

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 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 технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
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: 2026

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 Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **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-5.2 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ

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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-5.2**

### *знания:*

- отечественный и зарубежный опыт технологии изготовления ГТД;
- способы обработки материалов, используемых в двигателях;
- технологический контроль конструкторской документации на детали и сборочные единицы (ДСЕ) ГТД, оценка технологичности их изготовления и совершенствования технологических процессов производства деталей и сборочных единиц;
- методы достижения заданной точности показателей качества ДСЕ;
- разработка конструкции нормализованных, модульных и специализированных средств технологического оснащения (СТО) и конструкторской документации СТО;
- Схемы базирования и закрепления заготовок, оборудование для обработки деталей, определение припусков на обработку и режимов технологических операций изготовления ДСЕ, схемы и средства контроля технических требований, предъявляемых к ДСЕ;
- разработка технологических процессов разной степени детализации (маршрутные, операционные, ведомости различные); индивидуальные, типовые и групповые технологические процессы изготовления ДСЕ в соответствии с профилем работы;
- разработка предложений по сокращению затрат тяжелого ручного труда, внедрению рациональных приемов и методов труда при выполнении технологических операций.
- оформление технологической документации на технологические процессы изготовления ДСЕ;
- технико-экономическое обоснование технологических решений;
- технология производства лопаток, крыльчаток и основных деталей ГТД;
- технология сборки составных частей ГТД, общей сборки ГТД, стендовых испытаний;;

### *умения:*

- применять отечественный и зарубежный опыт технологии изготовления ГТД;
- использовать способы обработки материалов, используемых в двигателях;
- выполнять технологический контроль конструкторской документации на детали и сборочные единицы (ДСЕ) ГТД, оценивать технологичность их изготовления;
- применять методы достижения заданной точности показателей качества ДСЕ;
- разрабатывать конструкции нормализованных, модульных и специализированных средств технологического оснащения (СТО) и конструкторской документации СТО;
- формировать схемы базирования и закрепления заготовок, обосновывать выбор оборудования для обработки деталей, определять припуски на обработку и режимы технологических операций изготовления ДСЕ, схемы и средства контроля технических требований, предъявляемых к ДСЕ;
- разрабатывать технологические процессы разной степени детализации (маршрутные, операционные, ведомости различные); индивидуальные, типовые и групповые технологические процессы изготовления ДСЕ в соответствии с профилем работы;
- разрабатывать предложения по сокращению затрат тяжелого ручного труда, внедрению рациональных приемов и методов труда при выполнении технологических операций.
- оформлять технологическую документацию на технологические процессы изготовления ДСЕ;
- выполнять технико-экономическое обоснование технологических решений;
- разрабатывать технологию производства лопаток, крыльчаток и основных деталей ГТД;
- разрабатывать технологию сборки составных частей ГТД, общей сборки ГТД, стендовых испытаний;;

### *навыки:*

- применения отечественного и зарубежного опыта технологии изготовления ГТД;
- использования способов обработки материалов, используемых в двигателях;
- выполнения технологического контроля конструкторской документации на детали и сборочные единицы (ДСЕ) ГТД, оценки технологичности их изготовления;
- применения методов достижения заданной точности показателей качества ДСЕ;
- разработки конструкций нормализованных, модульных и специализированных средств технологического оснащения (СТО) и конструкторской документации СТО;
- формирования схем базирования и закрепления заготовок, обоснования выбора оборудования для обработки деталей, определения припусков на обработку и режимов технологических операций

изготовления ДСЕ, схем и средств контроля технических требований, предъявляемых к ДСЕ;

- разработки технологических процессов разной степени детализации (маршрутные, операционные, ведомости различные); индивидуальных, типовых и групповых технологических процессов изготовления ДСЕ в соответствии с профилем работы;

- разработки предложений по сокращению затрат тяжелого ручного труда, внедрению рациональных приемов и методов труда при выполнении технологических операций.

- оформления технологической документации на технологические процессы изготовления ДСЕ;

- выполнения технико-экономического обоснования технологических решений;

- разработки технологии производства лопаток, крыльчаток и основных деталей ГТД;

- разработки технологии сборки составных частей ГТД, общей сборки ГТД, стендовых испытаний;.

#### **ПСК-5.4/24**

*знания:*

- физические процессы, происходящие в ходе синтеза ДСЕ;

- технологии обработки изделий из синтезируемых материалов;

- технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности, улучшения эстетического вида изделия аддитивного производства;

- порядок разработки технологии изготовления изделий аддитивного производства;

- назначение, технология и средства технологического оснащения основных операций последующей обработки после аддитивных технологий;

- оценка показателей качества деталей, полученных по аддитивным технологиям;;

*умения:*

- разрабатывать конструкторскую документацию на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям;

- применять технологии обработки изделий из синтезируемых материалов;

- разрабатывать технологии изготовления изделий аддитивного производства;

- формировать оборудование и средства технологического оснащения основных операций последующей обработки после аддитивных технологий;

- оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям;;

*навыки:*

- разработки конструкторской документации на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям;

- применения технологии обработки изделий из синтезируемых материалов;

- разработки технологии изготовления изделий аддитивного производства;

- формирования оборудования и средств технологического оснащения основных операций последующей обработки после аддитивных технологий;

- оценки показателей качества деталей, полученных по аддитивным технологиям;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ГТД, ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте
- ПСК-5.1 — Способен разрабатывать и выпускать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей, а так же средства технологического оснащения
- ПСК-5.2 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ
- ПСК-5.4/24 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям

### 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-5.2	ПСК-5.4/24
4	7	<b>Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при разработке технологии их изготовления и производстве.</b> Передовые направления развития техники и технологии проектирования и создания ГТД. Основные элементы и параметры ГТД. Особенности и пути совершенствования ГТД. Отечественный и зарубежный опыт технологии изготовления двигателей. Способы обработки материалов, используемых в двигателях. Технологический контроль конструкторской документации на ДСЕ. Технологичность ГТД и его элементов. Направления совершенствования технологических процессов производства деталей и сборочных единиц. Справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам и стандартизованным изделиям. 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. Схемы базирования и закрепления заготовок. Оборудование, используемое для обработки деталей. Разработка конструкции средств технологического оснащения (СТО). Нормализованные, модульные и специализированные СТО. Разработка конструкторской документации СТО. Определение припусков на обработку и промежуточных размеров поверхностей деталей. Определение технологических режимов технологических операций изготовления ДСЕ. Разработка схем и средств контроля технических требований, предъявляемых к ДСЕ. Разработка технологических процессов разной степени детализации (маршрутные, операционные, ведомости различные). Индивидуальные, типовые и групповые технологические процессы изготовления ДСЕ в соответствии с профилем работы. Разработка предложений по сокращению затрат тяжелого ручного труда, внедрению рациональных приемов и методов труда при выполнении технологических операций. Оформление технологической документации на технологические процессы изготовления ДСЕ. Техноико-экономическое обоснование технологических решений. Технологическая подготовка производства.	36	24	12	12	12	30	10
4	7	<b>Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.</b> 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	20	5
4	7	<b>Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.</b> 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.	32	20	10	10	12	15	5
4	7	<b>Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.</b> 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	5
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	70	25
4	8	<b>Раздел 5. Проектирование и изготовление деталей аддитивного производства. Разработка и выпуск конструкторской документации. Технология изготовления деталей аддитивного производства.</b> Физические процессы, происходящие в ходе синтеза деталей и сборочных единиц. Технологии обработки изделий из синтезируемых материалов. Технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности, улучшения эстетического вида изделий аддитивного производства. Назначение, технология и инструменты основных операций последующей обработки после аддитивных технологий.	32	20	10	10	12	5	60
4	8	<b>Раздел 6. Общие вопросы сборки. Основы технологии сборки.</b> 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.	32	20	10	10	12	10	5

		Организация сборочных работ. Оснастка, оборудование и вспомогательные материалы сборочного процесса. 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.							
4	8	<b>Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.</b> 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
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	68	34	34	40	30	75
<b>Всего по дисциплине</b>			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 качества изделий при разработке технологии их изготовления и производстве.	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.	12
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.	10
4	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	Типовые технологические решения по изготовлению деталей ГТД.	4
<b>Всего за 7 семестр</b>			34
5	Раздел 5. Проектирование и изготовление деталей аддитивного	Проектирование и изготовление деталей аддитивного производства. Разработка и выпуск конструкторской документации. Технология изготовления деталей аддитивного производства.	10



	производства. Разработка и выпуск конструкторской документации. Технология изготовления деталей аддитивного производства.		
6	Раздел 6. Общие вопросы сборки. Основы технологии сборки.	Расчеты точности при сборке. Размерные цепи. Частичная и полная взаимозаменяемость. Выбор оснастки, оборудования и вспомогательных материалов при сборке. Сорка неподвижных и подвижных соединений.	8
7		Подготовка к лекциям	2
8	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	Узловая сборка ГТД. Стендовые испытания.	14
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при разработке технологии их изготовления и производстве.	Выполнение индивидуального практического задания 1	10
2		Подготовка к лекциям	2
3	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	Выполнение индивидуального практического задания 2	8
4		Подготовка к лекциям	2
5	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.	Выполнение индивидуального практического задания 3	10
6		Подготовка к лекциям	2
7	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	Подготовка к практическим занятиям	4
8		Подготовка к лекциям	2
Всего за 7 семестр			40
9	Раздел 5. Проектирование и изготовление деталей аддитивного производства. Разработка и выпуск конструкторской документации. Технология изготовления деталей аддитивного производства.	Подготовка к лекциям	2
10		Выполнение этапов 1-2 курсового проекта	10
11	Раздел 6. Общие вопросы сборки. Основы технологии сборки.	Выполнение этапа 3 курсового проекта	10
12		Подготовка к лекциям	2
13	Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.	Выполнение этапа 4 курсового проекта	12
14		Подготовка к лекциям	4

**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. Функциональное назначение детали. Проработка чертежа детали-представителя. Квалиметрическая оценка детали по ее чертежу. Контроль квалиметрических показателей детали. Материал детали: химический состав; механические характеристики	1 - 4	8
Этап 2. Заготовка: метод получения; точностные характеристики; термообработка; припуски на обработку; состояние поставки с указанием твердости. Разработка маршрутного технологического процесса на представитель. На каждую операцию: Определение последовательности вспомогательных и технологических переходов; Обоснование выбора технологического оборудования	5 - 8	8
Этап 3. 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. Разработка модульной технологической оснастки на каждую операцию: пехническое задание на проектирование или подбор технологической оснастки; описание оснастки и инструкции по применению	9 - 12	12
Этап 4. 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 РПС. Разработка технологической планировки РПС	13 - 16	8
<b>Всего за 8 семестр</b>		<b>36</b>

**4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					Вопр.Диф.Зач, ИПЗ	ДР			Вопр.Диф.Зач, ИПЗ	ДР				Вопр.Диф.Зач, ИПЗ		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;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- КП – курсовой проект;
- 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;
- индивидуальное практическое задание;
- курсовой проект.

- 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. 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. 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, 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, 22 экз.
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. Серебреницкий. . 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](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

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 **части, формируемой участниками образовательных отношений 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-5.2 Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ;

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с 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;
- индивидуальное практическое задание;
- курсовой проект.

**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.
<b>Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при разработке технологии их изготовления и производстве.</b>		
Выполнение индивидуального практического задания 1	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 25-34, 55-78) А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (стр.: 5-48, 26-125) 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
Подготовка к лекциям		2
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.</b>		
Выполнение индивидуального практического задания 2	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) Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 8-34, 101-126) 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)	8
Подготовка к лекциям		2
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.</b>		
Выполнение индивидуального практического задания 3	П. П. Серебrenицкий. . Аддитивные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (стр. 6-98) Ю. А. Курганова, Г. В. Мальшева, 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. 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) А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 169-186)	10
Подготовка к лекциям		2
Итого по разделу 3		12



<b>Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.</b>		
Подготовка к практическим занятиям	. Проектирование роботизированного производственного участка механической обработки: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (стр. 6-60) А. М. Смирнов, Е. Н. Сосёнушкин. . Организационно-технологическое проектирование участков и цехов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр.: 30-40, 48-52) . Выполнение курсового проекта по разработке технологического процесса и проектированию роботизированного производственного участка механической обработке деталей: СПб.: НИЦ АРТ, 2022 (стр. 74-87)	4
Подготовка к лекциям	Б. А. Немцев. . Автоматизация производственных процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (стр. 54-117)	2
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Проектирование и изготовление деталей аддитивного производства. Разработка и выпуск конструкторской документации. Технология изготовления деталей аддитивного производства.</b>		
Подготовка к лекциям	Е. С. Слащев, В. Г. Осетров, И. И. Воячек. . Сборка в машиностроении и приборостроении: Москва: Юрайт, 2023 (стр. 12-146)	2
Выполнение этапов 1-2 курсового проекта	А. Н. Ковшов. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (стр. 186-187) 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)	10
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Общие вопросы сборки. Основы технологии сборки.</b>		
Выполнение этапа 3 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
Подготовка к лекциям		2
Итого по разделу 6		12
<b>Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.</b>		
Выполнение этапа 4 курсового проекта	А. А. Маталин. . Технология машиностроения: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (стр. 437-490) 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) 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) В. В. Шикурин, В. И. Запорожец. . Испытания изделий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (стр. 3-36)	12
Подготовка к лекциям	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)	4
Итого по разделу 7		16

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

#### 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 – 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 материалов, 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 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.

### **Курсовой проект**

График сдачи курсового проекта (КП):

7 семестр:

- Этап 1 КП – 5 неделя – текущая аттестация
- Этап 2 КП – 9 неделя – рубежная аттестация;
- Этап 3 КП – 13 неделя – текущая аттестация.
- Этап 4 КП – 17 неделя – текущая аттестация.

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.

### **Дифференцированный зачет (семестр 7)**

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.

### **Дифференцированный зачет (семестр 8)**

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.

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-5.2	ПСК-5.4/24	
4	7	Раздел 1. Особенности современных ГТД как объектов производства. Обеспечение показателей качества изделий при разработке технологии их изготовления и производстве.	36	24	12	12	12	30	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 2. Производство лопаток ГТД. Производство крыльчаток.	26	16	8	8	10	20	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 3. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей.	32	20	10	10	12	15	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 4. Технологическое проектирование изготовления деталей ГТД. Роботизированное производство деталей ГТД.	14	8	4	4	6	5	5	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	70	25	
4	8	Раздел 5. Проектирование и изготовление деталей аддитивного производства. Разработка и выпуск конструкторской документации. Технология изготовления деталей аддитивного производства.	32	20	10	10	12	5	60	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
4	8	Раздел 6. Общие вопросы сборки. Основы технологии сборки.	32	20	10	10	12	10	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект

4	8	<b>Раздел 7. Узловая и общая сборка ГТД.</b>	44	28	14	14	16	15	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовой проект
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	68	34	34	40	30	75	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	136	68	68	80	100	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

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

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Порядок обработки корпусных деталей ...

1. Обработка основные отверстия, базирующих поверхностей и крепёжных отверстий
2. Обработка базирующих поверхностей и крепёжных отверстий, все плоские поверхности, основные отверстия
3. Обработка всех плоских поверхностей, базирующих поверхностей и крепёжных отверстий, основные отверстия
4. Обработка базирующих поверхностей, все плоские поверхности, основные отверстия, крепёжных отверстий

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Объясните различие между вспомогательным переходом и установом. Чем они отличаются от технологического перехода

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Приведите основные виды заготовок компрессорных лопаток и схемы их базирования при механической обработке

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установить соответствие между зоной ГТД и материалом, используемым в лопатках:

Зона ГТД	Материал лопаток
1. Турбина	А. ХН45МВТЮБР
2. Компрессор	Б. ХН62ВМКЮ
	В. Х15Н5Д2Т
	Г. ХН77ТЮР

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установить соответствие между методом обработки и шероховатостью обрабатываемой поверхности:

Метод производства	Шероховатость поверхности
1. Литейное производство	А. Ra = 6,3 мкм
2. Точение черновое	Б. Ra = 1,6 мкм
3. Точение чистовое	В. Ra = 0,4 мкм
4. Доводка	Г. Ra = 25 мкм

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установить последовательность операций (переходов) для достижения требуемой точности обрабатываемой поверхности:

1. тонкая обработка
2. доводка
3. чистовая обработка
4. черновая обработка

- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
Задать последовательность этапов изготовления и применения деталей:
1. Обработка заготовок на металлорежущих станках для получения деталей с заданными размерами и формами.
  2. Изготовление заготовок деталей — литьё, ковка, штамповка или разделка прокатного материала.
  3. Окончательная сборка всего изделия.
  4. Регулировка и испытания изделия.
  5. Сборка узлов и агрегатов, то есть соединение отдельных деталей в сборочные единицы.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Как называется часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте над изготавливаемым изделием?
1. работа
  2. операция
  3. установка
  4. приём
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Вид обработки, осуществляемый с помощью абразивного инструмента.
1. Точение
  2. Фрезерование
  3. Стругание
  4. Шлифование
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
При каких методах обработки достигается шероховатость поверхности по параметру Ra 0,08 мкм и менее:
- А) тонкое точение
  - Б) чистовое точение
  - В) чистовое шлифование
  - Г) притирка
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Ниже какой жесткости (Н/мкм) обработка резанием не выполняется:
- А) 15
  - Б) 10
  - В) 5
  - Г) 2
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какая станочная оснастка применяется при обработке тел вращения:



А. тиски

Б. трехкулачковый самоцентрирующийся патрон

В. вращающийся центр

Г. поводковый центр

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

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

Какая производственная технология позволяет изготавливать сверхсложные изделия?

А. Аддитивные технологии

Б. Литье

В. Фрезерование с ЧПУ

Г. Штамповка

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

Какой материал из перечисленных доступен для 3D-печати?

1. Титан

2. АБС-пластик

3. Шоколад

4. Древесина

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

Из предложенных вариантов выберите методы 3D-печати:

1. Фотополимеризация

2. Гранулирование

3. Ламинирование

4. Экструдирование

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем состоит основное отличие аддитивных технологий от традиционных технологий

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В каких случаях детали, полученные методом аддитивных технологий, не требуют финишной обработки

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установить соответствие между областью применения и рекомендуемыми аддитивными технологиями:

Область применения	Рекомендуемые технологии
А. Аэрокосмическая	1. SLM
Б. Медицинская	2. EBM
В. Автомобильная	3. DED
	4. CFF

5. DLP
6. SLA
7. FDM
8. SLS
9. MJF

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установить соответствие между аддитивными технологиями для металлов и принципами их работы

Технологии	Принципы работы
1. SLM	А. Послойное плавление металлического порошка электронным лучом
2. EBM	Б. Направленное осаждение металла с помощью лазера или электронного луча
3. DED	В. Послойное лазерное плавление металлического порошка

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установить последовательность реализации технологии SLM:

1. Опускание платформы
2. Повторение цикла
3. Нанесение порошка
4. Подготовка камеры построения
5. Лазерное плавление

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

установить последовательность реализации технологии ebm для металлов и дать характеристику этапов:

1. Нанесение слоя металлического порошка
2. Подготовка 3D-модели
3. Повторение процесса
4. Отделение готовой детали от нерасплавленного порошка
5. Выборочное плавление слоя

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

Как называется способ производства, при котором деталь получается путем добавления материала?

- А. Аддитивное производство
- Б. Субтрактивное производство
- В. Формативное производство
- Г. Механообрабатывающее производство

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

Перечислите методы послойного спекания

1. Выборочное/селективное лазерное плавление
2. Выборочное/селективное лазерное спекание

3. Выборочное тепловое спекание

4. Такого метода не существует

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

К преимуществам аддитивных технологий можно отнести:

1. Возможность кастомизации и персонализации изделий

2. Снижение веса изделия

3. Снижение числа деталей в сборке

4. Дешевое серийное производство