

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Суслин А. В.
(подпись) ФИО

«31» 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология производства газотурбинных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

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	7	4	144	51	34	0	17	93	36	0	57	диф. зач.
4	8	4	144	39	26	0	13	105	0	0	105	экз.
ВСЕГО		8	288	90	60	0	30	198	36	0	162	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ

Васильков Дмитрий Витальевич, д.т.н., профессор

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ

Петров Владимир Маркович, д.т.н., профессор

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Иванов К.М., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

Заведующий кафедрой Иванов К.М., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

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:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-3 — способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
ОПК-5 — способность использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-7 — способность принимать участие в проведении испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

- основы математики, физики, вычислительной техники и программирования;

умения:

- решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования;

навыки:

- теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности;

ОПК-3

знания:

- стандарты, нормативные документы и технологические инструкции для выполнения технической документации, связанной с профессиональной деятельностью;

умения:

- выполнять техническую документацию по профессиональной деятельности в соответствии со стандартами, нормами, правилами и технологическими инструкциями;

- выполнять согласование нормативно-технической документации по профессиональной деятельности;

навыки:

- навыки выполнения и согласования технической документации по профессиональной деятельности в соответствии со стандартами, нормами, правилами и технологическими инструкциями;

ОПК-5

знания:

- методы разработки и реализации современных технологий при решении профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

- типовые конструкторско-технологические решения области авиационной и ракетно-космической техники;

умения:

- умение применять методы разработки и реализации современных технологий при решении профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

навыки:

- навыки реализации типовых конструкторско-технологических решений области авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-7

знания:

- методы и средства контроля и измерений при выполнении сборки и проведении испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов;

- последовательность и условия выполнения сборки и проведения испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов;

умения:

- умение применять методы и средства контроля и измерений при выполнении сборки и проведении испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов;

- умение определять последовательность и условия выполнения сборки и проведения испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов;

навыки:

- навыки анализа методов и средств контроля и измерений при выполнении сборки и проведении испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов;

- навыки выбора последовательности и условий выполнения сборки и проведения испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ, ОПЕРАТИВНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И НАЛАДКА СТАНКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ ЧПУ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники
- ПСК-2.3 — Способен осуществлять подготовку управляющих программ к отладке и их отработку на оборудовании прецизионной металлообработки с числовым программным управлением
- ПСК-2.4 — Способен разрабатывать технологии и управляющие программы для изготовления деталей средней сложности на станках с числовым программным управлением
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 — Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 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		ОПК-1	ОПК-3	ОПК-5	ОПК-7
4	7	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при изготовлении. Основные элементы и параметры ГТД. Особенности и пути совершенствования ГТД. Технологичность ГТД и его элементов. Направления совершенствования технологических процессов производства деталей и сборочных единиц. Методы достижения заданной точности показателей качества деталей и сборочных единиц. Технологические условия, необходимые при использовании метода автоматического получения параметров заготовок на настроенном оборудовании. Структурно-логическая схема обеспечения показателей качества изделий. Формирование принципиального плана технологического процесса изготовления деталей.	39	14	10	4	25	20	20	15	5
4	7	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток. Конструктивные элементы лопаток компрессора и турбины. Технология производства лопаток компрессора. Технология производства лопаток турбины. Особенности технологии производства лопаток первой ступени турбины и компрессора. Поверхностное упрочнение лопаток. Контроль и испытания лопаток ГТД. Конструкция, технические условия и материал крыльчаток. Построение технологических процессов изготовления крыльчаток. Выполнение основных операций изготовления крыльчаток. Повышение ресурса и надежности работы крыльчаток технологическими методами.	32	12	8	4	20	5	10	15	20
4	7	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей ГТД. Изготовление дисков. Конструкция, технические требования и материалы. Технология изготовления дисков. Изготовление валов. Конструкция, технические требования и материалы. Технология изготовления валов. Изготовление корпусных деталей. Конструкция, технические требования и материалы. Технология изготовления корпусных деталей. Изготовление зубчатых колес ГТД. Конструкция, технические требования и материалы. Технология изготовления зубчатых колес. Изготовление деталей из композиционных материалов. Виды, свойства и особенности получения композиционных материалов. Особенности конструкции деталей, технические требования. Технология изготовления деталей из композиционных материалов.	50	18	12	6	32	20	10	15	10
4	7	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД. Регламенты времени. Маршрутно-технологический график загрузки оборудования. Определение количества технологического оборудования. Технологическая компоновка оборудования. Роботизированное обслуживание рабочего места. Определение структуры и состава автоматической транспортно-складской системы РПУ. Разработка технологической компоновки РПУ.	23	7	4	3	16	15	20	15	5
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	60	60	60	40
4	8	Раздел 5. Общие вопросы сборки. Технологические методы обеспечения надежности сборочных единиц. Технологичность конструкции при сборке. Точность сборки: расчеты точности, методы достижения заданной точности сборочных параметров. Контроль сборочных параметров: контроль основных геометрических параметров, контроль герметичности. Балансировка роторов. Подготовительные операции. Организация сборочных работ. Оснастка, оборудование и вспомогательные материалы сборочного процесса.	49	14	10	4	35	15	20	5	20
4	8	Раздел 6. Основы технологии сборки. Сборка неподвижных разъемных соединений: резьбовые соединения, прессовые соединения. Сборка неразъемных соединений: сварные соединения, паяные соединения, механические соединения, клеевые соединения. Сборка подвижных соединений: подшипники качения, подшипники скольжения, зубчатые сопряжения, уплотнения. Механизация и автоматизация процессов сборки. Проектирование технологических процессов сборки.	47	12	8	4	35	15	10	10	5
4	8	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД. Сборка составных частей ГТД: компрессоры, камеры сгорания, сопловые аппараты, турбины, редукторы, трубопроводы, агрегаты. Общая сборка ГТД. Стендовые испытания.	48	13	8	5	35	10	10	25	35
Всего за 8 семестр			144	39	26	13	105	40	40	40	60
Всего по дисциплине			288	90	60	30	198	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при изготовлении.	Анализ номенклатуры деталей ГТД. Выбор представителей. Расчет приведенной программы выпуска. Функциональное назначение детали. Проработка чертежа детали-представителя. Квалиметрическая оценка детали по ее чертежу. Контроль квалиметрических показателей детали. Материал детали: химический состав; механические характеристики. Заготовка: метод получения; точностные характеристики; термообработка. Индивидуальное практическое задание 1.	4
2	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	Разработка маршрутного технологического процесса на деталь-представитель. На каждую операцию: Определение последовательности вспомогательных и технологических переходов; Обоснование выбора технологического оборудования. Разработка операционного технологического процесса. На каждый переход: выбор обрабатывающего, вспомогательного и измерительного инструмента; определение технологических режимов; определение основного и вспомогательного времени. Нормирование технологического процесса. Расчет количества режущего инструмента на программу выпуска. Разработка ведомости инструмента. Индивидуальное практическое задание 2.	4
3	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей ГТД.	Разработка модульной технологической оснастки на каждую операцию изготовления детали-представителя: техническое задание на проектирование или подбор технологической оснастки; описание оснастки и инструкции по применению. Разработка маршрутно-технологического графика загрузки оборудования: Регламенты времени; маршрутно-технологический график загрузки оборудования. Определение количества технологического оборудования РПУ. Определение структуры и состава автоматической транспортно-складской системы РПУ. Разработка технологической компоновки РПУ. Индивидуальное практическое задание 3.	6
4	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	Типовые технологические решения по изготовлению деталей ГТД.	3
Всего за 7 семестр			17
5	Раздел 5. Общие вопросы сборки.	Расчеты точности при сборке. Размерные цепи. Частичная и полная взаимозаменяемость. Выбор оснастки, оборудования и вспомогательных материалов при сборке. Индивидуальное практическое задание 1.	4
6	Раздел 6. Основы технологии сборки.	Сорка неподвижных и подвижных соединений. Индивидуальное практическое задание 2.	4
7	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	Узловая сборка ГТД. Индивидуальное задание 3.	5
Всего за 8 семестр			13

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
-------	---	-----------------------------	--------------

1	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при изготовлении.	Подготовка к лекциям.	5
2		Выполнение индивидуального практического задания 1.	8
3		Выполнение разделов 1-3 курсового проекта.	12
4	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	Подготовка к лекциям.	4
5		Выполнение индивидуального практического задания 2.	6
6		Выполнение разделов 4-5 курсового проекта.	10
7	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей ГТД.	Подготовка к лекциям.	8
8		Выполнение индивидуального практического задания 3.	10
9		Выполнение разделов 6-8 курсового проекта.	14
10	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	Подготовка к лекциям.	6
11		Подготовка к практическим занятиям	10
Всего за 7 семестр			93
12	Раздел 5. Общие вопросы сборки.	Подготовка к лекциям.	10
13		Выполнение индивидуального практического задания 1.	25
14	Раздел 6. Основы технологии сборки.	Подготовка к лекциям.	10
15		Выполнение индивидуального практического задания 2.	25
16	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	Подготовка к лекциям.	10
17		Выполнение индивидуального практического задания 3.	25
Всего за 8 семестр			105

3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ номенклатуры обрабатываемых деталей. Выбор представителя. Расчет приведенной программы выпуска.	1 - 2	4
Этап 2. Функциональное назначение детали. Проработка чертежа детали-представителя. Квалиметрическая оценка детали по ее чертежу. Контроль квалиметрических показателей детали. Материал детали: химический состав; механические характеристики.	3 - 4	4
Этап 3. Заготовка: метод получения; точностные характеристики; термообработка; припуски на обработку; состояние поставки с указанием твердости.	5 - 6	4
Этап 4. Разработка маршрутного технологического процесса на представитель. На каждую операцию: Определение последовательности вспомогательных и технологических переходов; Обоснование выбора технологического оборудования.	7 - 8	4
Этап 5. Разработка операционного технологического процесса. На каждый переход: выбор обрабатывающего, вспомогательного и измерительного инструмента; определение технологических	9 - 10	6

режимов; определение основного и вспомогательного времени. Нормирование технологического процесса. Расчет количества режущего инструмента на программу выпуска. Разработка ведомости инструмента.		
Этап 6. Разработка модульной технологической оснастки на каждую операцию: техническое задание на проектирование или подбор технологической оснастки; описание оснастки и инструкции по применению.	11 - 12	6
Этап 7. Разработка маршрутно-технологического графика загрузки оборудования: Регламенты времени; маршрутно-технологический график загрузки оборудования. Определение количества технологического оборудования РПУ.	13 - 14	4
Этап 8. Определение структуры и состава автоматической транспортно-складской системы РПС. Разработка технологической компоновки РПС	15 - 16	4
Всего за 7 семестр		36

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
7					ИПЗ, КП, Вопр.Диф.Зач	ДР			ИПЗ, КП, Вопр.Диф.Зач	ДР					ИПЗ	ДР	КП, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
8					ИПЗ, Вопр. Экз	ДР			ИПЗ, Вопр. Экз	ДР			ИПЗ, Вопр. Экз			ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КП – курсовой проект;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Выполнение курсового проекта по разработке технологического процесса и проектированию роботизированного производственного участка механической обработке деталей. СПб.: НИЦ АРТ, 2022, эл. рес.
2. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
3. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
4. А. А. Маталин. . Технология машиностроения. СПб.: Лань, 2020, эл. рес.
5. А. А. Маталин. . Технология машиностроения. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
6. А. В. Ланщиков, А. А. Селивёрстов. . Технология машиностроения. Автоматическая сборка: Оценка уровня подготовленности узлов и изделий к автоматической сборке. Пенза: Изд-во ПГТА, 2012, эл. рес.
7. А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. . Теория лопаточных машин. Новосибирск: НГТУ, 2019, эл. рес.
8. А. М. Смирнов, Е. Н. Сосёнушкин. . Организационно-технологическое проектирование участков и цехов. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
9. А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
10. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
11. Б. А. Немцев. . Автоматизация производственных процессов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
12. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
13. Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
14. Ю. А. Курганова, Г. В. Малышева, В. А. Нелюб . . Технология изготовления деталей из полимерных композиционных материалов и методы определения их свойств. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Проектирование роботизированного производственного участка механической обработки. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.
2. А. А. Маталин. . Технология машиностроения. СПб.: Лань, 2010, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Двигатель;
2. Научноёмкие технологии.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — 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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office;
2. Microsoft Windows;
3. КОМПАС-3D V17;
4. Adobe Reader.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий;
3. Microsoft Office;
4. Microsoft Windows;
5. КОМПАС-3D V17;
6. Adobe Reader.

6.3. Прочее:

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**. Дисциплина реализуется на факультете **Е Оружие и системы вооружения** БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-3 способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил;

ОПК-5 способность использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-7 способность принимать участие в проведении испытаний двигателей летательных аппаратов, их узлов и агрегатов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой технологических процессов изготовления деталей, сборки и испытаний узлов и агрегатов газотурбинных двигателей и энергетических установок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **8 з.е., 288 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**60 ч.**), практические занятия (**30 ч.**), самостоятельная работа студента (**198 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 90 ч. аудиторных занятий, и 198 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. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при изготовлении.		
Подготовка к лекциям.	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: СПб.: Лань, 2010 (стр. 5-48)	5
Выполнение индивидуального практического задания 1.	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: СПб.: Лань, 2020 (стр. 26-125) А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 25-34, 55-78)	8
Выполнение разделов 1-3 курсового проекта.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (стр. 9-48)	12
Итого по разделу 1		25
Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.		
Подготовка к лекциям.	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: СПб.: Лань, 2020 (стр. 380-436)	4
Выполнение индивидуального практического задания 2.	А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. . Теория лопаточных машин: Новосибирск: НГТУ, 2019 (стр. 6-119) Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 8-34, 101-126)	6
Выполнение разделов 4-5 курсового проекта.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (стр.: 38-43, 273-276)	10
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Технология изготовления основных деталей ГТД.		
Подготовка к лекциям.	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 169-186)	8
Выполнение индивидуального практического задания 3.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (стр.: 32-37, 45-48, 228-240, 254-263)	10
Выполнение разделов 6-8 курсового проекта.	Ю. А. Курганова, Г. В. Малышева, В. А. Нелюб . . Технология изготовления деталей из полимерных композиционных материалов и методы определения их свойств: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (стр. 7-42)	14
Итого по разделу 3		32

Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.		
Подготовка к лекциям.	А. М. Смирнов, Е. Н. Сосёнушкин. . Организационно-технологическое проектирование участков и цехов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 30-40, 48-52)	6
Подготовка к практическим занятиям	Б. А. Немцев. . Автоматизация производственных процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (стр. 54-117) . Выполнение курсового проекта по разработке технологического процесса и проектированию роботизированного производственного участка механической обработке деталей: СПб.: НИЦ АРТ, 2022 (стр. 74-87) . Проектирование роботизированного производственного участка механической обработки: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (стр. 6-60)	10
Итого по разделу 4		16
Раздел 5. Общие вопросы сборки.		
Подготовка к лекциям.	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 186-187)	10
Выполнение индивидуального практического задания 1.	А. В. Ланщиков, А. А. Селивёрстов. . Технология машиностроения. Автоматическая сборка: Оценка уровня подготовленности узлов и изделий к автоматической сборке: Пенза: Изд-во ПГТА, 2012 (стр. 3-11)	25
Итого по разделу 5		35
Раздел 6. Основы технологии сборки.		
Подготовка к лекциям.	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (187-199)	10
Выполнение индивидуального практического задания 2.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (стр. 3-14)	25
Итого по разделу 6		35
Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.		
Подготовка к лекциям.	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (стр. 437-490)	10
Выполнение индивидуального практического задания 3.	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (стр. 3-58)	25
Итого по разделу 7		35

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

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

Критерии и шкалы оценивания результатов по курсовому проекту:

1. Шкала оценивания: «отлично».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Проект оформлен с соблюдением установленных правил. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

2. Шкала оценивания: «хорошо».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Проект оформлен с соблюдением установленных правил. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.

3. Шкала оценивания: «удовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовой проект в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения.

4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету составляются на основе рабочей программы дисциплины и охватывают ее разделы и темы. Они должны целостно отражать объем проверяемых теоретических и практических знаний. Вопросы носят равноценный характер. Формулировки вопросов должны быть четкими, краткими, понятными, исключающими двойное толкование. Количество вопросов в перечне должно превышать количество вопросов, необходимых для составления зачетных листов. На основе разработанного и объявленного студентам перечня вопросов к дифференцированному зачету составляются опросные листы, содержание которых до студентов не доводится.

Индивидуальное практическое задание

График сдачи Индивидуальных практических заданий (ИПЗ):

7 семестр:

- ИПЗ 1 – 5 неделя – текущая аттестация
- ИПЗ 2 – 9 неделя – рубежная аттестация;

- ИПЗ 3 – 15 неделя – текущая аттестация.
- 8 семестр:
- ИПЗ 1 – 5 неделя – текущая аттестация
- ИПЗ 2 – 9 неделя – рубежная аттестация;
- ИПЗ 3 – 13 неделя – текущая аттестация.

Критерии и шкалы оценивания результатов по индивидуальному практическому заданию:

1. Шкала оценивания: «отлично».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил индивидуальное практическое задание в полном объеме. Работа характеризуется полнотой проработки всех разделов содержательной части. Пояснительная записка индивидуального практического задания оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании к индивидуальному практическому заданию. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

2. Шкала оценивания: «хорошо».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил индивидуальное практическое задание в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Пояснительная записка индивидуального практического задания оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.

3. Шкала оценивания: «удовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил индивидуальное практическое задание в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения.

4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.

Шкалы оценивания «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» соответствуют отметке «зачтено».

Шкала оценивания «не удовлетворительно» соответствует отметке «не зачтено».

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену составляются на основе рабочей программы дисциплины и охватывают ее разделы и темы. Они должны целостно отражать объем проверяемых теоретических и практических знаний. Вопросы носят равноценный характер. Формулировки вопросов должны быть четкими, краткими, понятными, исключающими двойное толкование. Количество вопросов в перечне должно превышать количество вопросов, необходимых для составления экзаменационных билетов. На основе разработанного и объявленного студентам перечня вопросов к экзамену составляются экзаменационные билеты, содержание которых до студентов не доводится.

Дифференцированный 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.

Критерии и шкалы оценивания дифференцированного зачета:

1. Шкала оценивания: «зачтено-отлично».

Критерии оценивания: Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы

Уровень освоения компетенций: Высокий

2. Шкала оценивания: «зачтено-хорошо».

Критерии оценивания: Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов

Уровень освоения компетенций: Повышенный

3. Шкала оценивания: «зачтено-удовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические

вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы

Уровень освоения компетенций: Пороговый

4. Шкала оценивания: «не зачтено».

Критерии оценивания: Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

Уровень освоения компетенций: Компетенции не сформированы.

Экзамен

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.

Экзамен предполагает письменные ответы студента на экзаменационный билет, включающий три теоретических вопроса и одну задачу. Дополнительные вопросы студенты отмечают в экзаменационных листах и письменно отвечают на них.

По каждому вопросу выставляется оценка по пятибальной шкале. Общая оценка выставляется по пятибальной шкале с учетом оценок по каждому вопросу.

К экзамену допускаются студенты при условии полного выполнения ими всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий.

Критерии и шкалы оценивания экзамена:

1. Шкала оценивания: «отлично».

Критерии оценивания: Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.

Уровень освоения компетенций: Высокий.

2. Шкала оценивания: «хорошо».

Критерии оценивания: Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.

Уровень освоения компетенций: Повышенный.

3. Шкала оценивания: «удовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы.

Уровень освоения компетенций: Пороговый.

4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

Уровень освоения компетенций: Компетенции не сформированы.

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		ОПК-1	ОПК-3	ОПК-5	ОПК-7	
4	7	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при изготовлении.	39	14	10	4	25	20	20	15	5	Индивидуальное практическое задание, Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	32	12	8	4	20	5	10	15	20	Индивидуальное практическое задание, Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей ГТД.	50	18	12	6	32	20	10	15	10	Индивидуальное практическое задание, Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	23	7	4	3	16	15	20	15	5	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	60	60	60	40	
4	8	Раздел 5. Общие вопросы сборки.	49	14	10	4	35	15	20	5	20	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 6. Основы технологии сборки.	47	12	8	4	35	15	10	10	5	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	48	13	8	5	35	10	10	25	35	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			144	39	26	13	105	40	40	40	60	
Всего по дисциплине			288	90	60	30	198	100	100	100	100	