

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Проектирование и конструирование узлов и систем
газоперекачивающих агрегатов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.04.03 Энергетическое машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

- получение знаний по методам проектирования и конструированию газоперекачивающих агрегатов (ГПА);
- развитие умения анализировать конструкции и методики проектирования ГПА;
- приобретение навыков создания конструктивно-компоновочных схем и конструктивного облика установок, в том числе с использованием программного обеспечения.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с современными подходами и методами в области конструирования и проектирования узлов и систем ГПА;
- изучение конструкций узлов и систем ГПА;
- формирование умения проводить конструктивный анализ и определять параметры узлов и систем ГПА;
- разработка технической документации при проектировании ГПА;
- формирование навыков расчета параметров ГПА с использованием программного обеспечения.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1. конструктивные и силовые схемы ГПА;
2. эскизные проекты и конструкторская документация ГПА;
3. конструкционные материалы ГПА и ЭУ.

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-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает порядок действий работ по инженерно-техническому проектированию узлов и систем ГПА	Знает порядок координации действий исполнителей работ по инженерно-техническому проектированию энергетического оборудования.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет разрабатывать этапы проектирования узлов и систем ГПА и создавать техническую документацию при проектировании ГПА.	Умеет определять параметры контроля хода работ по инженерно-техническому проектированию энергетического оборудования, качества и исполнения требований технической документации при проектировании.	Курсовой проект
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками организации сбора научно-исследовательских работ по проектированию узлов и систем ГПА.	Владеет навыками организации сбора результатов мониторинга работ по инженерно-техническому проектированию энергетического оборудования для контроля хода проектирования.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	36	18
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	18	14
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	36	54
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)	36		36
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72

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
1-й семестр				
Структурная схема ГПА	3	0	6	7
1.1 Классификация по функциональному признаку ГПА (головные компрессорные станции (КС); линейные КС; дожимные КС; подземные хранилища газа; специальные технологии (обратной закачки газа в пласт, газлифта, сбора и транспортировки попутного газа); 1.2 Классификация по принципу действия (ГПА с компрессорами: объемного действия (в основном поршневыми компрессорами; динамического действия с центробежными компрессорами); 1.3 Классификация по типу привода (ГПА, в которых используются: электродвигатели; газовые двигатели внутреннего сгорания; газотурбинные двигатели). 1.4 Создание конструктивно-компоновочных схем и конструктивного облика установок ГПА. 1.5 Организация и анализ научно-исследовательских работ по проектированию узлов и систем ГПА.				
Режимы работы ГПА	3	0	4	9
2.1 Остановка ГПА (нормальная и аварийная остановка). 2.2 Особенности работы ГПА с газотурбинным приводом в различных климатических условиях. 2.3 Системы автоматического управления и регулирования ГПА				
Система подготовки воздуха и газа	3	0	4	9
3.1 Система подготовки воздуха. 3.2 Противообледенительные системы. 3.3 Система подготовки: топливного; импульсного и пускового газа. 3.4 Система подготовки воздуха и транспортировочного газа. 3.5 Очистка осевого компрессора.				
Маслосистема ГПА	3	0	4	9
4.1 Параметры работы маслосистемы (общецеховая, агрегатная). 4.2 Контроль и анализ параметров системы маслоснабжения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Управление проектами	2	0	0	2
5.1 Процессы управления проектами. 5.2 Технические и технологические аспекты. 5.3 Методология управления проектом: критерии и ограничения; области и стадии; организационные и технические решения.				
ИТОГО по 1-му семестру	14	0	18	36
2-й семестр				
Классификация теплообменных аппаратов ГТУ и ГПА	0	0	6	20
6.1 Включенные в цикл теплообменные аппараты. 6.2 Теплообменные аппараты, не включенные в цикл. 6.3 Конструктивные схемы и техническая документация теплообменных аппаратов.				
Анализ основных конструктивных узлов и систем ГПА	0	0	8	34
7.1 Разработка этапов проектирования узлов и систем ГПА. 7.2 Анализ конструктивных особенностей топливных форсунок. Газодинамический расчет однокомпонентной струйной топливной форсунки. 7.3 Проектировочный расчет облика камеры сгорания.				
ИТОГО по 2-му семестру	0	0	14	54
ИТОГО по дисциплине	14	0	32	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение и анализ конструкции ГПА-16 Урал
2	Анализ реальных конструкций ГПА (основные элементы и узлы)
3	Расчет располагаемой мощности ГПА
4	Анализ конструктивных схем воздухоочистительных устройств на современных ГПА
5	Анализ реальных конструктивных схем системы маслоснабжения ГПА
6	Определение основных параметров и разработка конструктивных схем теплообменных аппаратов
7	Газодинамический расчет однокомпонентной струйной газовой топливной форсунки
8	Газодинамический расчет однокомпонентной струйной жидкостной топливной форсунки
9	Проектировочный расчет облика камеры сгорания

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет силовой турбины двигателя наземной установки

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

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 практическим занятиям 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
1. Основная литература		
1	Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок. - М.: , Машиностроение, 2008. - (Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок : учебник для вузов : в 5 т.; Т. 5).	40

2	Газотурбинные энергетические установки : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев [и др.]. - Москва: Издат. дом МЭИ, 2011.	12
3	Цанев С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов. - Москва: Изд-во МЭИ, 2009.	11
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Нихамкин М.Ш., Зальцман М.М. Конструкция основных узлов двигателя ПС-90А. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2002. – 110 с.	138
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Нихамкин М. Ш. Конструкция и проектирование газотурбинных двигателей наземного применения : конспект лекций / М. Ш. Нихамкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks187042	сеть Интернет; 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
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Персональный компьютер IBM PC	12
Лекция	Видеопроектор Medium 524 P	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Экран	1
Практическое занятие	Персональный компьютер IBM PC	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации магистров по дисциплине
**«Проектирование и конструирование узлов и систем
газоперекачивающих агрегатов»**
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки **13.04.03 «Энергетическое машиностроение»**

Профиль магистратуры	Газотурбинные и паротурбинные установки и двигатели
Квалификация выпускника:	магистр
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	очная

Курс: 1

Семестр(ы): 1,2

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 1 семестр

Зачет: 2 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (1-го и 2-го семестров учебного плана) и состоит из 4 учебных модулей. В учебном модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям, курсовому проекту, экзамена 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		Рубежный		Промежуточная аттестация	
	С	ТО	ЗПЗ	Т/КР	Экзамен	Зачет
Усвоенные знания						
З.1. Знает порядок действий работ по инженерно-техническому проектированию узлов и систем ГПА.	С1-4	ТО1-4		КР1-4	ТВ	
Освоенные умения						
У.1. Умеет разрабатывать этапы проектирования узлов и систем ГПА и создавать техническую документацию при проектировании ГПА.			ЗПЗ1-9	КР1-4	ПЗ	ВКП
Приобретенные владения						
В.1. Владеет навыками организации сбора научно-исследовательских работ по проектированию узлов и систем ГПА.			ЗПЗ1-9		КЗ	ВКП

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ЗПЗ – решение задач практических занятий; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ВКР/ВКП – выполнение курсовой работы (выполнение курсового проекта) ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена и зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

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

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала 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 (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических занятий

Всего запланировано 9 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 4 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебного модуля дисциплины. КР по модулю 1 «Структурная схема и работа ГПА», КР по модулю 2 «Управление проектами», КР по модулю 3 «Классификация теплообменных аппаратов ГТУ и ГПА», КР по модулю 4 «Анализ основных конструктивных узлов и систем ГПА».

Типовые задания КР 1:

1. Дожимные компрессорные станции
2. Элементы ГТУ (улитка, лемниската).
3. Воздухозаборный тракт.
4. Установка для охлаждения природного газа.

Типовые задания КР 2:

1. Критерии и ограничения управления проектами.
2. Процессы управления проектами.
3. Организационные и технические решения в управлении проектами.
4. Технические аспекты управления проектами.

Типовые задания КР 3:

1. Технические характеристики теплообменных аппаратов.
2. Классификация теплообменных аппаратов по функциональным признакам.
3. Классификация теплообменных аппаратов по конструктивным признакам.
4. Скорость теплоносителя в межтрубном пространстве и вибрация труб.

Типовые задания КР 4:

1. Совместные характеристики центробежных нагнетателей и участка газопровода.
2. Последовательное соединение ГПА.
3. Параллельное соединение ГПА.
4. Последовательно-параллельное соединение ГПА.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Выполнение курсового проекта

Для развития способности и оценки самостоятельного усвоения знаний, освоения умений и приобретения владения навыками компетенций дисциплины выполняется курсовой проект.

Курсовой проект представляет собой выполнения практических разделов, выполняется на тему: «Проектировочный расчет двухступенчатой осевой газовой турбины».

Защита курсового проекта включает краткое устное изложение содержания и результатов выполнения задания на курсовой проект с одновременным собеседованием по теоретическим аспектам.

Цель курсового проекта – приобретение умений и навыков проведения проектировочного расчета двухступенчатой осевой газовой турбины.

Содержание курсового проекта: предварительный расчет турбины; расчет ступени охлаждаемой газовой турбины по среднему диаметру для выбранной проточной части; определение среднестатистических геометрических параметров; расчет среднестатистического значения потерь; расчет кинематических параметров потока по высоте рабочей лопатки 2 ступени; определение геометрических параметров; расчет мощности спроектированной турбины.

В результате выполнения курсового проекта обучающийся должен освоить следующие компоненты дисциплинарных частей компетенций:

- умение: разрабатывать этапы проектирования узлов и систем ГПА и создавать техническую документацию при проектировании ГПА (ПК-2.2).
- владение: Навыками организации сбора научно-исследовательских работ по проектированию узлов и систем ГПА. (ПК-2.2).

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

2.3.1. Промежуточная аттестация (экзамен)

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1.1. Типовые вопросы для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Виды компрессоров ГПА: поршневой; винтовой; центробежный
2. Агрегатная маслосистема: воздушное охлаждение; предварительная очистка масла.
3. Воздухозаборный тракт.
4. Процессы теплообмена в элементах ГПА.
5. Помпаж: определение границы помпажа; антипомпажное регулирование.
6. Головные компрессорные станции.
7. Центробежный компрессор.
8. Конструкции лопаток.
9. Охлаждение ротора газовой турбины ГПА.
10. Горюче-смазочные материалы маслосистемы ГПА.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Конструкция ГПА с компрессорами: объемного действия (в основном поршневыми компрессорами; динамического действия с центробежными компрессорами.
2. Анализ применения различных форм лопаточного аппарата турбины.
3. Способы утилизации тепла, выхлопных газов газотурбинных приводов.
4. Проектирование лопаток: выбор материала, геометрические параметры.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Применение математического аппарата при борьбе с обледенением воздухозаборного тракта.
2. Исследование причин и анализ методик регулирования помпажа при проектировании центробежного компрессора.
3. Перечислите этапы проектирования технического изделия.
4. Процессы управления проектами.

Пример экзаменационного билета для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.3.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Промежуточная аттестация (зачет)

2.3.2.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих практических заданий студента по данной дисциплине и выполненному курсовому проекту. Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

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

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

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом 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 образовательной программы.

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

Приложение 1.
Пример типовой формы экзаменационного билета



ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет»

Направление
13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Направленность
«Газотурбинные и паротурбинные установки
и двигатели»

Кафедра
«Ракетно-космическая техника и
энергетические системы»

Дисциплина
«Проектирование и конструирование узлов и
систем ГПА»

БИЛЕТ № 1

1. Анализ методов охлаждения при проектировании лопаточного аппарата турбины.
2. Анализ систем очистки воздухозаборного тракта на примере современных конструкций ГПА.
3. Определить работу сжатия идеального компрессора $l_{k,ид}$ при степени сжатия $\pi_k = 10$, $k = 1,4$, $T_0 = 288 \text{ K}$, $c_p = 1,01 \text{ кДж/кг}$.

Составитель _____
(подпись)

Петрова Е.Н.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Соколовский М.И.

«__» _____ 2022 г.