

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 03 » февраля 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Технологические процессы в авиадвигателестроении  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных  
двигателей  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Проектирование авиационных двигателей и энергетических  
установок (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины – формирование систематизированных знаний в области основных законов и положений теории обработки материалов резанием, ознакомление с технологическими процессами производства деталей газотурбинной техники и развитие умения логического самостоятельного мышления, необходимого для принятия решения в условиях многовариантности авиадвигателестроительного производства.

Задачи учебной дисциплины

- формирование знаний
  - физические основы процесса резания материалов;
  - применяемость и характеристики инструментальных материалов;
  - классификацию и основные технико-экономические характеристики технологического оборудования, используемого при производстве деталей авиационных двигателей;
  - основные технические требования к качеству материалов, точности геометрии и качеству поверхностного слоя деталей ГТД;
  - основные свойства, состав и маркировку материалов для производства деталей авиационных двигателей;
  - традиционные способы получения заготовок деталей авиационных двигателей;
  - традиционные способы обработки поверхностей основных деталей ГТД;
  - свойства структуры, технологические и эксплуатационные свойства компонентов и полимерных композиционных материалов;
  - основные способы контроля геометрических и качественных параметров деталей ГТД;
  - причины и способы устранения погрешностей обработки при обработке заготовок деталей авиационных двигателей
- формирование умений
  - выбирать оптимальные характеристики материала и геометрические параметры инструмента для конкретных технологических операций;
  - производить расчет параметров режимов резания для наиболее распространенных способов обработки;
  - производить выбор оптимальных способов получения заготовок для изготовления ответственных деталей авиадвигателей
  - производить оценку влияния параметров инструмента и технологического оборудования на точность и качество процесса обработки деталей;
- формирование навыков
  - навыками оценки параметров качества обработанной поверхности;
  - навыками выбора инструмента и назначения режимов резания по нормативным (рекомендуемым) данным;
  - навыками анализа конструкторских чертежей деталей при разработке технологических процессов;

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- физические основы процесса резания материалов;
- инструментальные материалы;
- режимы резания металлов и композиционных материалов;
- технологическое оборудование;
- принципы управления металлорежущими станками;
- методы обработки геометрических поверхностей;
- прогрессивные методы обработки ответственных деталей авиадвигателей;
- методы контроля дефектов материалов и готовых деталей;
- электрофизикохимические и комбинированные методы обработки;

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	Знает: - физические основы процесса резания материалов; - применяемость и характеристики инструментальных материалов; - классификацию и основные технико-экономические характеристики технологического оборудования, используемого при производстве деталей авиационных двигателей; - основные свойства, состав и маркировку материалов для производства деталей авиационных двигателей; - традиционные способы получения заготовок деталей авиационных двигателей; - традиционные способы обработки поверхностей основных деталей ГТД; - свойства структуры, технологические и эксплуатационные свойства компонентов и поли-мерных композиционных материалов	Знает теоретические основы проектирования технологических процессов, методы и способы обеспечения технологичности изготовления при проектировании деталей и узлов авиационных двигателей и энергетических установок.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	Умеет: - выбирать оптимальные характеристики материала и геометрические параметры инструмента для конкретных технологических операций; - производить расчет параметров режимов резания для наиболее распространенных способов обработки;	Умеет анализировать конструкцию деталей и узлов авиационных двигателей и энергетических установок с точки зрения их технологичности изготовления.	Защита лабораторной работы
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	Владеет: - навыками оценки параметров качества обработанной поверхности; - навыками определения механических показателей изделий из полимерных композиционных материалов;	Владеет навыками конструирования деталей и узлов авиационных двигателей и энергетических установок с учётом возможностей и ограничений специальных технологических процессов.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Физические основы процесса резания материалов	12	4	0	14
<p>Введение.</p> <p>Особенности и пути совершенствования ГТД.</p> <p>Применение облегченной, ажурной, сложной конструкции деталей и сборочных единиц ГТД.</p> <p>Совершенствование газотурбинного тракта ГТД и оптимизация температурной напряженности элементов конструкции. Применение современных материалов (алюминиевых, магниевых, титановых, хромоникелевых жаропрочных сплавов, различных композитных материалов) и жаростойких керамических покрытий. Применение термических и термохимических воздействий на основные детали ГТД. Обеспечение высокой точности изготовления деталей, сборочных единиц и всего изделия.</p> <p>Тема 1. Физические основы процесса резания материалов.</p> <p>Основные понятия, определения и элементы процесса резания. Кинематические схемы и координатные плоскости при резании. Числовые параметры оценки процесса резания. Процесс стружкообразования при резании материалов. Нарост и его характеристики. Влияние нароста на процесс резания. Силы резания.</p> <p>Тепловые процессы при резании металлов. Методы измерения температур в зоне резания. Влияние режимов резания на качественные показатели поверхностного слоя обработанной поверхности.</p> <p>Смазочно-охлаждающие технологические среды при резании материалов.</p> <p>Тема 2. Качество обработанной поверхности.</p> <p>Технические требования к геометрической точности обрабатываемых поверхностей. Параметры оценки геометрических отклонений обработанной поверхности (бочкообразность, эллипсность, овальность, конусность, шероховатость, волнистость и др.).</p> <p>Параметры оценки физико-механических свойства поверхностного слоя (микрорельефом поверхности (шероховатость), глубина и степень упрочнения, остаточные напряжения, глубина их залегания и знак).</p> <p>Влияние методов и режимов обработки на показатели качества поверхностного слоя.</p> <p>Тема 3. Инструмент и технологическое оборудование.</p> <p>Инструментальные материалы для изготовления режущих инструментов (инструментальные стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы). Требования к инструментальным</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>материалам.</p> <p>Обрабатываемость резанием материалов, применяемых в авиадвигателестроении. Методы улучшения обрабатываемости труднообрабатываемых сталей и сплавов</p> <p>Износ инструмента. Виды износа.</p> <p>Классификация станков (по технологическому признаку, по уровню автоматизации, по уровню специализации, по габаритным размерам, по массе, по классу точности. Обозначение моделей станков (шифрование основных характеристик).</p> <p>Базовые технико-экономические характеристики (эффективность, производительность, надежность, «гибкость», точность).</p>				
Технологические процессы обработки авиационных сплавов на основе металлов.	12	8	0	23
<p>Тема 4. Обработка наружных и внутренних поверхностей валов и дисков ГТД</p> <p>Конструкция, технические требования и материалы, используемые для изготовления валов ГТД.</p> <p>Классификация станков токарной группы. Степень точности и шероховатости обработки при черновом и чистовом обтачивании.</p> <p>Подготовительные операции к обтачиванию деталей.</p> <p>Способы базирования и установки деталей при токарной обработке.</p> <p>Обработка на токарных станках общего назначения, на карусельных станках, на токарно-револьверных, на многолезвцовых токарных полуавтоматах, на одношпиндельных и многошпиндельных автоматах и карусельных полуавтоматах, технологические возможности, точность, производительность.</p> <p>Тонкое обтачивание и растачивание. Оборудование, инструмент, режимы, точность.</p> <p>Фрезерование, зенкерование, протягивание наружных цилиндрических поверхностей.</p> <p>Маркировка шлифовальных кругов. Абразивные материалы, их зернистость и содержание основной фракции, используемые в абразивных инструментах.</p> <p>Виды связок, градации твердости и структуры абразивных инструментов.</p> <p>Разновидность шлифования наружных цилиндрических поверхностей периферией круга.</p> <p>Режимы и условия обработки, точность. Шлифование наружных цилиндрических поверхностей периферией круга под углом и торцом круга.</p> <p>Особенности обработки, назначение, точность.</p> <p>Бесцентровое шлифование, назначение,</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>точность.</p> <p>Притирание, полирование и суперфиниш наружных цилиндрических поверхностей.</p> <p>Классификация отверстий по назначению и видам обработки. Требования к отверстиям в зависимости от их назначения.</p> <p>Сверление отверстий на сверлильных станках.</p> <p>Зенкерование и развёртывание отверстий.</p> <p>Обработка отверстий больших диаметров. Сверление глубоких отверстий. Отделочное тонкое растачивание в корпусных деталях.</p> <p>Координатное сверление и расточка.</p> <p>Протягивание, прошивание и калибровка отверстий.</p> <p>Шлифование отверстий, оборудование, режимы, точность, применение. Хонингование отверстий.</p> <p>Притирание, полирование, сверхтонкая отделка отверстий.</p> <p>Отделочно-упрочняющая обработка отверстий без снятия стружки. Методы контроля обрабатываемых отверстий.</p> <p>Тема 5. Обработка плоских и фасонных поверхностей.</p> <p>Обработка плоскостей строганием и долблением.</p> <p>Фрезерование плоскостей цилиндрическими и торцевыми фрезами.</p> <p>Протягивание плоских поверхностей.</p> <p>Шлифование плоскостей периферией и торцом круга.</p> <p>Обработка торцевых поверхностей на токарных, карусельных и шлифовальных станках.</p> <p>Отделочная обработка плоских поверхностей: тонкое фрезерование, шлифование, притирание, шабровка, суперфиниш и отделочно-упрочняющая обработка без снятия стружки.</p> <p>Методы и средства контроля плоских поверхностей.</p> <p>Понятие «фасонная поверхность» и виды фасонных поверхностей. Методы обработки фасонных поверхностей вращения, прямолинейных и объемно-фасонных.</p> <p>Обработка фасонных поверхностей на специальных копировальных станках:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-объемно-копировальных станках для обработки лопаток</li> <li>-копировально-фрезерных станках, копировально-шлифовальных, на станках с ЧПУ.</li> </ul> <p>Обработка фасонных поверхностей электроимпульсным и электрохимическим методами.</p> <p>Тема 6. Обработка резьбовых поверхностей.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Классификация и виды резьб, применяемых в авиапромышленности и других областях машиностроения.</p> <p>Методы образования наружных резьб. Точность и шероховатость поверхности.</p> <p>Обработка наружных резьб резцами и резбовыми гребёнками.</p> <p>Обработка наружных резьб плашками и резьбонарезными головками. Обработка наружных резьб фрезерованием, шлифованием. Точность, шероховатость.</p> <p>Обработка наружных резьб методом пластической деформации.</p> <p>Обработка внутренних резьб метчиками, гребёнками, резьбофрезами, шлифовальными кругами.</p> <p>Тема 7. Обработка зубьев цилиндрических, конических колёс и шлицевых поверхностей деталей ГТД.</p> <p>Классификация зубчатых колёс: виды шестерён по конструкции зуба (профиль, направление боковых поверхностей) и назначению, ТУ на зубчатые колёса, технологичность.</p> <p>Основные конструктивно-технологические элементы зуба, определяющие качество зубчатого зацепления.</p> <p>Материалы, заготовки.</p> <p>Требования к зубчатым колёсам. Нормы точности зубчатых колёс по государственному и отраслевому стандартам. Обозначения точности зубчатого колеса.</p> <p>Методы нарезания зубьев шестерен копированием и обкаткой. Сущность методов.</p> <p>Черновое нарезание зубьев шестерен. Погрешности метода. Способы повышения производительности труда.</p> <p>Формообразование зубьев методом накатки, штамповки, область применения и перспективы развития.</p> <p>Нарезание зубьев обкаткой червячной фрезой, долбяком, гребёнкой, получаемая при этом точность, шероховатость, производительность.</p> <p>Отделочные операции незакалённых зубьев шестерен: шевингование, приработка в па-ре, обкатка с эталонной шестерней.</p> <p>Отделочные операции закалённых зубьев шестерен: шлифование тарельчатыми круга-ми, шлифование абразивным червяком, притирка, зубохонингование.</p> <p>Оборудование, принимаемое при обработке зубьев шестерен. Примерная схема работы.</p> <p>Характеристика режущего и измерительного</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>инструмента для обработки и контроля зубьев шестерен.</p> <p>Нарезание конических зубчатых колес с прямым зубом: предварительное нарезание, чистовое нарезание, отделочная обработка (окончательная обработка).</p> <p>Принципы обработки спирально-конических зубчатых колес. Нарезание конических зубчатых колес со спиральным зубом. Отделочная обработка.</p> <p>Виды шлицевых соединений, применяемых в авиадвигателестроении: различие по профилю, способу центрирования, требование к качеству.</p> <p>Анализ технологичности.</p> <p>Методы обработки наружных шлицев. Методы фрезерования наружных шлицев. Оборудование. Инструмент.</p> <p>Способы шлифования шлицев. Оборудование.</p> <p>Профилирование абразивного круга. Обработка внутренних шлицев, оборудование, инструмент, точность. Обработка торцевых остроугольных шлицев. Образование шлицев методом накатки.</p> <p>Тема 8. Обработка лопаток турбин и компрессоров</p> <p>Виды лопаток, конструкция, ТУ, материал.</p> <p>Способы получения заготовок лопаток двигателей.</p> <p>Припуски на обработку, требования к заготовкам.</p> <p>Технологичность разных конструкций лопаток.</p> <p>Материалы лопаток и их обрабатываемость.</p> <p>Требования к геометрии и шероховатости поверхности лопаток.</p> <p>План обработки компрессорных и турбинных лопаток (рабочих и направляющих лопаток).</p> <p>Базы для обработки различных лопаток.</p> <p>Оборудование, приспособления и инструмент при обработке замков лопаток, спинки и корыта.</p> <p>Высокопроизводительные специальные станки, применяемые при обработке лопаток.</p> <p>Отделочные операции лопаток. Оборудование.</p> <p>Абразивные материалы, механизация операций.</p> <p>Основные направления в механизации и автоматизации технологии изготовления и контроля лопаток.</p> <p>Инструмент, приборы и методика контроля геометрии, качества материала лопаток, качества поверхностного слоя и частотных характеристик (модальный анализ).</p> <p>Виброиспытание лопаток.</p>				
Технологические процессы изготовления деталей авиационных ГТД из композиционных материалов.	10	6	0	17
Тема 9. Виды, свойства и способы получения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>композиционных материалов.</p> <p>Классификация композиционных материалов и их роль в современном машиностроении.</p> <p>Преимущества и недостатки композитов по сравнению с традиционными материалами.</p> <p>Материалы, используемые в качестве компонентов композитов. Классификация композитов в соответствии с морфологией фаз, составляющих их микроструктуру или геометрию компонентов (волоконистые, ламинированные (слоистые), дисперсно-упрочненные, комбинированные).</p> <p>Виды, свойства и особенности получения композиционных материалов.</p> <p>Полимерные композиционные материалы.</p> <p>Металлические армированные композиционные материалы.</p> <p>Керамические и углеродные композиционные материалы.</p> <p>Тема 10. Технологические процессы изготовления лопаток из полимерных композиционных материалов.</p> <p>Проектирование технологического процесса изготовления лопаток из полимерных композиционных материалов. Требования к конструкции лопаток из полимерных композиционных материалов. Особенности конструкций технологической оснастки.</p> <p>Технологический процесс изготовления лопаток из ПКМ.</p> <p>Тема 11. Технологические процессы изготовления корпусных деталей двигателя из полимерных композиционных материалов.</p> <p>Технология формования изделий из полимерных материалов методом контактного формования.</p> <p>Основные элементы технологической оснастки при контактном формовании. Армирующие волокна и наполнители, используемые при этом методе.</p> <p>Преимущества и недостатки метода.</p> <p>Процессы формования изделий из полимерных композиционных материалов с использованием эластичной диафрагмы (вакуумное формование, формование под давлением и автоклавное формование).</p> <p>Метод формования реактопластов на матрице.</p> <p>Технология формования изделий из полимерных композиционных материалов методом намотки.</p> <p>Заключение.</p> <p>Технологии изготовления основных деталей авиационных двигателей, освоенные в отечественном производстве на оборудовании</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
зарубежных фирм.				
ИТОГО по 7-му семестру	34	18	0	54
ИТОГО по дисциплине	34	18	0	54

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование влияния режимов резания и геометрии резца на процесс наростообразования
2	Абразивные инструменты и шлифование
3	Исследование условий деформирования металлов и сплавов при обработке давлением
4	Обработка деталей типа валов на токарных станках
5	Измерение параметров шероховатости поверхности
6	Расчет режимов резания при точении по аналитическим формулам
7	Определение механических показателей изделий из полимерных композиционных материалов
8	Основы технологии нанесения наноструктурных покрытий

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, выполнение лабораторных работ.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Технологические процессы механической и физико-химической обработки в авиадвигателестроении : учебное пособие для вузов / Безъязычный В.Ф., Кузменко М.Л., Крылов В.Н., Лобанов А.В. 2-е изд. испр., и доп. М. : Машиностроение, 2007. 538 с.	45
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Сулима А. М., Носков А. А., Серебренников Г. З. Основы технологии производства газотурбинных двигателей : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1996. 479 с.	17
2	Технология производства авиационных газотурбинных двигателей : учебное пособие для вузов / Елисеев Ю. С., Бойцов А. Г., Крымов В. В., Хворостухин Л. А. Москва : Машиностроение, 2003. 511 с.	38
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1921 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	<a href="http://vestnik.pstu.ru/aero/about/inf/">http://vestnik.pstu.ru/aero/about/inf/</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Вертикально сверлильный станок (макет)	1
Лабораторная работа	Магнитная плита	1
Лабораторная работа	Токарный станок (макет)	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор с экраном	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

*Аэрокосмический факультет*  
*кафедра «Авиационные двигатели»*

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании кафедры АД  
протокол № \_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.  
Зав. кафедрой «Авиационные двигатели»

\_\_\_\_\_ А. А. Иноземцев

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Технологические процессы в авиадвигателестроении»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**  
**Приложение к рабочей программе дисциплины**

**Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных  
и ракетных двигателей»**

Специализация программы специалитета:

*«Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»*

Квалификация выпускника:

*«инженер»*

Выпускающая кафедра:

*«Авиационные двигатели»*

Форма обучения:

*очная*

**Курс: 4**

**Семестр: 7**

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: **3 ЗЕ**

Часов по рабочему учебному плану: **108 час**

**Виды контроля:**

Экзамен: **-нет**      Зачёт: **- 7 сем.**      Курсовой проект: **- нет**      Курсовая работа: **- нет**

**Пермь, 2022**

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Технологические процессы в авиадвигателестроении» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «Вычислительные технологии в авиадвигателестроении», утвержденной «21» июля 2017 г.

# 1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

## 1.1. Формируемые части компетенций

Дисциплина «Технологические процессы в авиадвигателестроении» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» специализации «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок», участвует в формировании компетенции: ПК-2.5. В рамках учебного плана образовательной программы в 7-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующая дисциплинарная часть компетенции: *способность выбирать материал, инструмент, технологическое оборудование, режимы обработки для реализации основных технологических процессов при изготовлении деталей, узлов и систем авиационных двигателей*

## 1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра базового учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, промежуточного и итогового контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ТКР	ЛР	РК	зачет
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> физические основы процесса резания материалов	ТКР 1		РК1	ТВ
<b>3.2</b> применяемость и характеристики инструментальных материалов	ТКР 3		РК1	ТВ
<b>3.3</b> - классификацию и основные технико-экономические характеристики технологического оборудования, используемого при производстве деталей авиационных двигателей	ТКР 3		РК1	ТВ
<b>3.4</b> - основные технические требования к качеству материалов, точности геометрии и качеству поверхностного слоя деталей ГТД	ТКР 3		РК1,2	ТВ
<b>3.5</b> основные свойства, состав и маркировку материалов для производства деталей авиационных	ТКР 4-8		РК2	ТВ

двигателей				
<b>3.6</b> традиционные способы получения заготовок деталей авиационных двигателей	ТКР 4-8		РК2	ТВ
<b>3.7</b> традиционные способы обработки поверхностей основных деталей ГТД	ТКР 4-8		РК2	ТВ
<b>3.8</b> свойства структуры, технологические и эксплуатационные свойства компонентов и полимерных композиционных материалов	ТКР 9-11		РК3	ТВ
<b>3.9</b> основные способы контроля геометрических и качественных параметров деталей ГТД;	ТКР 4-8		РК2	ТВ
<b>3.10</b> причины и способы устранения погрешностей при обработке заготовок деталей авиационных двигателей	ТКР 4-8		РК2	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> выбирать оптимальные характеристики материала и геометрические параметры инструмента для конкретных технологических операций			ОЛР 1,2,6	
<b>У.2</b> производить расчет параметров режимов резания для наиболее распространенных способов обработки			ОЛР 6	
<b>У.3</b> производить выбор оптимальных способов получения заготовок для изготовления ответственных деталей авиадвигателей			ОЛР 3	
<b>У.4</b> производить оценку влияния параметров инструмента и технологического оборудования на точность и качество процесса обработки деталей			ОЛР 4	
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> навыками оценки параметров качества обработанной поверхности			ОЛР 5	
<b>В.2</b> навыками определение механических показателей изделий из полимерных композиционных материалов			ОЛР 7	
<b>В.3</b> навыками расчета параметров техпроцессов нанесения покрытий на поверхности деталей с целью повышения их качественных параметров			ОЛР 8	
<b>В.4</b> навыками выбора и применения технических средств контроля геометрических параметров деталей и заготовок			ОЛР 1,4	

*Примечание:*

*ТК* – текущий контроль (контроль знаний по теме);

*КР* – рубежная контрольная работа (контроль знаний по модулю);

*ОЛР* – отчет о выполнении лабораторной работы (оценка умений и владений);

*ТВ* – теоретический вопрос (промежуточный контроль знаний);

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является итоговая аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## 2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

### 2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ, рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### 2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД (табл. 4.2)

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов, выполнявших работу в группе. При этом оценка освоения знаний умений и навыков выставляется индивидуально каждому студенту.

#### 2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины:

- РК1 по модулю 1 - «Теория резания материалов»,
- РК2 по модулю 2 - «Технологические процессы обработки авиационных сплавов на основе металлов»,
- РК3 по модулю 3 - «Композиционные материалы в авиадвигателестроении».

Типовые задания рубежных контрольных работ включают перечень вопросов по изученному материалу модуля.

#### • Рубежная контрольная работа (РК1, модуль 1).

Перечень примерных вопросов:

1. *Классификация основных способов и видов обработки резанием. Элементы конструкции и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере токарного резца).*
2. *Элементы режима резания и параметры сечения срезаемого слоя. Типы стружек при резании пластичных и хрупких материалов.*
3. *Процесс образования сливной стружки при свободном прямоугольном резании. Определение степени деформации стружки. Схема образования элементной стружки.*
4. *Трибология процесса резания материалов. Наростообразование и его влияние на параметры процесса резания.*
5. *Система сил при резании. Закономерности влияния условий резания на его силу и требуемую мощность.*
6. *Источники выделения теплоты. Тепловой баланс при резании материалов. Экспериментальные методы исследования тепловых процессов при резании. Влияние на температуру основных факторов процесса резания.*

7. *Технические требования к геометрической точности обрабатываемых поверхностей. Параметры оценки геометрических отклонений обработанной поверхности. Влияние методов и режимов обработки на показатели качества поверхностного слоя.*
8. *Параметры оценки физико-механических свойства поверхностного слоя. Влияние методов и режимов обработки на физико-механических свойства поверхностного слоя.*
9. *Инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Инструментальные стали. Твердые сплавы.*
10. *Инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Режущая керамика. Сверхтвердые материалы инструментального назначения.*
11. *Инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Инструментальные материалы с износостойкими покрытиями. Абразивные материалы и инструменты.*
12. *Разрушение и изнашивание режущей части инструментов. Виды изнашивания. Оценка стойкости инструментов.*
13. *Классификация станков. Признаки классификации. Принцип обозначение моделей станков. Базовые технико-экономические характеристики.*

• **Рубежная контрольная работа (РК2, модуль 2).**

Перечень примерных вопросов:

1. *Конструкция, технические требования и материалы, используемые для изготовления валов ГТД.*
2. *Способы базирования и установки деталей при токарной обработке.*
3. *Классификация станков токарной группы. Степень точности и шероховатости обработки при черновом и чистовом обтачивании.*
4. *Тонкое обтачивание и растачивание. Оборудование, инструмент, режимы, точность.*
5. *Фрезерование, зенкерование, протягивание наружных цилиндрических поверхностей.*
6. *Маркировка шлифовальных кругов. Абразивные материалы, их зернистость и содержание основной фракции, используемые в абразивных инструментах.*
7. *Разновидность шлифования наружных цилиндрических поверхностей периферией круга. Режимы и условия обработки, точность.*
8. *Шлифование наружных цилиндрических поверхностей периферией круга под углом и торцом круга. Особенности обработки, назначение, точность. Бесцентровое шлифование, назначение, точность.*
9. *Притирание, полирование и суперфиниширование наружных цилиндрических поверхностей.*
10. *Классификация отверстий по назначению и видам обработки. Требования к отверстиям в зависимости от их назначения.*
11. *Отделочная обработка плоских поверхностей: тонкое фрезерование, шлифование, притирание, шабровка, суперфиниш и отделочно-упрочняющая обработка без снятия стружки.*
12. *Обработка наружных резьб плашками и резьбонарезными головками. Обработка наружных резьб фрезерованием, шлифованием. Точность, шероховатость.*
13. *Классификация зубчатых колёс: виды шестерён по конструкции зуба (профиль, направление боковых поверхностей) и назначению, ТУ на зубчатые колёса, технологичность.*
14. *Нарезание конических зубчатых колес с прямым зубом: предварительное нарезание, чистовое нарезание, отделочная обработка (окончательная обработка).*

• **Рубежная контрольная работа (РК3, модуль 3).**

Перечень примерных вопросов:

1. Перечислите основные группы армирующих наполнителей, применяемые для изготовления полимерных композиционных материалов.
2. Как влияет ориентация основы армирующего наполнителя на физико-механические свойства ПКМ?
3. Как влияет увеличение содержания связующего в пластике на толщину монослоя?
4. Что такое «правило смесей»? Практическое применение правила.
5. Как влияет степень армирования пластика на его физикомеханические свойства?
6. Как влияет соблюдение температуры отверждения на свойства пластика?
7. В чем заключаются специфические особенности армированных материалов?
8. Как влияет соблюдение технологических параметров процесса вакуум-автоклавного формования на прочность конструкций из ПКМ?
9. Перечислите основные методы формообразования крупногабаритных деталей из ПКМ. Перечислите типы деталей изготавливаемых методом контактного формования.
10. Сущность технологического процесса формообразования с эластичной герметичной оболочкой.
11. Опишите возможные схемы пропитки под давлением.
12. Опишите схему формования в автоклавах. Чем вызвано применение избыточного давления в процессе формования?
13. Опишите технологический процесс непрерывной намотки. В чем преимущества и недостатки технологического процесса намотки?
14. Перечислите и опишите основные этапы технологического процесса прессования деталей из ПКМ.
15. Перечислите и опишите возможные способы плетения нитей армирующих материалов.

### **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Итоговая аттестация проводится в форме зачёта. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения студентом предыдущих заданий по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении итоговой аттестации в виде зачёта приведены в общей части ФОС рабочей программы.

#### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) итоговая аттестация в виде зачёта по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных умений и владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирурующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

##### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачёта по дисциплине**

### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. *Классификация основных способов и видов обработки резанием. Элементы конструкции и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере токарного резца).*
2. *Элементы режима резания и параметры сечения срезаемого слоя. Типы стружек при резании пластичных и хрупких материалов.*
3. *Процесс образования сливной стружки при свободном прямоугольном резании. Определение степени деформации стружки. Схема образования элементной стружки.*
4. *Трибология процесса резания материалов. Наростообразование и его влияние на параметры процесса резания.*
5. *Система сил при резании. Закономерности влияния условий резания на его силу и требуемую мощность.*
6. *Источники выделения теплоты. Тепловой баланс при резании материалов. Экспериментальные методы исследования тепловых процессов при резании. Влияние на температуру основных факторов процесса резания.*
7. *Технические требования к геометрической точности обрабатываемых поверхностей. Параметры оценки геометрических отклонений обработанной поверхности. Влияние методов и режимов обработки на показатели качества поверхностного слоя.*
8. *Параметры оценки физико-механические свойства поверхностного слоя. Влияние методов и режимов обработки на физико-механические свойства поверхностного слоя.*
9. *Инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Инструментальные стали. Твердые сплавы.*
10. *Инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Режущая керамика. Сверхтвердые материалы инструментального назначения.*
11. *Инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Инструментальные материалы с износостойкими покрытиями. Абразивные материалы и инструменты.*
12. *Разрушение и изнашивание режущей части инструментов. Виды изнашивания. Оценка стойкости инструментов.*
13. *Классификация станков. Признаки классификации. Принцип обозначение моделей станков. Базовые технико-экономические характеристики.*
14. *Конструкция, технические требования и материалы, используемые для изготовления валов ГТД.*
15. *Способы базирования и установки деталей при токарной обработке.*
16. *Классификация станков токарной группы. Степень точности и шероховатости обработки при черновом и чистовом обтачивании.*
17. *Тонкое обтачивание и растачивание. Оборудование, инструмент, режимы, точность.*
18. *Фрезерование, зенкерование, протягивание наружных цилиндрических поверхностей.*
19. *Маркировка шлифовальных кругов. Абразивные материалы, их зернистость и содержание основной фракции, используемые в абразивных инструментах.*
20. *Разновидность шлифования наружных цилиндрических поверхностей периферией круга. Режимы и условия обработки, точность.*
21. *Шлифование наружных цилиндрических поверхностей периферией круга под углом и торцом круга. Особенности обработки, назначение, точность. Бесцентровое шлифование, назначение, точность.*
22. *Притирание, полирование и суперфиниширование наружных цилиндрических поверхностей.*
23. *Классификация отверстий по назначению и видам обработки. Требования к отверстиям в зависимости от их назначения.*

24. *Отделочная обработка плоских поверхностей: тонкое фрезерование, шлифование, притирание, шабровка, суперфиниш и отделочно-упрочняющая обработка без снятия стружки.*
25. *Обработка наружных резьб плашками и резьбонарезными головками. Обработка наружных резьб фрезерованием, шлифованием. Точность, шероховатость.*
26. *Классификация зубчатых колёс: виды шестерён по конструкции зуба (профиль, направление боковых поверхностей) и назначению, ТУ на зубчатые колёса, технологичность.*
27. *Нарезание конических зубчатых колес с прямым зубом: предварительное нарезание, чистовое нарезание, отделочная обработка (окончательная обработка).*
28. *Перечислите основные группы армирующих наполнителей, применяемые для изготовления полимерных композиционных материалов.*
29. *Как влияет ориентация основы армирующего наполнителя на физико-механические свойства ПКМ?*
30. *Как влияет увеличение содержания связующего в пластике на толщину монослоя?*
31. *Что такое «правило смесей»? Практическое применение правила.*
32. *Как влияет степень армирования пластика на его физикомеханические свойства?*
33. *Как влияет соблюдение температуры отверждения на свойства пластика?*
34. *В чем заключаются специфические особенности армированных материалов?*
35. *Как влияет соблюдение технологических параметров процесса вакуум-автоклавного формования на прочность конструкций из ПКМ?*
36. *Перечислите основные методы формообразования крупногабаритных деталей из ПКМ. Перечислите типы деталей изготавливаемых методом контактного формования.*
37. *Сущность технологического процесса формообразования с эластичной герметичной оболочкой.*
38. *Опишите возможные схемы пропитки под давлением.*
39. *Опишите схему формования в автоклавах. Чем вызвано применение избыточного давления в процессе формования?*
40. *Опишите технологический процесс непрерывной намотки. В чем преимущества и недостатки технологического процесса намотки?*
41. *Перечислите и опишите основные этапы технологического процесса прессования деталей из ПКМ.*
42. *Перечислите и опишите возможные способы плетения нитей армирующих материалов.*

#### Типовые практические задания для контроля освоенных умений:

##### **Задание 1.**

Получить вариант фотографий с инструментального микроскопа образцов корней стружек при различных режимах резания и углах заточки резца:

вариант 1) при различных скоростях резания ( $V_{рез} = 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5$  м/с);

вариант 2) при различных подачах ( $S = 0.1; 0.2; 0.3; 0.4$  мм/об);

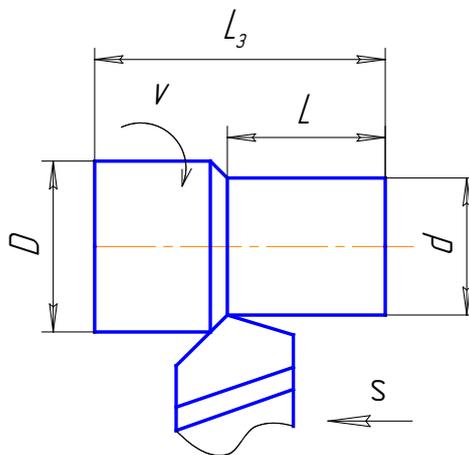
вариант 3) при различных передних углах резца ( $\gamma = 5; 10; 15; 20^\circ$ ).

В каждой серии опытов варьируется только один параметр. Остальные элементы режимов резания и заточки резца остаются постоянными. Измерить характерные параметры нароста для каждого полученного образца. Результаты занести в таблицу.

Построить графики зависимости величины нароста от режимов резания и геометрии резца. Проанализировать полученные результаты.

### **Задание 2.**

На токарно-винторезном станке производится наружное продольное точение заготовки от диаметра  $D$  [мм] до диаметра  $d$  [мм]. Длина обработанной поверхности  $L$  [мм], длина заготовки  $L_3$  [мм]. Данные получить у преподавателя.



Требуется:

1. Выбрать токарный станок для данной операции;
2. Выбрать режущий инструмент и материал режущей части инструмента;
3. Назначить режимы резания;
4. Определить машинное время.

### **Задание 3.**

Получить у преподавателя шлифовальный круг (либо шифр маркировки), по маркировке которого определить вид абразивного материала, номер зернистости материала, твердость круга, материал связки, номер и название структуры круга, его форму, характерные размеры и допустимую окружную скорость при шлифовании.

Получить у преподавателя деталь (операционный эскиз), обработанную шлифованием. Определить использованный при ее обработке метод шлифования. Выполнить эскиз процесса шлифования для получения детали с указанием всех подач.

### **Задание 3.**

По выданному преподавателем чертежу (эскизу) детали выбрать экономически целесообразный способ получения заготовки для различных типов производства.

#### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачёте**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания. Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС рабочей программы по дисциплине.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС рабочей программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учётом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС рабочей программы дисциплины.