

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Суслин А. В.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

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	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	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.
4	8	3	108	68	34	0	34	40	36	0	4	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	136	68	0	68	80	36	0	44	

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 составили:

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ

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

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ

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

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

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:

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:

- конструкторской документации на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;
- типовых конструкторско-технологических решений для деталей и узлов двигателей и стендового оборудования;

умения:

- пользоваться конструкторской документацией на детали и узлы двигателей и стендового оборудования;;

навыки:

- навыки реализации типовые конструкторско-технологические решения для деталей и узлов двигателей и стендового оборудования.

ПСК-1.2

знания:

- последовательности и правил выбора заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - технологических свойств конструкционных материалов деталей машиностроения низкой сложности;
 - характеристик методов получения заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - характеристик и особенностей способов изготовления заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - методов и способов контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - средств контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - принципов выбора технологических баз и схем базирования заготовок;
 - типовых технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - методики проектирования технологических процессов;
 - методики проектирования технологических операций;
 - основного технологического оборудования, используемое в технологических процессах изготовления деталей машиностроения низкой сложности, и принципов его работы;
 - технологических факторов, влияющих на точность обработки поверхностей деталей машиностроения;
 - принципов выбора технологического оборудования;
 - принципов выбора технологической оснастки;
 - типовых технологических режимов технологических операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - методики расчета технологических режимов технологических операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - методики расчета норм времени;
 - методики расчета экономической эффективности технологических процессов;
 - нормативно-технических и руководящих документов по оформлению технологической документации;
 - содержания и режимов технологических процессов, реализуемых в организации;
 - требований к комплектности технологической и конструкторской документации;
 - требований к качеству изготавливаемых в организации изделий;
 - государственных стандартов и локальных нормативных актов, регламентирующие вопросы качества изготавливаемых изделий;
 - методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий;
 - методики статистической обработки результатов измерений и контроля;
- умения:*
- устанавливать по марке материала технологические свойства материалов деталей машиностроения низкой сложности;
 - выявлять конструктивные особенности деталей машиностроения низкой сложности, влияющие на выбор способа получения заготовки;
 - выбирать метод получения заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - выбирать способ изготовления заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - выбирать конструкцию заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - устанавливать основные требования к проектируемым заготовкам деталей машиностроения низкой сложности;

- определять тип производства на основе анализа программы выпуска деталей машиностроения низкой сложности;
 - выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - выбирать схемы контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - определять возможности средств контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - выбирать схемы базирования заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - выбирать схемы закрепления заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - разрабатывать маршруты обработки отдельных поверхностей заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - разрабатывать маршрутные технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - разрабатывать операционные технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - рассчитывать погрешности обработки при выполнении операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - рассчитывать припуски на обработку поверхностей деталей машиностроения низкой сложности;
 - рассчитывать промежуточные размеры, обеспечиваемые при обработке поверхностей деталей машиностроения низкой сложности;
 - определять возможности технологического оборудования;
 - определять возможности технологической оснастки;
 - рассчитывать технологические режимы технологических операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - устанавливать основные требования к специальным приспособлениям для установки заготовок на станках с целью реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - устанавливать основные требования к специальным металлорежущим инструментам, используемым для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - устанавливать основные требования к специальной контрольно-измерительной оснастке, используемой для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - нормировать технологические операции изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - оформлять технологическую документацию на разработанные технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - оценивать технологические процессы изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации;
 - использовать средства измерения для проведения контроля параметров изготавливаемых изделий на рабочих местах;
 - определять этапы технологического процесса, оказывающие наибольшее влияние на качество изготавливаемых изделий;
 - использовать методики контроля и измерений изготавливаемых изделий на рабочих местах;
 - выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений;
 - определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий государственным, отраслевым стандартам, стандартам предприятий, конструкторским и технологическим документам;
- навыки:*
- определение технологических свойств материала деталей машиностроения низкой сложности;
 - определение конструктивных особенностей деталей машиностроения низкой сложности;
 - определение типа производства деталей машиностроения низкой сложности;
 - выбор технологических методов получения заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - выбор способов изготовления заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - проектирование заготовок деталей машиностроения низкой сложности;
 - определение типа производства деталей машиностроения низкой сложности;
 - анализ технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - выбор схем контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - выбор средств контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения низкой сложности;
 - выбор схемы базирования и машиностроения низкой сложности закрепления заготовок деталей;
 - установление требуемых сил закрепления машиностроения низкой сложности заготовок деталей;
 - разработка технологических маршрутов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - разработка технологических операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
 - расчет точности обработки при проектировании операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;

- выбор технологического оборудования, необходимого для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- выбор стандартных инструментов, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- выбор стандартных приспособлений, необходимых для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- выбор стандартной контрольно-измерительной оснастки, необходимой для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- установление значений припусков на обработку поверхностей деталей машиностроения низкой сложности;
- установление значений промежуточных размеров, обеспечиваемых при обработке поверхностей деталей машиностроения низкой сложности;
- установление технологических режимов технологических операций изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- установление норм времени на технологические операции изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- оформление технологической документации на технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности;
- согласование разработанной технологической документации на технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности с подразделениями организации;
- контроль технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации;
- периодический выборочный контроль на рабочих местах качества изготовления изделий;
- периодический выборочный контроль наличия на рабочих местах технической документации, соответствующей выполняемой работе;
- периодический выборочный контроль соблюдения требований технологических документов и стандартов организации на рабочих местах;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ДЕТАЛИ МАШИН, МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ИСПЫТАНИЯ И ДИАГНОСТИКА, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- ПСК-1.10 — Владеет CAE 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-1.6 — 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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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	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.	30	20	10	10	10	30	15
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.	26	16	8	8	10	15	0
4	7	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей. 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. Аддитивные технологии и особенности их применения.	38	24	12	12	14	10	45
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.	14	8	4	4	6	5	10
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	60	70
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.	38	24	12	12	14	15	10
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.	26	16	8	8	10	10	10
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.	44	28	14	14	16	15	10
Всего за 8 семестр			108	68	34	34	40	40	30
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	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	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.	10

	качества изделий при изготовлении.		
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.	8
3	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.	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.	12
4	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	Типовые технологические решения по изготовлению деталей ГТД.	4
Всего за 7 семестр			34
5	Раздел 5. Общие вопросы сборки.	Расчеты точности при сборке. Размерные цепи. Частичная и полная взаимозаменяемость. Выбор оснастки, оборудования и вспомогательных материалов при сборке.	12
6	Раздел 6. Основы технологии сборки.	Сорка неподвижных и подвижных соединений.	8
7	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	Узловая сборка ГТД. Стендовые испытания.	14
Всего за 8 семестр			34

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.	Выполнение индивидуального практического задания 1	10
2	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	Выполнение индивидуального практического задания 2	10
3	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.	Выполнение индивидуального практического задания 3	14
4	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	Подготовка к практическим занятиям	6
Всего за 7 семестр			40
5	Раздел 5. Общие вопросы сборки.	Выполнение этапов 1-3 курсового проекта	12
6		Подготовка к лекциям	2
7	Раздел 6. Основы технологии сборки.	Выполнение этапов 4-5 курсового проекта	10
8	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	Выполнение этапов 6-8	14

		курсового проекта	
9		Подготовка к лекциям	2
Всего за 8 семестр			40

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 режимов; определение основного и вспомогательного времени. Нормирование технологического процесса. Расчет количества режущего инструмента на программу выпуска. Разработка ведомости инструмента.	9 - 10	6
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 8 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			ТекК		ТекК	ДР			ТекК	ДР			ТекК		ТекК	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
8					Вопр.Диф.Зач, КП	ДР			Вопр.Диф.Зач, КП	ДР				Вопр.Диф.Зач, КП		ДР	Вопр.Диф.Зач, КП, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- КП – курсовой проект;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовой проект;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. 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. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
4. А. А. Маталин. . Технология машиностроения. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
5. 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.
6. А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. . Теория лопаточных машин. Новосибирск: НГТУ, 2019, эл. рес.
7. А. М. Смирнов, Е. Н. Сосёнушкин. . Организационно-технологическое проектирование участков и цехов. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
8. А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
9. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 22 экз.
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, 60 экз.
13. В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Испытания изделий. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 39 экз.
14. Е. С. Слащев, В. Г. Осетров, И. И. Воячек. . Сборка в машиностроении и приборостроении. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.
15. П. П. Серебrenицкий. . Аддитивные технологии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
16. Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
17. 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.

5.3. Периодические издания:

1. Научноёмкие технологии;
2. Проблемы машиностроения и автоматизации.

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

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. Плакаты;
3. Adobe Reader;
4. Microsoft Office;
5. Microsoft Windows;
6. КОМПАС-3D V17.

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 *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. 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*:

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 разработкой технологических процессов изготовления, сборки и испытаний деталей, сборочных единиц, узлов 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;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовой проект;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**80 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 80 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.		
Выполнение индивидуального практического задания 1	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (стр.: 5-48, 26-125) А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 25-34, 55-78) 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)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.		
Выполнение индивидуального практического задания 2	Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 8-34, 101-126) А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (стр. 380-436) А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. . Теория лопаточных машин: Новосибирск: НГТУ, 2019 (стр. 6-119) 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		10
Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.		
Выполнение индивидуального практического задания 3	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) А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 169-186) 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) П. П. Серебrenицкий. . Аддитивные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (стр. 6-98)	14
Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.		
Подготовка к практическим занятиям	А. М. Смирнов, Е. Н. Сосёнушкин. . Организационно-технологическое проектирование участков и цехов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 30-40, 48-52)	6

	. Выполнение курсового проекта по разработке технологического процесса и проектированию роботизированного производственного участка механической обработке деталей: СПб.: НИЦ АРТ, 2022 (стр. 74-87) Б. А. Немцев. . Автоматизация производственных процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (стр. 54-117) . Проектирование роботизированного производственного участка механической обработки: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (стр. 6-60)	
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Общие вопросы сборки.		
Выполнение этапов 1-3 курсового проекта	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) Е. С. Слащев, В. Г. Осетров, И. И. Воячек. . Сборка в машиностроении и приборостроении: Москва: Юрайт, 2023 (стр. 12-146)	12
Подготовка к лекциям	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 186-187)	2
Итого по разделу 5		14
Раздел 6. Основы технологии сборки.		
Выполнение этапов 4-5 курсового проекта	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 187-199) 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)	10
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.		
Выполнение этапов 6-8 курсового проекта	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (стр. 437-490) В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Испытания изделий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (стр. 3-36) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (стр. 12-68)	14
Подготовка к лекциям	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) 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. 24-78)	2
Итого по разделу 7		16

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовой проект;
- дифференцированный зачет;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Студенту предоставляются 1-3 тестовых вопроса закрытого или открытого типа, содержащихся в ФОС, по разделу курса. Время на подготовку ответов 5 минут.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Технология изготовления корпусных деталей в автоматизированном производстве.
 - 1.1. Служебное назначение, конструктивные особенности и классификация корпусов.
 - 1.2. Технические требования к корпусам. Нормирование требований к точности исполнительных и базовых поверхностей корпусов.
 - 1.3. Требования к технологичности конструкции корпусов и анализ размерных связей. Особенности простановки размеров применительно к обработке на станках с ЧПУ и МС.
 - 1.4. Материалы и заготовки корпусов. Требования к заготовкам. Способы изготовления заготовок.
 - 1.5. Общие закономерности технологических процессов изготовления корпусов.
 - 1.6. Технологические базы корпусов и применяемые способы базирования при обработке на МРС. Рекомендации по выбору технологических баз (на примере).
 - 1.7. Разметка заготовок корпусов. Область применения, решаемые задачи и способы реализации разметки. Разметка на КРМ. Погрешности установки заготовок по разметке и контроль точности.
 - 1.8. Оборудование и структура ГПС для изготовления корпусов. Технологические возможности МС. Особенности технологии обработки корпусов в автоматизированном производстве.
 - 1.9. Способы обработки наружных плоскостей корпусов. Выбор способа обработки и оборудования. Особенности фрезерования плоскостей на МС.
 - 1.10. Способы обработки главных отверстий в корпусах. Пути повышения производительности и точности обработки отверстий. Структура операции по обработке отверстия.
 - 1.11. Способы отделочной обработки главных отверстий. Технологические возможности, преимущества, недостатки и область применения различных способов.
 - 1.12. Наладка и настройка МС. Установка на станке приспособления-спутника и заготовки в приспособлении. Конструкция приспособления.
 - 1.13. Контроль точности обработки корпусов на МС. Контролируемые параметры и способы измерения отклонений. Необходимость автоматизации контроля точности на станке.
 - 1.14. ГПС для изготовления корпусов. Требования к ГПС и их основные элементы. Примеры ГПС, состав оборудования и применяемая оснастка.
2. Технология изготовления ротационных деталей в автоматизированном производстве.
 - 2.1. Служебное назначение, конструктивные особенности и классификация деталей. Общие закономерности обработки и способы базирования.
 - 2.2. Служебное назначение и конструктивные особенности валов. Требования к технологичности их конструкции и к точности исполнительных поверхностей.
 - 2.3. Заготовки валов и способы их изготовления. Технологические базы валов и способы их базирования на токарных станках. Требования к точности центровых отверстий.
 - 2.4. Маршрут обработки валов. Способы и оборудование для обработки торцов и центровых отверстий. Схемы точения ступенчатых наружных поверхностей. Токарные МРС для обработки валов.
 - 2.5. Способы многорезцового точения наружных поверхностей ступенчатых валов и применяемое оборудование для черновой и чистовой обработки.
 - 2.6. Особенности технологии обработки тяжелых валов. Обработка конических и фасонных поверхностей на

валах.

2.7. Обработка шлицев и шпоночных пазов на валах. Способы обработки, преимущества, недостатки и область применения.

2.8. Способы обработки резьб на валах. Преимущества, недостатки и область применения различных способов резьбообразования.

2.9. Способы шлифования наружных поверхностей валов. Достижимая точность обработки основных способов шлифования и область их применения. Тонкое (алмазное) точение поверхностей валов.

2.10. Изготовление ступенчатых валов на автоматических линиях. Особенности техпроцесса изготовления полуоси и выбора режимов резания.

2.11. Технология обработки валов на робототехнологических комплексах (РТК). Условия применения РТК, состав оборудования, компоновка и работа РТК. Примеры типовых РТК.

2.12. ГПС для обработки валов. Выбор деталей для обработки на ГПС. Состав оборудования ГПС. Технологический маршрут обработки.

3. Технология изготовления деталей типа «Фланец».

3.1. Служебное назначение, особенности конструкции и требования к точности «фланцев». Материалы и заготовки для их изготовления.

3.2. Типовые операции обработки отверстий в деталях типа «Фланец». Способы обеспечения соосности отверстия с осью наружной поверхности. Оборудование для изготовления «фланцев».

3.3. Типовой технологический процесс изготовления «фланца» с выполнением токарной обработки на станке с ЧПУ. Маршрут обработки, технологическая оснастка и способы обработки точных отверстий, чистовая обработка наружной поверхности и сверление отверстий под винты.

3.4. Контроль и управление ходом техпроцесса при обработке деталей тел вращения в ГПС.

3.5. Методы обеспечения точности обработки в ГПС. Адаптивные системы оптимального управления.

4. Технология изготовления зубчатых колес.

4.1. Типовые конструкции зубчатых колес и требования к их точности. Материалы, заготовки и способы их изготовления.

4.2. Способы базирования зубчатых колес различных типов и последовательность их обработки. Общие технологические принципы изготовления зубчатых колес (не закаливаемых и закаливаемых).

4.3. Методы зубонарезания. Преимущества, недостатки и область их применения. Отделочная обработка зубьев.

4.4. Оборудование и принципы построения ГПС для изготовления зубчатых колес. Примеры ГПС и технология обработки.

5. Основы проектирования технологических процессов изготовления типовых деталей.

5.1. Основные этапы проектирования и задачи, решаемые на отдельных этапах.

5.2. Методика ТЭО выбора вида и (или) способа изготовления заготовки.

5.3. Методы определения припусков на механическую обработку заготовок.

5.4. Методика выбора технологических баз и разработка схемы базирования.

5.5. Формирование планов обработки элементарных поверхностей.

5.6. Принципы разработки общего технологического маршрута.

5.7. Основные правила и критерии выбора технологического оборудования (МРС).

5.8. Разработка структуры операции. Формирование позиций, установов и переходов.

5.9. Выбор режущих инструментов.

5.10. Выбор вспомогательных инструментов.

5.11. Выбор измерительных инструментов.

5.12. Определение параметров режима резания при черновом и чистовом точении.

5.13. Определение параметров режима резания при фрезеровании.

5.14. Определение параметров режима резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.

5.15. Нормирование операций.

5.16. Техничко-экономическое обоснование выбора варианта техпроцесса.

5.17. Правила оформления технологической документации (КЭ, МК и ОК).

Курсовой проект

Критериями оценки работы являются:

- соответствие содержания теме, полнота ее раскрытия;
- уровень осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала, обоснованность и четкость сформулированных выводов;
- четкость структуры работы и логичность изложения материала;
- владение профессиональной терминологией, орфографическая и пунктуационная грамотность;
- соответствие формы представления всем требованиям, предъявляемым к оформлению курсового проекта;
- глубина и точность ответов на вопросы при устной защите курсового проекта.

Дополнительно учитываются: сложность проекта, работа студента над проектом, в частности, соблюдение сроков сдачи этапов, указанных в задании, а также результаты защиты.

Результаты КП представляются с соблюдением требований к содержанию и оформлению, предусмотренных инструкцией по выполнению КП:

- в письменной форме в прошитом, сброшюрованном или скрепленном виде – 1 экземпляр;

- в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес руководителя – 1 экземпляр

Оценка курсового проекта «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» определяется по результатам защиты перед комиссией в соответствии с требованиями, Положения о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова).

Курсовой проект принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 3-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовой проект принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовой проект принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовой проект не принимается при наличии замечаний к пояснительной записке.

Дифференцированный зачет

На дифференцированном зачете студенту предоставляются 2 вопроса из разделов курса, время на подготовку ответов 45 минут.

Критерии и шкалы оценивания дифференцированного зачета:

Оценка «зачтено-отлично»

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено-хорошо»

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено-удовлетворительно»

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено-неудовлетворительно»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;

- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Дифференцированный зачет

Критерии и шкалы оценивания дифференцированного зачета:

Оценка «зачтено-отлично»

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено-хорошо»

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено-удовлетворительно»

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «зачтено-неудовлетворительно»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

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	7	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при изготовлении.	30	20	10	10	10	30	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	26	16	8	8	10	15	0	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.	38	24	12	12	14	10	45	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	14	8	4	4	6	5	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	60	70	
4	8	Раздел 5. Общие вопросы сборки.	38	24	12	12	14	15	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
4	8	Раздел 6. Основы технологии сборки.	26	16	8	8	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
4	8	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	44	28	14	14	16	15	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
Всего за 8 семестр			108	68	34	34	40	40	30	
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100	100	

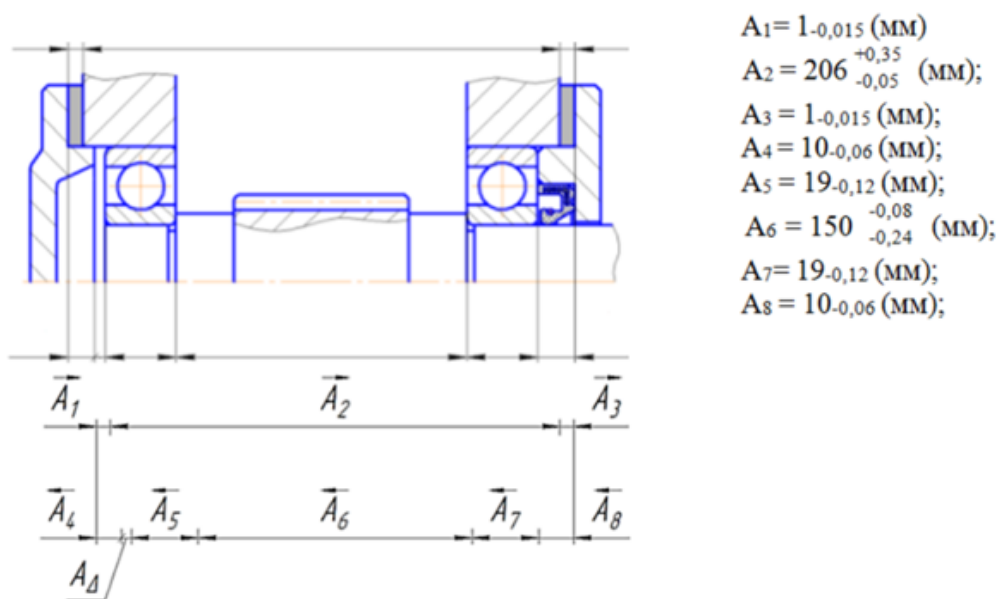
Критерии оценивания

ПСК-1.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Перечислите основные типы компрессоров ГТД по мере убывания их КПД. Опишите их преимущества и недостатки.
- № 2 Назовите основные элементы камер сгорания ГТД и их назначение.
- № 3 Что такое средства технологического оснащения согласно ГОСТ 3.1109-82?
- № 4 Что такое технологическое оборудование согласно ГОСТ 3.1109-82?
- № 5 Укажите пять стадий разработки конструкторской документации?
- № 6 Укажите информацию содержащуюся в техническом задании на проектирование средства специального технологического оснащения.
- № 7 Для обозначения невидимых элементов на чертеже применяется "...?..." линия. Выберите пропущенное слово.
- № 8 Определить верхнее отклонение замыкающего звена методом расчета на максимум-минимум по предложенной схеме линейной сборочной размерной цепи:

(ответ укажите цифрами (до двух знаков после запятой))

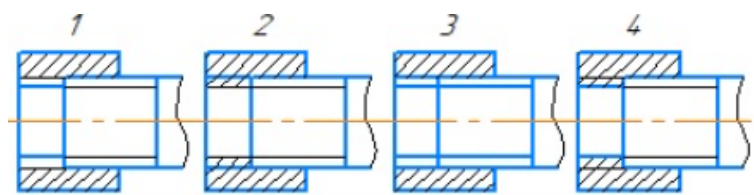


- № 9 Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями называется – «...?...». Вставьте пропущенный термин (слово или словосочетание), соответствующий указанному понятию.
- № 10 В соответствии с ГОСТ 2.101-2016 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий» установлены четыре вида изделий по их конструктивно-функциональным характеристикам. Укажите эти виды изделий.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Укажите назначение направляющего аппарата является. Выберите правильный ответ.
- 1) ускорение воздушного потока, закрученного впереди стоящим рабочим колесом, и направление его под необходимым углом на лопатки расположенного далее следующего рабочего колеса
 - 2) спрямление воздушного потока, закрученного впереди стоящим рабочим колесом, и направление его под необходимым углом на лопатки расположенного далее следующего рабочего колеса
 - 3) ускорение и спрямление воздушного потока, закрученного впереди стоящим рабочим колесом, и направление его под необходимым углом на лопатки расположенного далее следующего рабочего колеса
- № 2 Укажите составные части основной КС. Выберите правильный ответ.
- 1) диффузор, фронтное устройство, наружный и внутренний корпус, жаровая труба;
 - 2) диффузор, смеситель, топливные коллекторы с форсунками, стабилизаторы пламени, корпус;

- 3) диффузор, направляющий аппарат, наружный и внутренний корпус, жаровая труба;
- 4) диффузор, смеситель, сопловой аппарат, стабилизаторы пламени, корпус.
- № 3 Что собой представляет газовая турбина? Выберите правильный ответ.
- 1) лопаточную машину, в которой потенциальная энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу вращающегося ротора турбины
- 2) лопаточную машину, в которой механическая работа на валу вращающегося ротора преобразуется в потенциальную энергию сжатого и нагретого газа.
- № 4 Эжекторное двухрежимное сопло при высоких перепадах давления работает как "...?". Выберите пропущенную фразу.
- 1) сопло Лавалья.
- 2) дозвуковое сопло.
- № 5 Ступень турбины состоит из "...?". Выберите пропущенную фразу.
- 1) соплового аппарата и рабочего колеса.
- 2) направляющего аппарата и рабочего колеса.
- № 6 Как называется способ производства, при котором деталь получается путем добавления материала?
- 1) Аддитивное производство
- 2) Субтрактивное производство
- 3) Формативное производство
- № 7 Из предложенных вариантов выберите преимущества аддитивных технологий и их отличие от традиционного производства
- 1) Безотходное производство
- 2) Отсутствие швов и сварных соединений
- 3) Низкая себестоимость
- 4). Быстрота изготовления
- 5) Простота изготовления
- № 8 Выберите номер эскиза на котором верно показано резьбовое соединение.



- № 9 Какое из перечисленных ниже соединений является разъемным?
- 1) Болтовое
- 2) Сварное
- 3) Паяное
- 4) Клеевое
- № 10 Укажите существующие технологические процессы получения неразъемных соединений в результате частичного оплавления соединяемых деталей и образования атомно-молекулярных связей. Укажите один или несколько правильных ответов.
- 1) Ультразвуковая сварка
- 2) Сварка трением
- 3) Сварка взрывом

- 4) Двухэлектродная дуговая сварка
- 5) Кузнечная сварка
- 6) Электронно-лучевая сварка
- 7) Дуговая сварка в инертном газе плавящимся электродом
- 8) Плазменная сварка

ПСК-1.2

Вопросы открытого типа:

- | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № 1 | Объясните различие между вспомогательным переходом и установом. Чем они отличаются от технологического перехода. |
| № 2 | Как называется изделие, выполненное из однородного материала без применения сборочных операций? |
| № 3 | Приведите основные виды заготовок компрессорных лопаток и схемы их базирования при механической обработке. |
| № 4 | Перечислите параметры режимов резания. Какой из них ограничивает производительность при чистовой обработке. |
| № 5 | Для предотвращения ослабления резьбовых соединений применяют "...?...". Вставьте пропущенное словосочетание. |
| № 6 | Охарактеризуйте эпюру технологических начальных напряжений в поверхностном слое ответственных деталей ГТД. |
| № 7 | По какой формуле определяется скорость резания при обработке точением? |
| № 8 | Как называется процесс сборки, при котором изделие собирается на заводе, испытывается, частично разбирается и окончательно собирается у заказчика? |
| № 9 | Почему соединение болтами не относится к сборке неразъемных соединений? |
| № 10 | По какой формуле вычисляется такт выпуска |

Вопросы закрытого типа:

- | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № 1 | Какой материал используется в лопатках, работающих в зоне турбины ГТД? Выберите правильный ответ.

<ol style="list-style-type: none"> 1. ХН45МВТЮБР 2. ХН62ВМКЮ 3. Х15Н5Д2Т |
| № 2 | Как называется часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте над изготавливаемым изделием? Выберите правильный ответ.

<ol style="list-style-type: none"> 1. работа 2. операция 3. установка 4. приём |
| № 3 | Технологический процесс, характеризуемый единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками – это "...?...". Выберите пропущенную фразу.

<ol style="list-style-type: none"> 1. типовой технологический процесс 2. типовой производственный процесс 3. типовой маршрутный процесс 4. типовой заводской процесс |
| № 4 | Для центрирования применяют "...?...". Выберите пропущенную фразу.

<ol style="list-style-type: none"> 1. цилиндрические свёрла 2. спиральные свёрла 3. центровые свёрла |

4. конические зенковки
- № 5 Полуступчатое точение позволяет улучшить шероховатость обрабатываемой поверхности до "...?". Выберите пропущенное значение.
1. $Ra = 40 \text{ мкм}$
 2. $Ra = 1,6 \text{ мкм}$
 3. $Ra = 6,3 \text{ мкм}$
 4. $Ra = 0,4 \text{ мкм}$
- № 6 Что такое деталь?
1. Изделие, изготавливаемое из однородного или разнородных по наименованию и марке материалов, соединенных неразъемными соединениями (сварка, пайка, склеивание). Выберите правильный ответ.
 2. Изделие, изготавливаемое из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, с применением местной сварки, пайки, склепки, сшивки, с нанесенным на него декоративным или защитным покрытием (литой картер, трубка, сваренная из одного листа, пластина из биметаллического листа, отрезок кабеля определенной длины, хромированная пластина).
 3. Изделие, изготавливаемое строго из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.
- № 7 Как называется совокупность рабочих мест, которая образует организационно-техническую единицу производства? Выберите правильный ответ.
1. цех
 2. участок
 3. рабочее место
 4. отделение.
- № 8 Вид обработки, осуществляемый с помощью абразивного инструмента. Выберите правильный ответ.
1. Точение
 2. Фрезерование
 3. Стругание
 4. Шлифование
- № 9 Как называется совокупность микронеровностей с относительно малыми шагами, образующих микроскопический рельеф поверхности детали? Выберите правильный ответ.
1. неровность;
 2. шероховатость;
 3. чистота поверхности;
 4. волнистость
- № 10 Порядок обработки корпусных деталей "...?". Выберите пропущенную фразу.
1. Обработка основных отверстий, базисных поверхностей и крепежных отверстий
 2. Обработка базисных поверхностей и крепежных отверстий, все плоские поверхности, основные отверстия
 3. Обработка всех плоских поверхностей, базисных поверхностей и крепежных отверстий, основные отверстия
 4. Обработка базисных поверхностей, все плоские поверхности, основные отверстия, крепежных отверстий.