

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

« 03 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Испытание и идентификация технических систем
(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

Цель дисциплины - приобретение знаний в области испытания, отработки и обеспечения надежности технических систем, умений и навыков выбора и расчёта точности измерения рабочих параметров изделий, сравнения расчётных и экспериментальных данных.

Задачи дисциплины:

- изучение современных подходов и методов в области автоматизации экспериментальных исследований; принципов планирования эксперимента; изучение методов идентификации и проверки адекватности моделей;
- формирование умения работы с современными программами для обработки результатов экспериментальных исследований;
- формирование навыков использования автоматизированных систем научных исследований.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Средства и методы получения информации; испытательные стенды и оборудование; датчиковая, усиливающая и регистрирующая аппаратуры; методы обработки результатов испытаний

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные понятия, законы и модели организации испытаний технических систем; методы теоретического и экспериментального исследования нестационарных процессов при проведении и отработке технических систем.	Знает методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации газотранспортного оборудования.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выполнять основные газодинамические измерения и планирование испытаний газотурбинных установок; принимать научно-обоснованные решения по выбору средств и методов получения измерительной информации при отработке газотурбинных установок и газоперекачивающих агрегатов.	Умеет проводить координацию рационализаторской деятельности.	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет методами теоретического и экспериментального исследования в изучаемой области; навыками ведения научно-технической дискуссии при решении задач внедрения результатов НИР; знаниями в области выбора измерительной системы, включая датчики, измерительную, преобразующую и контрольно-регистрирующую аппаратуру.	Владеет навыками внедрения мероприятий по повышению эффективности работы газотранспортного оборудования.	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	50	50	
- 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)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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
3-й семестр				
Классификация испытаний	4	0	0	10
Роль испытаний в процессе разработки и отработки технических систем. Цели и задачи испытаний. Этапы и основные виды испытаний и их классификация по месту проведения и задачам. Информативность испытаний. Причины отклонения от нормального функционирования узлов и систем агрегатов в процессе его доводки. Обеспечение заданного уровня надежности при доводочных испытаниях. Резервирование как возможный способ повышения надежности.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Испытательные стенды	6	12	0	20
<p>Технические требования и оборудование испытательной станции.</p> <p>Классификация стендов - стенды закрытого и открытого типа (замкнутый и разомкнутый контур). Стенды для испытания двигателей, турбин, компрессоров, камер сгорания. Газовый контур испытательной станции, обеспечивающий проведение испытаний с давлением нагнетания испытуемого компрессора (при кратковременном увеличении рабочего давления на 15 %). Основные элементы газового контура: всасывающий и нагнетательный патрубки, соединенные трубопроводы, газоохладители, расходомерное устройство, запорно-регулирующая арматура и др.</p> <p>Требования к стендовой системе определения параметров испытуемой технической системы и газотурбинной установки. Стенды для испытаний уплотнений, выхлопных устройств, арматуры и т.д.</p> <p>Объем измерений, при стендовых испытаниях (поле измеряемого параметра). Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) и автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) испытаний. Программное обеспечение (ПО) ИВК и его назначение. Типовая обработка измерительной информации, метрологическое обслуживание (проверка каналов и определения метрологических характеристик), использование типовых программ планирования эксперимента. Реализация информационных и управляющих функций: тестирование, градуировка и метрология измерительных каналов, контроль готовности стенда, контроль установки «нулей» измерительных каналов, проверка достоверности информации, цифровая фильтрация и т.п.</p>				
Измерение, регистрация и обработка информации	4	18	0	22
<p>Структурная схема преобразования информации. Измерительные преобразователи. Классификация средств измерения. Измерение основных параметров (давление, температура, пульсации, вибрации, деформации и т.п.). Измерение расходов жидкости и газа. Регистрация параметров (визуальный метод, фотографический метод, регистрация самопишущими приборами, электромагнитный и электроннолучевой методы регистрации).</p> <p>Разработка схемы измерений. Выбор способов измерений и регистрации. Выбор приборов, обеспечивающих необходимые метрологические и эксплуатационные характеристики (диапазон</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
измерения, точность, амплитудно-фазочастотные характеристики, время получения информации, статистическая обработка результатов испытаний и др.).				
Идентификация технических систем	4	20	0	20
Место теории идентификации технических систем (ТИТС) в процедуре инженерного анализа. Сущность идентификации технических систем. Основные понятия и определения ТИТС. Уровень априорной информации об объекте. Идентификация в узком и широком смысле. Структура процедуры идентификации технических систем. Характеристика этапов оценочного эксперимента, регрессионного анализа, планирования эксперимента, параметрической идентификации, диагностической оценки, использования модели по назначению. Основные виды эксперимента (классификация). Задачи, решаемые при постановке экспериментальных исследований. Обработка экспериментальных данных. Абсолютная и относительная ошибка. Дифференциальный метод определения ошибки. Потребная точность определения параметров. Классификация погрешностей (систематические, случайные и грубые). Метод наименьших квадратов. Дисперсия воспроизводимости.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	50	0	72
ИТОГО по дисциплине	18	50	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Основы работы с ИВК "Мера"
2	Определение характеристик камеры сгорания по экспериментальным данным
3	Газодинамические испытания компрессора
4	Стендовые измерения и построение модели по экспериментальным данным
5	Разработка стенда для определения характеристик уплотнения
6	Методы расчета схемной надежности сложных функциональных систем ДИА
7	Определение параметров надежности регрессивного анализа
8	Определение показателей безотказной работы модулей наземных ГТУ по экспериментальным данным

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, 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 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	Леготкина Т. С. Методы идентификации систем : учебное пособие / Т. С. Леготкина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	46
2	Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем : учебное пособие для вузов / Л.Н. Александровская [и др.]. - М.: Логос, 2003.	67
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Друзьякин И. Г. Технические измерения и приборы : учебное пособие / И. Г. Друзьякин, А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	60
2	Испытания авиационных двигателей : учебник для вузов / В. А. Григорьев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2009.	12

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	Григорьев В. А. Испытания авиационных двигателей : учебник для вузов / Григорьев В. А., Кузнецов С. П., Гишваров А. С., Белоусов А. Н., Бочкарев С. К., Ильинский С. А., Шепель В. Т., Овчаров А. А. - Москва: Машиностроение, 2016.	https://e.lanbook.com/book/107147	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Друзьякин И. Г. Технические измерения и приборы : учебное пособие / И. Г. Друзьякин, А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=460	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Леготкина Т. С. Методы идентификации систем : учебное пособие / Т. С. Леготкина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2737	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
Лабораторная работа	ИБК "Мера"	1
Лабораторная работа	Персональный компьютер IBM PC	8
Лабораторная работа	Установка для проведения газодинамических испытаний компрессоров	1
Лабораторная работа	Установка для снятия характеристик камеры сгорания	1
Лекция	Видеопроектор	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
«Испытание и идентификация технических систем»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Газотурбинные и паротурбинные
установки и двигатели

Квалификация выпускника: магистр

Выпускающая кафедра: Ракетно-космической техники и
энергетических систем

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 3 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 (3-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		Экзамен
Усвоенные знания						
З. Знает основные понятия, законы и модели организации испытаний технических систем; методы теоретического и экспериментального исследования нестационарных процессов при проведении и отработке технических систем		ТО1		КР2		ТВ
Освоенные умения						
У. Умеет выполнять основные газодинамические измерения и планирование испытаний газотурбинных установок; принимать научно-обоснованные решения по выбору средств и методов получения измерительной информации при отработке газотурбинных установок и газоперекачивающих агрегатов.			ОЛР1	КР2		ПЗ
Приобретенные владения						
В. Владеет методами теоретического и экспериментального исследования в изучаемой области; навыками ведения научно-технической дискуссии при решении задач внедрения результатов НИР; знаниями в области выбора измерительной			ОЛР6			КЗ

системы, включая датчики, измерительную, преобразующую и контрольно-регистрающую аппаратуру предприятиями						
---	--	--	--	--	--	--

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 экзамена, 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 бланочного 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 8 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 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 – «Классификация испытаний», вторая КР – по модулю 2 «Испытательные стенды», третья по модулю «Измерение, регистрация и обработка информации» и четвертая по модулю 4 «Идентификация технических систем».

Типовые задания первой КР:

1. Цели и задачи испытаний. Этапы и основные виды испытаний и их классификация по месту проведения и задачам

2. Обеспечение заданного уровня надежности при доводочных испытаниях. Резервирование как возможный способ повышения надежности.

Типовые задания второй КР:

1. Стенды для испытаний двигателей, турбин, компрессоров, камер сгорания. Газовый контур испытательной станции, обеспечивающий проведение испытаний с давлением нагнетания испытуемого компрессора (при кратковременном увеличении рабочего давления на 15 %). Основные элементы газового контура: всасывающий и нагнетательный патрубки, соединенные трубопроводы, газоохладители, расходомерное устройство, запорно-регулирующая арматура и др.

2. Требования к стендовой системе определения параметров испытуемой технической системы и газотурбинной установки. Стенды для испытаний уплотнений, выхлопных устройств, арматуры и т.д. Объем измерений, при стендовых испытаниях (поле измеряемого параметра). Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) и автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) испытаний.

Типовые задания третьей КР:

1. Структурная схема преобразования информации. Измерительные преобразователи. Классификация средств измерения. Измерение основных

параметров (давление, температура, пульсации, вибрации, деформации и т.п.).

2. Разработка схемы измерений. Выбор способов измерений и регистрации. Выбор приборов, обеспечивающих необходимые метрологические и эксплуатационные характеристики (диапазон измерения, точность, амплитудно-фазочастотные характеристики, время получения информации, статистическая обработка результатов испытаний и др.).

Типовые задания четвертой КР:

1. Сущность идентификации технических систем. Основные понятия и определения ТИТС. Уровень априорной информации об объекте. Идентификация в узком и широком смысле.

2. Задачи, решаемые при постановке экспериментальных исследований. Обработка экспериментальных данных. Классификация погрешностей (систематические, случайные и грубые).

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

2.3. 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.

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 форсированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Цели и задачи испытаний. Этапы и основные виды испытаний и их классификация (исследовательские, контрольные, сравнительные и определительные; нормальные, ускоренные и сокращенные)..

2. Стенды для испытаний нагнетателей, мультипликаторов, уплотнений, выхлопных устройств, арматуры и т.д.

3. Программное обеспечение (ПО) ИВК и его назначение. Типовая обработка измерительной информации, метрологическое обслуживание (проверка каналов и определения метрологических характеристик), использование типовых программ планирования эксперимента.

4. Объем измерений, при стендовых испытаниях (поле измеряемого параметра). Электрические и неэлектрические методы преобразования параметров. Классификация средств измерения.

5. Выбор приборов, обеспечивающих необходимые метрологические и эксплуатационные характеристики (диапазон измерения, точность, амплитудно-фазочастотные характеристики, время получения информации, статистическая обработка результатов испытаний и др.).

6. Основные виды эксперимента (классификация). Задачи, решаемые при постановке экспериментальных исследований. Обработка экспериментальных данных.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Разработка схемы измерений. Выбор способов измерений и регистрации..
2. Сделать структурную схему преобразования информации при стендовых испытаниях ГТУ.
3. Составить объем измерений, при стендовых испытаниях ГТУ.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить план измерения основных параметров (давления, пульсации, вибрации, деформации и т.п.).
2. Провести обоснование этапов оценочного эксперимента, регрессионного анализа, планирования эксперимента, параметрической идентификации, диагностической оценки, использования модели по назначению.
3. Составить план проекта по разработке информационных требования к стендовой системе определения параметров испытываемой газотурбинной установк.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов 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.*

2.3.2. 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.

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 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.