

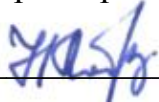
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 Н.В.Лобов

« 07 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Современные методы экспериментальных исследований
(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 освоения дисциплины является подготовка магистра к будущей научно-технической и организационно-методической деятельности, связанной с проведением экспериментальных исследований в области разработки ГТУ и ГПА.

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ проведения экспериментальных исследований;
- формирование умения планирования и проведения экспериментальных исследований;
- формирование навыков обработки экспериментальных данных и принятия на основе полученных результатов технических решений при разработке ГТУ и ГПА.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Этапы эксперимента, погрешность данных, план эксперимента, точность измерений, экспериментальное оборудование, методы статистического анализа экспериментальных данных, методы графического анализа экспериментальных данных, методы математического анализа экспериментальных данных.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества, тенденции развития энергетического машиностроения.	Знает теоретические основы рабочих процессов в газотурбинных установках (ГТУ) и газоперекачивающих агрегатах (ГПА), основные термодинамические циклы и способы регулирования ГТУ при переменном режиме их работы, методологию гидрогазодинамического расчёта элементов ГТУ, методы расчётов термодинамических процессов ГТУ, современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества, тенденции развития энергетического машиностроения.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет выполнять расчеты по обработке экспериментальных данных с использованием современных пакетов; анализировать полученные результаты для практических рекомендаций по доработке ГТУ и ГПА.	Умеет выполнять термо-прочностные, тепловые и газодинамические расчеты с использованием современных пакетов; формировать результаты научных достижений в технические предложения по совершенствованию работы ГТУ и ГПА, анализировать современные достижения в области энергетики для практических рекомендаций по доработке ГТУ и ГПА.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет методами анализа экспериментальных данных, направленных на повышение гидрогазодинамической эффективности и надёжности элементов ГТУ и принятия	Владеет методами анализа мероприятий, направленных на повышение гидрогазодинамической эффективности и надёжности элементов ГТУ и принятия конкретных технических	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		конкретных технических решений при доработке конструкции ГТУ и ГПА.	решений при доработке конструкции ГТУ и ГПА.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	27	27
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	9	9
- лабораторные работы (ЛР)	16		16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	45	45
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	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
2-й семестр				
Эксперимент как предмет исследования	2	0	0	5
Определения и термины. Обозначения. Инженерный эксперимент: классификация, основные этапы.				
Экспериментальные ошибки и неопределенности	2	0	4	10
Виды ошибок. Природа случайных ошибок и неопределенностей. Показатели случайной ошибки. Определение случайной ошибки измерительной системы. Наилучший результат выборки. Распределения ошибок, отличающиеся от нормального. Нахождение неопределенности эксперимента.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Уменьшение набора переменных	2	0	4	15
Теорема Букингема. Пи-теорема. Выбор безразмерных комбинаций и переменных. Метод последовательного исключения размерностей. Выбор основных размерностей. Применение анализа размерностей при проведении экспериментов.				
Планирование эксперимента	3	0	8	15
Рандомизированные блоки: внешние переменные. Многофакторные эксперименты: классические планы. Многофакторные эксперименты: факторные планы.				
ИТОГО по 2-му семестру	9	0	16	45
3-й семестр				
Типы экспериментального оборудования и проблемы его использования	1	0	0	8
Типы датчиков и зондов для проведения измерений акустических и аэродинамических полей. Проблемы использования экспериментального оборудования при измерении акустических и аэродинамических полей.				
Последовательность проведения эксперимента	2	16	0	8
Определение интервалов между экспериментальными данными. Порядок проведения эксперимента. Примеры задач, в которых необходимо проводить измерения параметров акустических и аэродинамических полей.				
Проверка экспериментальных данных и исключение резко отклоняющихся величин	1	0	0	4
Уравнения баланса. Определение источников ошибок с помощью уравнений баланса. Проверка ошибок путем экстраполяции. Выполнение повторных измерений и ошибка старения. Исключение резко отклоняющихся значений.				
Статистический анализ экспериментальных данных	2	0	0	8
Виды ошибок статистического вывода. Проверка значимости с помощью Хи-квадрат критерия. Критерий Стьюдента. Дисперсионный анализ. Пуассоновское распределение.				
Графический анализ экспериментальных данных	1	0	0	5
Метод наименьших квадратов: функции разных видов. Исследование функций графическими методами. Неопределенность при графическом анализе.				
Математический анализ экспериментальных данных	2	0	0	12

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Значащие цифры. Подбор функций по эмпирическим данным. Интерполяция и экстраполяция. Дифференцирование и интегрирование.				
ИТОГО по 3-му семестру	9	16	0	45
ИТОГО по дисциплине	18	16	16	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Показатели случайной ошибки.
2	Определение случайной ошибки измерительной системы.
3	Распределения ошибок, отличающиеся от нормального.
4	Оценка точности измерений.
5	Выбор безразмерных комбинаций и переменных.
6	Примеры задач планирования эксперимента.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Измерение трубкой Пито-Прандтля распределения скорости потока вдоль оси воздушной струи.
2	Измерение акустических характеристик однослойной звукопоглощающей конструкции в интерферометре нормального падения.
3	Измерение шума турбулентной воздушной струи плоской микрофонной антенной.
4	Измерение профиля скорости в канале с потоком в разных сечениях многоточечными приемниками давления.
5	Измерение акустического давления в канале с потоком с установленным образцом звукопоглощающей конструкции.

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.

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.

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	Афанасьева Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : учебное пособие для вузов / Н. Ю. Афанасьева. - Москва: КНОРУС, 2010.	13
2	Шенк Х. Теория инженерного эксперимента : пер. с англ. / Х. Шенк. - М.: Мир, 1972.	6
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Берикашвили В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. - Москва: Юрайт, 2019.	6
2	Повх И. Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении / И. Л. Повх. - Ленинград: Машиностроение, 1974.	5
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	В. Л. Горохов Планирование и обработка экспериментов : Учебное пособие / В. Л. Горохов, В. В. Цаплин. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.	http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks86441	сеть Интернет; авторизованный 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.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
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/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Экспериментальные установки и измерительная аппаратура Центра акустических исследований ПНИПУ	1
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютеры	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
