


**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.  
« 31 » 05 2022 ФИО

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных 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	
4	8	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	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: 2022

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Краснов Валерий Иванович, к.т.н., доцент

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 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОТУРБИННЫХ 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-1.1 — способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
ПСК-1.2 — способность выбирать оптимальный способ изготовления детали и разрабатывать технологическую документацию на простые детали и сборочные единицы

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-1.1**

*знания:*

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:*

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:*

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

## **ПСК-1.2**

*знания:*

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:*

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:*

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 ГАЗОТУРБИННЫХ 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: **ФИЗИКА, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД, ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И РАБОЧИЕ ТЕЛА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ПРАКТИКА, ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ВРД, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ, СХЕМЫ И КОМПОНОВКИ ВРД, МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ, ДЕТАЛИ МАШИН, ХИМИЯ, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДВИГАТЕЛИ ДВУХСРЕДНЫХ АППАРАТОВ, ДОВОДКА И МОДЕРНИЗАЦИЯ ГТД, ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА, КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ПРАКТИКА, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД, ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ, ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ГИДРОАЭРОКОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ 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 при решении 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-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- ПСК-1.10 — Владеет САЕ системой на уровне, необходимом для выполнения работ по профилю
- ПСК-1.11 — Владеет САМ системой на уровне, необходимом для выполнения работ по профилю
- ПСК-1.2 — Способен выбирать оптимальный способ изготовления детали и разрабатывать технологическую документацию на простые детали и сборочные единицы
- ПСК-1.3 — Способен выполнять расчёты простых систем, деталей и узлов
- ПСК-1.4 — Способен планировать и проводить испытания, оформлять отчёты по испытаниям, анализировать и систематизировать полученные данные, формировать требования к испытательным установкам
- ПСК-1.6 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям
- ПСК-1.7 — Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов
- ПСК-1.8 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) воздушно-реактивных двигателей и их составных элементов
- ПСК-1.9 — Способен выполнять научно-исследовательские работы и разрабатывать отчёты в обеспечении создания перспективных конкурентоспособных двигательных установок и их составных элементов на основе воздушно-реактивных двигателей
- УК-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

### 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-1.1	ПСК-1.2
4	8	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1. Дидактическая единица 1. Цели и задачи курса .Краткая характеристика рабочей программы учебной программы учебной дисциплины. Особенности производства газотурбинных двигателей (ГТД).	3	2	1	1	1	10	10
4	8	<b>Раздел 2. Основы проектирования ТП производства деталей ГТД.</b> 2.1. Дидактическая единица 2.Технологический процесс и его структура. Основные понятия и определения. Производственный и технологический процессы. Структура и виды ТП. Машиностроительное производство и его характеристики. 2.2. Дидактическая единица 3. Цели и задачи проектирования ТП. Основные этапы разработки ТП, исходная информация для разработки. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления. 2.3. Дидактическая единица 4. 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. 2.4. Дидактическая единица 5. 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. 2.5. . Дидактическая единица 6. Разработка операционной технологии. Определение последовательности переходов. Выбор оборудования и оснастки. Расчет межоперационных припусков. Расчет режимов обработки. Оформление технологической документации.	23	13	3	10	10	10	10
4	8	<b>Раздел 3. Общие вопросы сборки ГТД.</b> 3.1. . Дидактическая единица 7.Технологические особенности производства ДУ. Основные понятия, виды, способы и методы сборки. Виды соединений. Правила членения конструкций на сборочные единицы. Организационные формы процессов сборки. 3.2. Дидактическая единица 8. Особенности базирования при сборке. Базирование: по месту; по сборочным отверстиям; по разметке; в сборочном приспособлении. Выбор технологических баз, способов и схем базирования.	11	3	3	0	8	10	10
4	8	<b>Раздел 4. Проектирование технологических процессов и операций сборки ГТД.</b> 4.1. Дидактическая единица 8. Цели и задачи проектирования ТП сборки. Основные этапы проектирования. Состав и краткая характеристика этапов проектирования. Исходные данные для проектирования и их анализ. 4.2. Дидактическая единица 9. Выбор базовой детали или базового узла. Разработка технологической схемы сборки. Проектирование технологического маршрута сборки. Проектирование основных технологических операций сборки. технологические расчеты параметров процессов сборки.	14	7	3	4	7	20	20
4	8	<b>Раздел 5. Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.</b> 5.1. Дидактическая единица 10. 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. 5.2. Дидактическая единица 11. 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.	14	4	2	2	10	10	10
4	8	<b>Раздел 6. Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры ГТД.</b> 6.1. Дидактическая единица 12. Конструктивные особенности и технологические условия производства. Технологическая характеристика основных конструкционных материалов двигателя. Технологическое членение ГТД. 6.2. Дидактическая единица 13. 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	10
4	8	<b>Раздел 7. Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.</b> 7.1. Дидактическая единица 14. Сборка камер ГТД. Типовые технические условия на камеру двигателя. Технологическое членение камеры. Сборка узлов и камеры в целом. Выполнение основных операций.	12	6	2	4	6	20	20
4	8	<b>Раздел 8. Технологический контроль и испытания сборочных единиц ГТД.</b> 9.1. Дидактическая единица 18. Задачи и виды контроля. Виды испытаний собранных изделий. Контроль геометрических параметров ГТД. Испытания на прочность сборочных единиц ГТД. Контроль гидравлических сопротивлений систем и узлов ЖРД. Испытания на герметичность. Проектирование технологических процессов контроля и испытаний.	21	11	1	10	10	10	10
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Особенности производства ЖРД.	1
2	Раздел 2. Основы проектирования ТП производства деталей ГТД.	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.	10
3	Раздел 4. Проектирование технологических процессов и операций сборки ГТД.	Цели и задачи проектирования ТП сборки. Основные этапы проектирования. Состав и краткая характеристика этапов проектирования. Исходные данные для проектирования и их анализ.	4
4	Раздел 5. Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.	Цели и задачи проектирования ТП сборки. Основные этапы проектирования. Состав и краткая характеристика этапов проектирования. Исходные данные для проектирования и их анализ.	2
5	Раздел 6. Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры ГТД.	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 7. Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.	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.	4
7	Раздел 8. Технологический контроль и испытания сборочных единиц ГТД.	Сборка камер ЖРД. Типовые технические условия на камеру двигателя. Технологическое членение камеры. Сборка узлов и камеры в целом. Выполнение основных операций.	10
<b>Всего за 8 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.	1
2	Раздел 2. Основы проектирования ТП производства деталей ГТД.	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	10



		операционной технологии. Определение последовательности переходов. Выбор оборудования и оснастки. Расчет межоперационных припусков. Расчет режимов обработки. Оформление технологической документации.	
3	Раздел 3. Общие вопросы сборки ГТД.	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
4	Раздел 4. Проектирование технологических процессов и операций сборки ГТД.	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
5	Раздел 5. Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.	Выбор базовой детали или базового узла. Разработка технологической схемы сборки. Проектирование технологического маршрута сборки. Проектирование основных технологических операций сборки. технологические расчеты параметров процессов сборки.	10
6	Раздел 6. Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры ГТД.	Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	5
7	Раздел 7. Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.	Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	6
8	Раздел 8. Технологический контроль и испытания сборочных единиц ГТД.	Задачи и виды контроля. Виды испытаний собранных изделий.	10
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>57</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
8	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Маталин. . Технология машиностроения. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
2. В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей. М.: Изд-во МАИ, 2001, эл. рес.
3. В. И. Краснов, В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Проектирование технологических процессов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 98 экз.
4. 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:

не требуются.

### 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.

### **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 ГАЗОТУРБИННЫХ 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 И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;

ПСК-1.2 способность выбирать оптимальный способ изготовления детали и разрабатывать технологическую документацию на простые детали и сборочные единицы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием технологических процессов изготовления деталей, сборки узлов, агрегатов и изделий.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- 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)	1
Итого по разделу 1		1
<b>Раздел 2. Основы проектирования ТП производства деталей ГТД.</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.	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1) В. И. Краснов, В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Проектирование технологических процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-6)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Общие вопросы сборки ГТД.</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.	Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология ракетостроения: СПб.: Специальная литература, 1997 (4) В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства	8

	жидкостных ракетных двигателей: М.: Изд-во МАИ, 2001 (2)	
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Проектирование технологических процессов и операций сборки ГТД.</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 4		7
<b>Раздел 5. Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.</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 (3) В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства жидкостных ракетных двигателей: М.: Изд-во МАИ, 2001 (4)	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры ГТД.</b>		
Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры РД.	Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология ракетостроения: СПб.: Специальная литература, 1997 (2)	5
Итого по разделу 6		5
<b>Раздел 7. Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.</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 (5)	6
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Технологический контроль и испытания сборочных единиц ГТД.</b>		
Задачи и виды контроля. Виды испытаний собранных изделий.	В. В. Воробей, В. Е. Логинов. . Технология производства	10

	<p>жидкостных ракетных двигателей: М.: Изд-во МАИ, 2001 (6) Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев. . Технология ракетостроения: СПб.: Специальная литература, 1997 (6)</p>	
Итого по разделу 8		10



## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- 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 практическому заданию

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической 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 практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

#### Зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

К сдаче зачета обучающийся допускается при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Зачет проводится в форме устных ответов на вопросы к зачету.

Перечень вопросов к зачету представлен в УМК дисциплины.

Обучающийся получает оценку "зачтено" при наличии трех правильных ответов на заданные вопросы к зачету.

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	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.2	
4	8	Раздел 1. Введение.	3	2	1	1	1	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 2. Основы проектирования ТП производства деталей ГТД.	23	13	3	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Общие вопросы сборки ГТД.	11	3	3	0	8	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 4. Проектирование технологических процессов и операций сборки ГТД.	14	7	3	4	7	20	20	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 5. Технологические особенности сборки на основе неразъемных соединений.	14	4	2	2	10	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 6. Особенности производства некоторых типовых деталей и узлов камеры ГТД.	10	5	2	3	5	10	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 7. Особенности технологии сборки составных частей и общей сборки двигателей.	12	6	2	4	6	20	20	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 8. Технологический контроль и испытания сборочных единиц ГТД.	21	11	1	10	10	10	10	Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	