

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

« 07 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Эксплуатация газотурбинных установок и энергоустановок
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(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

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области анализа фундаментальных и прикладных проблем работоспособности и эксплуатации конструктивных элементов, узлов и систем газотурбинных установок (ГТУ), газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и других энергетических установок.

Задачи дисциплины:

- изучение основных направлений научных исследований, систем управления и приемов обеспечения технологических режимов эксплуатации ГТУ, ГПА и энергоустановок;
- формирование умения выполнения приемов научно-исследовательских, производственных работ, управленческих задач по обеспечению технологических режимов эксплуатации ГТУ, ГПА и энергоустановок;
- формирование навыков оптимального и рационального использования современных технологий эксплуатации ГТУ, ГПА и энергоустановок.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

– ГТУ, ГПА, компрессорные станции и энергоустановки;
– методы анализа и оценки работоспособности ГТУ, ГПА, компрессорных станций и энергоустановок, их технологических параметров и технических условий эксплуатации;
– методы тестирования для определения остаточного ресурса элементов, узлов и конструкций ГТУ, ГПА в процессе эксплуатации.

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-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает схемы ГТУ и ГПА в структуре ГКС, цели и задачи инженерной службы ГТУ и ГПА в структуре ГКС, основные показатели работы ГТУ и ГПА в структуре ГКС, конструктивные, технологические и эксплуатационные особенности работы ГТУ и энергетического оборудования ГКС.	Знает порядок согласования проектов нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в сфере диагностирования газотранспортного оборудования с заинтересованными сторонами.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет организовать работу инженерных служб ГТУ и ГПА в структуре ГКС, выбирать рациональные способы эксплуатации ГТУ и ГПА, применять передовые достижения в области совершенствования технологических режимов работы ГТУ.	Умеет оформлять проекты нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в сфере диагностирования газотранспортного оборудования в установленном порядке.	Зачет
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками оценки технического состояния ГТУ и ГПА при эксплуатации, навыками организации и проведения НИР в коллективе ГТУ и ГПА, навыками выбора рациональных способов эксплуатации ГТУ и энергоустановок.	Владеет навыками сбора информации для анализа с целью определения значимых свойств процессов или объектов для их регламентации в сфере диагностирования газотранспортного оборудования.	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
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
4-й семестр				
Задачи эксплуатации ГТУ, ГПА и энергетического оборудования	2	0	0	2
Введение. Организация работ при эксплуатации ГТУ и ГПА. Проблемы эксплуатации ГТУ, ГПА в составе ГКС. Организация НИР при эксплуатации ГТУ и ГПА в составе ГКС.				
Влияние энергетических параметров на эксплуатацию энергетических установок	4	9	0	30
Способы повышения экономичности ГТУ. Совершенствование теплотехнических расчётов ГТУ.				
Основные требования при приеме в эксплуатацию и при эксплуатации	8	18	0	31
Основные требования взрывобезопасности при эксплуатации газотурбинных установок и энергоустановок. Технологический контроль при эксплуатации газотурбинных установок и энергоустановок. Современные тенденции совершенствования режимов эксплуатации ГТУ и ГПА.				
ИТОГО по 4-му семестру	14	27	0	63
ИТОГО по дисциплине	14	27	0	63

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Проблемные вопросы организации работы инженерно-технической службы ГТУ и ГПА в рамках функционирования ГКС
2	Формирование и анализ технических задач эксплуатации ГТУ и ГПА с учетом особенности их эксплуатации в рамках ГКС
3	Формирование условий и мотивации организации НИР при решении научно-технических и эксплуатационных задач в рамках работы ГКС
4	Вопросы организации эксплуатации ГТУ и ГПА в рамках совершенствования конструктивных технологических режимов ГТУ
5	Вопросы совершенствования термодинамических характеристик ГТУ, как элемент повышения эффективности ее эксплуатации
6	Вопросы совершенствования технологических и конструктивных характеристик эксплуатации ГПА
7	Вопросы совершенствования технологического контроля, автоматизации анализа рабочих процессов ГПА для решения задач повышения эффективности транспортировки газа

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.

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, групповые дискуссии, ролевые игры, 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, 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
1. Основная литература		
1	Акимов В. М. Основы надежности газотурбинных двигателей : учебник для вузов / В. М. Акимов. - М.: Машиностроение, 1981.	9
2	Костюк А. Г. Газотурбинные установки : учебное пособие для вузов / А. Г. Костюк, А. Н. Шерстюк. - Москва: Высш. шк., 1979.	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Григорьев В. А. Подготовка и проведение испытаний авиационных ГТД : учебное пособие / В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, И. И. Морозов. - Самара: Изд-во СГАУ, 2007.	6

2	Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла. - М.: , Машиностроение, 2008. - (Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок : учебник для вузов : в 5 т.; Т. 3).	40
2.2. Периодические издания		
1	Авиационная промышленность : научно-технический журнал / Государственный комитет Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности; Научно-исследовательский институт авиационной технологии. - Москва: НИАТ, 1932 - .	
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	Нусс С. В. Энергетические установки : учебное пособие	http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPUelib3326	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/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
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/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютеры	12
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1

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 обучающихся по дисциплине
«Эксплуатация газотурбинных установок и энергоустановок»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки	<u>13.04.03 Энергетическое машиностроение</u>
Направленность (профиль) образовательной программы:	<u>Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели</u>
Квалификация выпускника:	<u>магистр</u>
Выпускающая кафедра:	<u>Ракетно-космическая техника и энергетические системы</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>

Курс: 2

Семестр: 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 4 семестр

Фонд оценочных средств 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 одного семестра (4-го семестра 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 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 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		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
З1. Знает схемы ГТУ и ГПА в структуре ГКС, цели и задачи инженерной службы ГТУ и ГПА в структуре ГКС, основные показатели работы ГТУ и ГПА в структуре ГКС, конструктивные, технологические и эксплуатационные особенности работы ГТУ и энергетического оборудования ГКС.		ТО1		КР2		ТВ
Освоенные умения						
У1. Умеет организовать работу инженерных служб ГТУ и ГПА в структуре ГКС, выбирать рациональные способы эксплуатации ГТУ и ГПА, применять передовые достижения в области совершенствования технологических режимов работы ГТУ.			ОЛР1	КР2		ПЗ
Приобретенные владения						
В1. Владеет навыками оценки технического состояния ГТУ и ГПА при эксплуатации, навыками организации и проведения НИР в коллективе ГТУ и ГПА, навыками выбора рациональных способов эксплуатации ГТУ и энергоустановок			ОЛР6			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы 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 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Задачи эксплуатации ГТУ, ГПА и энергетического оборудования», вторая КР – по модулю 2 «Влияние энергетических параметров на эксплуатацию энергетических установок», третья КР – по модулю 3 «Основные требования при приеме в эксплуатацию и при эксплуатации».

Типовые задания первой КР:

1. Организация работ при эксплуатации ГТУ и ГПА.
2. Проблемы эксплуатации ГТУ, ГПА в составе ГКС.

Типовые задания второй КР:

1. Способы повышения экономичности ГТУ.
2. Совершенствование теплотехнических расчётов ГТУ.

Типовые задания третьей КР:

1. Современные тенденции совершенствования режимов эксплуатации ГТУ и ГПА.
2. Технологический контроль при эксплуатации газотурбинных установок и энергоустановок.

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

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных 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.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. ГОСТы, РД и Инструкции по эксплуатации ГТУ и ГПА.
2. Алгоритмы технических задач эксплуатации ГТУ и ГПА с учетом особенности их эксплуатации в рамках ГКС.
3. Формирование условий и мотивации организации НИР при решении научно-технических и эксплуатационных задач в рамках работы ГКС.
4. Вопросы совершенствования термодинамического характеристик ГТУ, как элемент повышения эффективности ее эксплуатации.
5. Вопросы совершенствования технологических и конструктивных характеристик эксплуатации ГПА.
6. Вопросы совершенствования технологического контроля, автоматизации анализа рабочих процессов ГПА для решения задач повышения эффективности транспортировки газа.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести оценку технических задач эксплуатации ГТУ и ГПА с учетом особенности их эксплуатации в рамках ГКС.
2. Провести расчеты термодинамического характеристик ГТУ, как элемент повышения эффективности ее эксплуатации
3. Составить план работ по проведению ВД контроля ГТУ и ГПА.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить план организации НИР при решении научно-технических и эксплуатационных задач в рамках работы ГКС.
2. Провести обработку результатов технологического контроля, автоматизации анализа рабочих процессов ГПА для решения задач повышения эффективности транспортировки газа.
3. Рассчитать величину эффективности НИР в совершенствовании эксплуатационных задач в рамках работы ГКС.

2.4.2.2. 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 и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

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

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.