2	5	5	5
2	3	<b>Раздел 2. Строение сплавов.</b> 2.1. Типы взаимодействия компонентов в сплавах. Структура сплавов. 2.2. Понятия о диаграммах состояния сплавов. Методика их построения. Типы диаграмм состояния. Современные способы получения сплавов и технологий формообразования.	14	11	6	5	3	10	10	10
2	3	<b>Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.</b> 3.1. Современные способы массового производства стали и чугуна. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. 3.2. Диаграмма состояния системы сплавов "Железо-углерод". 3.3. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей. Современные способы получения высококачественных сталей. 3.4. Углеродистые стали. Классификация углеродистых сталей, принципы маркировки.	16	13	6	7	3	10	10	10
2	3	<b>Раздел 4. Термическая обработка стали.</b> 4.1. Общие сведения классификация видов термической обработки. 4.2. Фазовые превращения в сплавах железо-углерод. Превращения при нагреве ферритно-карбидной структуры в аустенит. Рост зерна аустенита. 4.3. Превращение переохлажденного аустенита в ферритно-цементитные структуры. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. 4.4. Мартенситное превращение и его особенности. Мартенсит, его строение, свойства. 4.5. Промежуточное (бейнитное) превращение. 4.6. Превращения при нагреве закаленной на мартенсит стали (отпуск мартенсита).	9	7	7	0	2	10	10	10
2	3	<b>Раздел 5. Технология термической обработки стали.</b> 5.1. Отжиг, его виды и назначение. 5.2. Закалка стали. Режимы закалки. Среда нагрева и охлаждения при закалке стали. Виды закалки. 5.3. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. 5.4. Термомеханическая обработка стали. Технологии формообразования и упрочнения.	13	11	6	5	2	10	10	10
2	3	<b>Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали.</b> 6.1. Поверхностная закалка стали. Лазерная и плазменная закалка, 6.2. Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, ионное азотирование, нитроцементация, 6.3. Технологии нанесения тонкопленочных покрытий, лазерная химико-термическая обработка.	5	3	3	0	2	10	10	10
2	3	<b>Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.</b> 7.1. Легирующие элементы в стали, их влияние на превращения и свойства стали. Классификация легированных сталей. Принципы маркировки. Технологии производства высоколегированных сталей. 7.2. Конструкционные стали. Общая характеристика. Строительные стали. Машиностроительные цементуемые и улучшаемые стали. Высокопрочные стали. Пружинные стали. Шарикоподшипниковые стали. Технологии упрочнения, свойства и назначение.. 7.3. Инструментальные стали и сплавы. Состав, технологии упрочнения, свойства. Режущая керамика. Литейное производство. Литейные стали. 7.4. Коррозия металлов. Коррозионностойкие и окислостойкие стали. 7.5. Жаропрочные стали. Основные критерии жаропрочности. Свойства, легирующие элементы, назначение. Сплавы на основе тугоплавких металлов.	15	12	6	6	3	15	15	15
2	3	<b>Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.</b> 8.1. Обзор функциональных и механических свойств сплавов на основе алюминия, магния, меди, цинка и титана. Современные способы получения. Области их применения.	14	11	6	5	3	15	15	15
2	3	<b>Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы.</b> 9.1. Общая характеристика материалов на основе полимеров. Особенности строения, структуры, свойств. Стекло: неорганическое и органическое, ситаллы, металлические стекла. Полиморфные модификации углерода и нитрида бора. 9.2. Композиционные материалы. Классификация, общая характеристика. Волокнистые, слоистые, дисперсионно-упрочненные композиты. Состав, строение, технологии получения, свойства, применение.	7	4	4	0	3	15	15	15
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	85	51	34	23	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	85	51	34	23	100	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд.-часов
1	Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.	Лабораторная работа 3 "Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Возврат и рекристаллизация".	3
2		Лабораторная работа 2 "Определение механических свойств материалов. Методы определения твердости".	3
3	Раздел 2. Строение сплавов.	Лабораторная работа 4 "Построение диаграмм состояния сплавов".	5
4	Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.	Контрольная работа: диаграмма состояния системы сплавов "Железо-углерод".	3
5		Лабораторная работа 5 "Изучение структуры углеродистых сталей и влияния углерода на их свойства".	4
6	Раздел 5. Технология термической обработки стали.	Лабораторная работа 6 "Закалка и отпуск стали".	5
7	Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.	Лабораторная работа 8 "Изучение структуры и свойств легированных сталей".	6
8	Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.	Лабораторная работа 10 "Легирование, термическая обработка, структура и свойства титановых сплавов".	5
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.	Самостоятельная проработка разделов курса.	1
2		Подготовка к защите лабораторной работы.	0.5
3		Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	0.5
4	Раздел 2. Строение сплавов.	Подготовка к защите лабораторной работы.	1
5		Самостоятельная проработка разделов курса.	2
6		Подготовка к защите лабораторной работы.	1
7	Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.	Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	1
8		Самостоятельная проработка разделов курса.	0.5
9		Подготовка к контрольной работе.	0.5
10	Раздел 4. Термическая обработка стали.	Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	1
11		Подготовка к защите лабораторной работы.	0.5
12		Самостоятельная проработка разделов курса.	0.5
13	Раздел 5. Технология термической обработки стали.	Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	1
14		Подготовка к защите лабораторной работы.	0.5
15		Самостоятельная проработка разделов курса.	0.5
16	Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали.	Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	1
17		Подготовка к защите лабораторной работы.	0.5
18		Самостоятельная проработка разделов курса.	0.5
19	Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.	Самостоятельная проработка разделов курса.	1
20		Подготовка к защите лабораторной работы.	1
21		Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	1
22	Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.	Подготовка к защите лабораторной работы.	1
23		Самостоятельная проработка разделов курса.	2
24	Раздел 9. Неметаллические и	Самостоятельная проработка разделов курса.	3

композиционные материалы.	
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>23</b>

#### 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
3	Отч. по ЛР	Отч. по ЛР			ДР	ОС			Отч. по ЛР	ДР	Контр.Р.	Отч. по ЛР	Отч. по ЛР, ОС	ОС, Отч. по ЛР	Отч. по ЛР	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ОС – устный опрос студентов;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Г. А. Воробьева. Конструкционные стали и сплавы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 63 экз.
2. Г. А. Воробьева, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 136 экз.
3. Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьева, М. А. Преображенская. . Неметаллические материалы в машиностроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 44 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Деформация и разрушение материалов;
2. Металловедение и термическая обработка металлов.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <https://urait.ru/> — Главная – 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:

не требуется.

### 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. Проектор;
2. Твердомеры Роквелла;
3. Оптические металлографические микроскопы;
4. Коллекции шлифов деформируемых сталей и сплавов;
5. Стенды по технологии порошковой металлургии и технологии производства сплавов.

### **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 **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-5.1 Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения;

ПСК-5.2 Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ;

ПСК-5.4/24 Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием у студента профессиональных компетенций на уровнях в области материаловедения, необходимых для подготовки специалистов, способных к созданию и использованию новых материалов с заданными свойствами, как в научных лабораториях, так и в условиях производства, а, также, в другой практической деятельности.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- устный опрос студентов;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**23 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 23 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.
Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.		
Самостоятельная проработка разделов курса.	Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-4) Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)	1
Подготовка к защите лабораторной работы.		0.5
Подготовка к лабораторным работам: оформлнение отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.		0.5
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Строение сплавов.		
Подготовка к защите лабораторной работы.	Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (3)	1
Самостоятельная проработка разделов курса.	Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (5)	2
Итого по разделу 2		3
Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.		
Подготовка к защите лабораторной работы.	Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (4) Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6-7)	1
Подготовка к лабораторным работам: оформлнение отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.		1
Самостоятельная проработка разделов курса.		0.5
Подготовка к контрольной работе.		0.5
Итого по разделу 3		3
Раздел 4. Термическая обработка стали.		
Подготовка к лабораторным работам: оформлнение отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (9)	1
Подготовка к защите лабораторной работы.		0.5
Самостоятельная проработка разделов курса.		0.5
Итого по разделу 4		2

Раздел 5. Технология термической обработки стали.		
Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (10) Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (6)	1
Подготовка к защите лабораторной работы.		0.5
Самостоятельная проработка разделов курса.		0.5
Итого по разделу 5		2
Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали.		
Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.	Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (11)	1
Подготовка к защите лабораторной работы.		0.5
Самостоятельная проработка разделов курса.		0.5
Итого по разделу 6		2
Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.		
Самостоятельная проработка разделов курса.	Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (12) Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (8)	1
Подготовка к защите лабораторной работы.		1
Подготовка к лабораторным работам: оформление отчётов, в том числе и ответов на контрольные вопросы.		1
Итого по разделу 7		3
Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.		
Подготовка к защите лабораторной работы.	Г. А. Воробьёва, Е. Е. Складнова, Ю. А. Петренко. . Материаловедение: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (10) Г. А. Воробьёва. Конструкционные стали и сплавы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (16-19)	1
Самостоятельная проработка разделов курса.		2
Итого по разделу 8		3
Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы.		
Самостоятельная проработка разделов курса.	Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьёва, М. А. Преображенская. . Неметаллические материалы в машиностроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-2)	3
Итого по разделу 9		3

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по ЛР;
- контрольная работа;
- устный опрос студентов;
- дифференцированный 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.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или электронном виде в 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 оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов, равное 10.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 5 являются:

- небрежное выполнение – 2 балла,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках) – 3 балла.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений,
- неверные ответы на вопросы преподавателя, раскрывающие суть лабораторной работы.

Лабораторная работа зачитывается при получении студентом более 7 баллов.

#### Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в письменной форме по теме "Диаграмма железа-углерода" в виде ответов на 10 вопросы теста. Перечень вопросов к тесту размещен в УМК дисциплины.

Контрольная работа считается выполненной в случае правильного изображения "Диаграммы железа-углерода" и при наличии в тесте 80% правильных ответов.

#### Устный опрос студентов

Опрос студентов проводится в форме устного ответа на вопросы по разделу. Вопросы к каждому разделу составлены согласно конспекту лекций и входят в состав УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

Допуск к дифференцированному зачету при условии сдачи всех практических работ.

Дифференцированный зачет проходит в форме ответов на 3 вопроса билета. Перечень всех вопросов к дифференцированному зачету входит в состав УМК дисциплины. Критерии оценки:

- оценка «зачтено-отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.
- оценка «зачтено-хорошо» выставляется обучающемуся, если он не полностью ответил на вопросы билета и правильно ответил хотя бы на один вопрос по содержанию курса.
- оценка «зачтено-удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не ответил на один из вопросов билета, а на остальные вопросы билета не полностью даны ответы.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

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		ПСК-5.1	ПСК-5.2	ПСК-5.4/24	
2	3	Раздел 1. Строение и свойства металлов и сплавов.	15	13	7	6	2	5	5	5	Отчет по ЛР
2	3	Раздел 2. Строение сплавов.	14	11	6	5	3	10	10	10	Отчет по ЛР
2	3	Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы.	16	13	6	7	3	10	10	10	Контрольная работа, Отчет по ЛР
2	3	Раздел 4. Термическая обработка стали.	9	7	7	0	2	10	10	10	Устный опрос студентов
2	3	Раздел 5. Технология термической обработки стали.	13	11	6	5	2	10	10	10	Отчет по ЛР
2	3	Раздел 6. Технологии поверхностного упрочнения стали.	5	3	3	0	2	10	10	10	Устный опрос студентов
2	3	Раздел 7. Теория легирования. Легированные стали.	15	12	6	6	3	15	15	15	Отчет по ЛР
2	3	Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.	14	11	6	5	3	15	15	15	Отчет по ЛР
2	3	Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы.	7	4	4	0	3	15	15	15	Устный опрос студентов
Всего за 3 семестр			108	85	51	34	23	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	85	51	34	23	100	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

**ПСК-5.1 - Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Основная задача материаловедения

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие свойства относятся к механической группе свойств:

1. плотность
2. температура плавления
3. пластичность
4. вязкость

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Количественными характеристиками прочности металлов являются....

1. предел прочности
2. физический предел текучести
3. относительное удлинение
4. ударная вязкость

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте зоны кристаллизации. К каждой букве подберите соответствующую цифру.

**А.** I зона кристаллизации

**Б.** II зона кристаллизации

**В.** III зона кристаллизации

1. мелкозернистая корка

2. зона равноосных кристаллов

3. зона столбчатых кристаллов

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте механические свойства и их определения. К каждой букве подберите соответствующую цифру.

**А.** прочность

**Б.** вязкость

**В.** пластичность

**Г.** твердость

1. свойство материала сопротивляться воздействию внешних нагрузок при непосредственном соприкосновении

2. способность материалов сопротивляться воздействию внешних нагрузок



3. способность материалов деформироваться под воздействием внешних нагрузок
4. способность материалов сопротивляться хрупкому разрушению при низких температурах
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность формирования кристаллов в процессе кристаллизации:
1. стадия зарождения центров (зародышей) кристаллизации
  2. стадия кристаллизации межосного пространства
  3. стадия образования осей кристаллизации 2 и 3 порядка
  4. стадия образования главной оси - оси первого порядка
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
Запишите в правильной последовательности стадии проведения неполной закалки
1. выдержка
  2. нагрев на 30 – 50 °C выше  $A_{c1}$
  3. охлаждение в закалочной среде
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой вид термической обработки предназначен для снятия внутренних напряжений...
1. отжиг
  2. нормализация
  3. закалка
  4. отпуск
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Пересыщенным твердым раствором внедрения углерода в альфа-железе, полученным при охлаждении стали со структурой аустенита со скоростью больше критической, называется...
1. цементит
  2. перлит
  3. мартенсит
  4. ледебурит
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Твёрдым раствором углерода в железе-альфа, обладающий низкими значениями прочности и твёрдости:
1. феррит
  2. перлит
  3. аустенит
  4. цементит
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Кристаллическую решетку характеризуют...
1. элементарная кристаллическая ячейка
  2. параметр решетки
  3. удельный вес металла
  4. размер атома металла
- № 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое эвтектика

**ПСК-5.2 - Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сталь - это ...

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте эксплуатационные свойства и их определения. К каждой букве подберите соответствующую цифру.

А. жаропрочность

Б. жаростойкость

В. усталость

Г. износостойкость.

1. способность металла сопротивляться воздействию газовой среды при высоких температурах

2. свойство материала оказывать сопротивление постепенному изменению размеров и формы деталей, работающих в условиях трения.

3. способность материала сопротивляться воздействию внешних нагрузок при высоких температурах

4. процесс постепенного накопления повреждений в металле под воздействием знакопеременных и циклических нагрузок

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте структурные составляющие и их определение:

А. Аустенит

Б. Перлит

В. Феррит

Г. Цементит

1. твердый раствор углерода в  $\gamma$ -Fe

2. твердый раствор углерода в  $\alpha$ -Fe

3. химическое соединение железа и углерода.

4. механическая смесь феррита и цементита вторичного

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечислить структуры, образующиеся в результате перлитного диффузионного превращения аустенита (по мере уменьшения степени переохлаждения аустенита):

1. тростит

2. бейнит

3. перлит

4. сорбит

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Записать классификацию углеродистых сталей в порядке при уменьшении содержания углерода:

1. эвтектоидная сталь

2. техническое железо

3. заэвтектоидная сталь

4. доэвтектоидная сталь

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

ответа

Какое увеличение у оптического микроскопа

1. 10 – 50 раз
2. 50 – 500 нм
3. 100 – 2500 раз
4. 50 – 2500 нм

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К технологическим свойствам относятся:

1. плотность
2. ликвация
3. температура плавления
4. свариваемость
5. теплоемкость

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

От чего зависит время выдержки стальной детали при термической обработке

1. величины сечения детали
2. размеры стальной детали
3. состава сплава
4. от вида обработки
5. среды охлаждения

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие структуры образуются в результате перлитного превращения:

1. сорбит
2. мартенсит
3. феррит
4. тростит
5. аустенит

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

Процесс снятия искажений кристаллической решетки, уменьшения плотности дислокаций, снижения внутренних напряжений за счет небольшим нагрева материала

1. возврат
2. пайка
3. сварка
4. легирование

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

Наличие буквы «А» в конце марки обозначает, что сталь...

1. автоматная
2. содержит азот
3. высококачественная
4. высокопрочная
5. особо высококачественная

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие стадии включает в себя любая термическая обработка?

**ПСК-5.4/24 - Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность легирующих элементов входящих в состав стали 03Н10Х11М2Т. Последовательность записывается при увеличении концентрации легирующих элементов:

1. никель
2. хром
3. марганец
4. титан

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

В машиностроении используют доэвтектические чугуны. Какое содержание углерода в таких чугунах:

1. 0,02-0,8%
2. 0,8-2,14%
3. 0,02-2,14%
4. 2,14-4,3%
5. 4,3-6,67%
6. 2,14-6,67%

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

Какое содержание углерода в углеродистой инструментальной стали У10:

1. 0,01%
2. 0,1 %
3. 1%
4. 10%

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие примеси в железоуглеродистых сталях относятся к вредным

1. кремний
2. марганец
3. сера
4. фосфор

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как называется процесс перехода металла из жидкого состояния в твердое при определенной температуре

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какой легирующий элемент в марках сталей в России обозначается буквой «Ю»

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте тип взаимодействия компонентов в твердом состоянии сплавов и их обозначение. К каждой букве подберите соответствующую цифру.

А. механическая смесь;

Б. твердый раствор;

В. химическое соединение

1. (А+В)

2. АnВm

3. В(А)

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Запишите в правильной последовательности проведение метода термического анализа:

1. охлаждают сплавы до комнатной температуры
2. наносят критические температуры на ДСС
3. строят заготовку ДСС
4. строят кривые охлаждения
5. нагревают сплавы выше температуры плавления
6. подбирают сплавы одинаковых компонентов, с разным их количеством

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте вид термической обработки и её цель. К каждой букве подберите соответствующую цифру.

А. отжиг

Б. отпуск

В. закалка

1. снятие внутренних напряжений и получение заданных, требуемых свойств стали
2. получения структуры мартенсита, обеспечивающего более высокую прочность и твердость стали
3. получение однородной, равновесной структуры, свободной от остаточных напряжений

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Чем характеризуется вязкое разрушение:

1. всегда сопровождается большими величинами пластической деформации
2. не требует пластической деформации и сопровождается только микропластической деформацией
3. носит интеркристаллитный характер
4. распространяется очень быстро
5. образуется «тупая» трещина
6. распространяется очень медленно

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

Как называется элемент, которым насыщают материал при проведении цементации (химико-термической обработке)

1. углерод
2. азот
3. совместное насыщение азотом и углеродом
4. насыщение металлами

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

К технологическим свойствам сплавов относятся:

1. обрабатываемость давлением
2. обрабатываемость резанием
3. теплопроводность
4. коррозионная стойкость
5. свариваемость

Содержание дисциплины является логическим продолжением знаний, полученных при освоении программы бакалавриата, в том числе по дисциплине "Иностранный язык" и служит основой для освоения дисциплин: