

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) **Юнаков Л. П.**  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
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
5	9	3	108	51	17	0	34	57	36	0	21	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: 2024

Программу составил:

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

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

Заведующий кафедрой Андрюшкин 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 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

## **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-3 — способность организовывать и координировать работы при разработке, изготовлении и испытаниях ракетных двигателей их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-3**

*знания:*

на уровне представлений: об основных научно-технических проблемах и перспективах развития двигателей летательных аппаратов и технологий их производства;

на уровне понимания: об основных правилах разработки технологических процессов изготовления деталей, узловой и общей сборки двигателей летательных аппаратов;;

*умения:*

теоретические – анализ исходных данных (чертежи деталей, объем производства, наличие прототипов и т.д.) для обоснования методов проектирования технологических процессов.

практические – , проектирование технологических процессов механической обработки и сборки, оформление технологической документации.;

*навыки:*

по анализу конструкционных и функциональных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ, РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАМЕР РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ, ФИЗИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ РД, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ДЕТАЛИ МАШИН, ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ТЕОРИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДВИГАТЕЛИ ДВУХСРЕДНЫХ АППАРАТОВ, КОСМОЭНЕРГОУСТАНОВКИ, ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ, ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментальные 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-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники
- 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 отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
- ПСК-1 — Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы
- ПСК-2 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) жидкостных ракетных двигателей и их составных элементов
- ПСК-5 — Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов
- ПСК-6 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов
- ПСК-7 — Способен выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе жидкостных ракетных двигателей

- 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	Практические занятия		ПСК-3
5	9	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1. Дидактическая единица 1. Цели и задачи курса .Краткая характеристика рабочей программы учебной дисциплины. Особенности производства ракетных двигателей (Р Д).	6	2	1	1	4	10
5	9	<b>Раздел 2 . Базирование при производстве деталей РД .</b> 2.1. Дидактическая единица 2. Основные понятия в теории базирования. классификация поверхностей и баз. Базирование и закрепление заготовок в приспособлении. 2.2. Дидактическая единица 3 Погрешность базирования. Принципы выбора технологических баз при обработке деталей РД.	7	3	1	2	4	10
5	9	<b>Раздел 3 . Основы проектирования ТП производства деталей РД.</b> 3.1. Дидактическая единица 4.Технологический процесс и его структура. Основные понятия и определения. Производственный и технологический процессы. Структура и виды ТП. Машиностроительное производство и его характеристики. 3.2. Дидактическая единица 5. Цели и задачи проектирования ТП. Основные этапы разработки ТП, исходная информация для разработки. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления. 3.3. Дидактическая единица 6. Технологические принципы проектирования ТП. Принципы: разбиения ТП на стадии обработки; последовательно уточняющих переходов; технологической предпочтительности; дифференциации и концентрации операций; размещения термической операции в структуре ТП. 3.4. Дидактическая единица 7. Разработка маршрутного технологического процесса. Выявление конструкторских баз и выбор черновой базы. Определение рациональной последовательности обработки технологических комплексов. Выбор маршрутов обработки элементарных поверхностей детали. Формирование технологического маршрута. Анализ вариантов технологического маршрута. 3.5. . Дидактическая единица 8. Разработка операционной технологии. Определение последовательности переходов. Выбор оборудования и оснастки. Расчет межоперационных припусков. Расчет режимов обработки. Оформление технологической документации.	30	23	3	20	7	20
5	9	<b>Раздел 4 . Общие вопросы сборки РД.</b> 4.1. . Дидактическая единица 9.Технологические особенности производства ДУ. Основные понятия, виды, способы и методы сборки. Виды соединений. Правила членения конструкций на сборочные единицы. Организационные формы процессов сборки. 4.2. Дидактическая единица 10. Особенности базирования при сборке. Базирование: по месту; по сборочным отверстиям; по разметке; в сборочном приспособлении. Выбор технологических баз, способов и схем базирования.	10	2	2	0	8	10
5	9	<b>Раздел 5. Проектирование технологических процессов и операций сборки РД.</b> 5.1. Дидактическая единица 11. Цели и задачи проектирования ТП сборки. Основные этапы проектирования. Состав и краткая характеристика этапов проектирования. Исходные данные для проектирования и их анализ. 5.2. Дидактическая единица 12. Выбор базовой детали или базового узла. Разработка технологической схемы сборки. Проектирование технологического маршрута сборки. Проектирование основных технологических операций сборки. технологические расчеты параметров процессов сборки.	13	6	2	4	7	10
5	9	<b>Раздел 6 . Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.</b> 6.1. Дидактическая единица 13. Сварные соединения. Особенности и методы образования сварных соединений. Основные операции процесса образования сварных соединений: подготовка деталей под сварку, сборка под сварку, прихватка, контроль сборки и прихватки, правка и термообработка, контроль качества сварных соединений. Особенности сборочно-сварочной оснастки. Основные принципы проектирования технологического процесса сварки. 6.2. Дидактическая единица 14. Паяные соединения. Особенности и условия образования паяных соединений. Характеристика способов пайки. Выбор припоя. Основные операции процесса образования паяных соединений: подготовка поверхностей, сборка узлов под пайку, пайка, очистка швов. Основные принципы проектирования технологического процесса пайки.	12	2	2	0	10	10
5	9	<b>Раздел 7 . Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.</b> 7.1. Дидактическая единица 15. Конструктивные особенности и технологические условия производства. Технологическая характеристика основных конструкционных материалов двигателя. Технологическое членение РД. 7.2. Дидактическая единица 16. Камеры сгорания и сопла. Профилирование (формование) обечаек сопла: механической обработкой по копиру, ротационным выдавливанием, обтяжкой, штамповкой энергией взрыва, электро-гидро штамповкой, магнитным импульсным формованием. Структура типового процесса производства оболочек двойной кривизны.	10	5	2	3	5	10
5	9	<b>Раздел 8 . Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.</b> 8.1. Дидактическая единица 17. Сборка камер РД. Типовые технические условия на камеру двигателя. Технологическое членение камеры. Сборка узлов и камеры в целом. Выполнение основных операций.	12	6	2	4	6	10
5	9	<b>Раздел 9 . Технологический контроль и испытания сборочных единиц РД.</b> 9.1. Дидактическая единица 18. Задачи и виды контроля. Виды испытаний собранных изделий. Контроль геометрических параметров РД. Испытания на прочность сборочных единиц РД. Контроль гидравлических сопротивлений систем и узлов РД. Испытания на герметичность. Проектирование технологических процессов контроля и испытаний.	8	2	2	0	6	10
Всего за 9 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№	Номер и	Тема практического занятия	Объем,
---	---------	----------------------------	--------

п/п	наименование раздела дисциплины		ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Особенности производства ракетных двигателей (Р Д).	1
2	Раздел 2. . Базирование при производстве деталей РД.	Основные понятия в теории базирования. классификация поверхностей и баз.	2
3	Раздел 3. . Основы проектирования ТП производства деталей РД.	Цели и задачи проектирования ТП. Основные этапы разработки ТП, исходная информация для разработки. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления. Технологические принципы проектирования ТП. Принципы: разбиения ТП на стадии обработки; последовательно уточняющих переходов; технологической предпочтительности; дифференциации и концентрации операций; размещения термической операции в структуре ТП.	20
4	Раздел 5. Проектирование технологических процессов и операций сборки РД.	Цели и задачи проектирования ТП сборки. Основные этапы проектирования. Состав и краткая характеристика этапов проектирования. Исходные данные для проектирования и их анализ.	4
5	Раздел 7. . Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	Камеры сгорания и сопла. Профилирование (формование) обечаек сопла: механической обработкой по копиру, ротационным выдавливанием, обтяжкой, штамповкой энергией взрыва, электро- гидро штамповкой, магнитным импульсным формованием. Структура типового процесса производства оболочек двойной кривизны.	3
6	Раздел 8. . Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.	Сборка камер РД. Типовые технические условия на камеру двигателя. Технологическое членение камеры. Сборка узлов и камеры в целом. Выполнение основных операций.	4
<b>Всего за 9 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. Введение.	Объекты производства.	4
2	Раздел 2. . Базирование при производстве деталей РД.	Погрешность базирования. Принципы выбора технологических баз при обработке деталей РД.	4
3	Раздел 3. . Основы проектирования ТП производства деталей РД.	Разработка маршрутного технологического процесса. Выявление конструкторских баз и выбор черновой базы. Определение рациональной последовательности обработки технологических комплексов. Выбор маршрутов обработки элементарных поверхностей детали. Формирование технологического маршрута. Анализ вариантов технологического маршрута. Разработка операционной технологии. Определение последовательности переходов. Выбор оборудования и оснастки. Расчет межоперационных припусков. Расчет режимов обработки. Оформление технологической документации.	7



4	Раздел 4. . Общие вопросы сборки РД.	. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления. Разработка маршрутного технологического процесса. Выявление конструкторских баз и выбор черновой базы. Определение рациональной последовательности обработки технологических комплексов. Подготовка к ПЗ№1,№2,№3.	8
5	Раздел 5. Проектирование технологических процессов и операций сборки РД.	Выбор базовой детали или базового узла. Разработка технологической схемы сборки. Проектирование технологического маршрута сборки. Проектирование основных технологических операций сборки. технологические расчеты параметров процессов сборки.	7
6	Раздел 6. . Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.	Особенности и методы образования сварных соединений. Основные операции процесса образования сварных соединений: подготовка деталей под сварку, сборка под сварку,	10
7	Раздел 7. . Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	5
8	Раздел 8. . Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.	Особенности технологии сборки составных частей	6
9	Раздел 9. . Технологический контроль и испытания сборочных единиц РД.	Задачи и виды контроля. Виды испытаний собранных изделий.	6
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>57</b>

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. . Получение задания. Анализ исходных данных	1 - 2	2
Этап 2. Создание сборочного чертежа. Разработка комплектующей ведомости	3 - 4	6
Этап 3. Разработка технических условий на сборку	5 - 6	6
Этап 4. Разработка технологической схемы сборки	7 - 8	4
Этап 5. Разработка маршрутной и операционной технологии сборки	9 - 11	6
Этап 6. Разработка операционных эскизов	12 - 14	8
Этап 7. Написание пояснительной записки. Защита КП	15 - 16	4
<b>Всего за 9 семестр</b>		<b>36</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
9		КП	ТекК		КП, ВПЗ	ДР	ТекК	КП	КП	ДР	ТекК, КП			КП, ВПЗ		ДР	ТекК, КП, ВПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КП – курсовой проект;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- курсовой проект;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Технологический процесс общей сборки форсуночной головки. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 34 экз.
2. А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. . Технологические процессы в машиностроении. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей. М.: Изд-во МАИ, 2001, эл. рес.
4. В. И. Краснов, В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Проектирование технологических процессов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 98 экз.
5. Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология ракетостроения. СПб.: Специальная литература, 1997, 33 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
3. Двигатель;
4. Естественные и технические науки;
5. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
6. Металловедение и термическая обработка металлов.

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

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

### 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. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. АУР Р-ЗС (К13).

### **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 **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** 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-3 способность организовывать и координировать работы при разработке, изготовлении и испытаниях ракетных двигателей их элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием технологических процессов изготовления, сборки и испытания ракетных двигателей.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- курсовой проект;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Введение.</b>		
Объекты производства.	В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей: М.: Изд-во МАИ, 2001 (Введение)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. . Базирование при производстве деталей РД.</b>		
Погрешность базирования. Принципы выбора технологических баз при обработке деталей РД.	А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. . Технологические процессы в машиностроении: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	4
Итого по разделу 2		4
<b>Раздел 3. . Основы проектирования ТП производства деталей РД.</b>		
Разработка маршрутного технологического процесса. Выявление конструкторских баз и выбор черновой базы. Определение рациональной последовательности обработки технологических комплексов. Выбор маршрутов обработки элементарных поверхностей детали. Формирование технологического маршрута. Анализ вариантов технологического маршрута. Разработка операционной технологии. Определение последовательности переходов. Выбор оборудования и оснастки. Расчет межоперационных припусков. Расчет режимов обработки. Оформление технологической документации.	В. И. Краснов, В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Проектирование технологических процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1)	7
Итого по разделу 3		7
<b>Раздел 4. . Общие вопросы сборки РД.</b>		
. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления. Разработка маршрутного технологического процесса. Выявление конструкторских баз и выбор черновой базы. Определение рациональной последовательности обработки технологических комплексов. Подготовка к ПЗ№1,№2,№3.	В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей: М.:	8

	Изд-во МАИ, 2001 (1)	
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Проектирование технологических процессов и операций сборки РД.</b>		
Выбор базовой детали или базового узла. Разработка технологической схемы сборки. Проектирование технологического маршрута сборки. Проектирование основных технологических операций сборки. технологические расчеты параметров процессов сборки.	Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология ракетостроения: СПб.: Специальная литература, 1997 (4)	7
Итого по разделу 5		7
<b>Раздел 6. . Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.</b>		
Особенности и методы образования сварных соединений. Основные операции процесса образования сварных соединений: подготовка деталей под сварку, сборка под сварку,	Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология ракетостроения: СПб.: Специальная литература, 1997 (3)	10
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. . Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.</b>		
Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей: М.: Изд-во МАИ, 2001 (2)	5
Итого по разделу 7		5
<b>Раздел 8. . Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.</b>		
Особенности технологии сборки составных частей	В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей: М.: Изд-во МАИ, 2001 (3) . Технологический процесс общей сборки форсуночной головки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	6
Итого по разделу 8		6
<b>Раздел 9. . Технологический контроль и испытания сборочных единиц РД.</b>		
Задачи и виды контроля. Виды испытаний собранных изделий.	Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология	6

	ракетостроения: СПб.: Специальная литература, 1997 (6)	
Итого по разделу 9		6



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- курсовой проект;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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.

#### Курсовой проект

Темы курсовых проектов: проектирование технологических процессов сборки узлов ракетных двигателей (по вариантам).

Курсовой проект представляется в печатном виде в формате, соответствующим СТО.БГТУ.СМК-К5-21-2023 «Положению о порядке организации и проведению курсового проектирования обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования и высшего образования - программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры» приказ №579-О от 25 июля 2023 г.

Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы членов комиссии. В ходе защиты КП обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

В случае, если оформление курсового проекта и ответы студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает оценку:

- оценка «отлично» выставляется, при правильном выполнении курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 90 до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 75 до 90%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, при незначительных ошибках в содержании курсового проекта, правильных ответов студента на вопросы преподавателя от 50 до 75%.
- оценка «не защитил» выставляется, при значительных ошибках в содержании курсового проекта, при допущении принципиальных ошибок в ответах на вопросы преподавателя - правильных ответов менее 50%.

#### Вопросы для текущего контроля

Правильные ответы на 3-4 вопроса из 5 по каждому разделу.

Перечень вопросов для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Правильные ответы на 3-4 вопроса из 5 по каждой теме ПЗ.

#### Дифференцированный зачет

Допуск к дифференцированному зачету при условии сдачи практических заданий и защиты курсового проекта.

Зачет проводится в форме устных ответов на 5 вопросов из перечня вопросов к дифференцированному зачету.

Критерии оценивания:

- "отлично" даны 5 правильных ответа;
- "хорошо" даны 4 правильных ответа;
- "удовлетворительно" даны 3 правильных ответа;

- "не зачтено" правильных ответов меньше 3.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету входит в состав УМК дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-3	
5	9	Раздел 1. Введение.	6	2	1	1	4	10	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
5	9	Раздел 2. . Базирование при производстве деталей РД.	7	3	1	2	4	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	Раздел 3. . Основы проектирования ТП производства деталей РД.	30	23	3	20	7	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовой проект
5	9	Раздел 4. . Общие вопросы сборки РД.	10	2	2	0	8	10	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
5	9	Раздел 5. Проектирование технологических процессов и операций сборки РД.	13	6	2	4	7	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовой проект
5	9	Раздел 6. . Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.	12	2	2	0	10	10	Вопросы для текущего контроля

5	9	<b>Раздел 7. . Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.</b>	10	5	2	3	5	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
5	9	<b>Раздел 8. . Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.</b>	12	6	2	4	6	10	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
5	9	<b>Раздел 9. . Технологический контроль и испытания сборочных единиц РД.</b>	8	2	2	0	6	10	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	51	17	34	57	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	34	57	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-3

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Технологический процесс. Что это?
- № 2 Что такое единичный технологический процесс?
- № 3 Что такое типовой технологический процесс?
- № 4 Что такое групповой технологический процесс?
- № 5 Что такое маршрутное описание технологии?
- № 6 Что такое операционное описание технологии?
- № 7 Что такое технологическая готовность производства?
- № 8 При механической обработке детали повышение качества точно обработанной поверхности путём уменьшения шероховатостей (микронеровностей микрорельефа поверхности) – это какой переход?
- № 9 В зависимости от характера выполняемой функции в изделии все поверхности, составляющие конфигурацию детали, бывают (выбрать правильные)
- Сопрягаемые
  - Основные
  - Свободные
- № 10 ГОСТ подразделяет базы по назначению на:
- Установочные
  - Конструкторские
  - Опорные
  - Технологические
  - Направляющие
  - измерительные

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Размерность удельной тяги двигателя ракеты-носителя? (один правильный ответ)
- Секунда
- Килограмм
- Ньютон
- Паскаль
- Атмосфера
- Ампер
- Ватт
- № 2 Джоуль
- Какие типы систем подачи топлива применяют в жидкостных ракетных двигателях? (несколько правильных ответов)
- Вытеснительная
- Насосная
- Самотеком
- С рециркуляцией компонентов топлива

	Циклическая
	Импульсная
	Повышающая
	Понижающая
№ 3	Какое однокомпонентное топливо применяют в двигательных установках ракет-носителей? (один правильный ответ)
	Перекись водорода
	Жидкий кислород
	Жидкий азот
	Жидкий водород
	Азотный тетраоксид
	Керосин
№ 4	Бензин
	Какие компоненты топлива являются криогенными? (несколько правильных ответов)
	Жидкий кислород
	Жидкий водород
	Спирт
	Несимметричный диметилгидразин
	Тетраоксид азота
	Бензин
	Керосин
№ 5	Перекись водорода
	Какую форму может иметь заряд твердого топлива? (несколько правильных ответов)
	Торцевой
	Щелевой
	Зонтичный
	Трубчатый
	"Звезда"
	Спиральный
	Угловой
№ 6	Винтовой
	Какой газ используют в ядерных ракетных двигателях? (один правильный ответ)
	Водород
	Азот
	Кислород

	Аммиак
	Воздух
	Углекислый газ
	Аргон
№ 7	<p>Ксенон</p> <p>Какие компоненты вводят для повышения удельного импульса смесового твердого топлива (несколько правильных ответов)</p> <p>порошок алюминия</p> <p>порошок бериллия</p> <p>порошок железа</p> <p>порошок кальция</p> <p>дисперсный тростит</p> <p>порошок никеля</p>
№ 8	<p>порошок меди</p> <p>Законченная часть техпроцесса, выполняемая на одном рабочем месте. Что это? (один ответ):</p> <p>1. установ;</p> <p>2. позиция</p> <p>3. рабочий ход</p> <p>4. технологический переход</p>
№ 9	<p>5. технологическая операция</p> <p>Технологичность конструкции подразделяют на три типа (укажите лишнее).(один ответ):</p> <p>1. Производственная.</p> <p>2. Эксплуатационная.</p> <p>3. Ремонтная.</p> <p>4. Конечная.</p>
№ 10	<p>В каких технологических картах прописана последовательность выполнения переходов?(один ответ):</p> <p>1. Карта эскизов</p> <p>2. Операционная карта</p> <p>3. Маршрутная карта</p> <p>4. Карта переходов</p>