

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
А. И. Елкин
« 30 » 08 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ»

направление подготовки / специальность

13.04.03 – энергетическое машиностроение

направленность (профиль) подготовки

Двигатели внутреннего сгорания

г. Владимир

Год
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – изучение основ инженерного исследования и особенностей проведения экспериментальных исследований тепловых двигателей.

Задачи дисциплины:

- изучить теоретические основы и технологию проведения экспериментальных исследований;
- ознакомиться с применяемой исследовательской аппаратурой и ее возможностями при экспериментальных исследованиях тепловых двигателей;
- изучить особенности экспериментального исследования рабочих процессов, узлов, агрегатов и систем двигателей;
- выработать навыки обработки экспериментальных данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.04 «Теория и практика инженерного исследования» относится к общепрофессиональному блоку дисциплин ОПОП магистратуры по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (профиль – Двигатели внутреннего сгорания).

При её освоении требуется знание основ научных исследований, вопросов расчета, исследования и испытания двигателей.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Знает современные методы исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы. ОПК-2.2. Умеет использовать соответствующие современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. ОПК-2.3. Владеет соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для представления результатов выполненной работы при решении профессиональных задач.	Знает современные методы исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы. Умеет использовать соответствующие современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. Владеет соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для представления результатов выполненной работы при решении профессиональных задач.	Тестовые вопросы, ситуационные задачи

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 162 час. (2 и 3 семестры)

**Тематический план
форма обучения – очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение в теорию инженерного исследования.	2	1-2	2	-	-		2	
2	Природа ошибок.	2	3-6	4	4	-		10	
3.	Анализ размерностей	2	7-12	6	6	-		15	Рейтинг-контроль №1
4.	Технология построения измерительных систем	2	13-18	6	8	-		18	Рейтинг-контроль №2
Форма промежуточной аттестации									зачет
Всего за 2 семестр:				18	18	-		45	
5.	Практические основы подготовки эксперимента	3	1-8	8	8	-		2	
6.	Технология проведения эксперимента	3	9-14	6	8	-		10	Рейтинг-контроль №3
7.	Анализ данных	3	15-16	2	1	-		15	
8.	Особенности определения показателей тепловых двигателей.	3	17-18	2	1	-		18	Рейтинг-контроль №4
Всего за 3 семестр				18	18	-		45	
Форма промежуточной аттестации									зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									-
Итого по дисциплине				36	36	-		90	

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение. Эксперимент как предмет исследований – инженерный и научный эксперимент. Определения и термины. Особенности проведения экспериментальных исследований в области тепловых двигателей.

Тема 2. Природа экспериментальных ошибок и проявления неопределенностей. Виды ошибок. Показатели случайных ошибок. Определение случайной ошибки в измерительном эксперименте. Распределение ошибок, отличающееся от нормального. Ошибки и неопределенность эксперимента в целом. Планирование эксперимента с точки зрения анализа ошибок. Нахождение неопределенности результата с использованием компьютерных технологий, графических способов.

Тема 3. Анализ размерностей и уменьшение набора переменных. Применение анализа размерностей при проведении научного эксперимента. Выбор основных размерностей. Выбор безразмерных комбинаций и переменных.

Тема 4. Технология построения измерительных систем в экспериментальных исследованиях. Характеристики измерительных систем. Регистрация данных и дублирование измерений. Обзор современной исследовательской аппаратуры, знакомство с возможностями научного инструментария, производимого различными фирмами мира. Особенности подбора

аппаратуры для экспериментального исследования тепловых двигателей. Типичные ограничения по быстродействию, точности и т.п. Оценка «цена/качество» используемой аппаратуры. Применение компьютерной техники и современных методов экспериментальных исследований (например, комплекса *LabView* фирмы *National Instruments* и др.).

Тема 5. Практические основы подготовки эксперимента. Наилучшие практики подготовки эксперимента. Подбор оборудования, измерительной аппаратуры, вспомогательных устройств. Вопросы «цена/качество» при подборе экспериментального инструментария. Требования к результатам эксперимента и их учет при подготовке эксперимента. Компьютерные технологии в эксперименте. Вопросы сертификации (аттестации) измерительной аппаратуры.

Тема 6. Технология проведения измерительного эксперимента. Последовательность выполнения измерений и план эксперимента. Определение интервалов между экспериментальными данными. Порядок проведения эксперимента. Многофакторные эксперименты – порядок выбора и построения планов, реализация экспериментов, обработка результатов.

Тема 7. Статистический анализ данных. Критерии оценки данных эксперимента. Дисперсионный анализ. Пуассоновское распределение. Возможности компьютерных технологий при обработке данных эксперимента.

Графический анализ данных. Правила и особенности построения графиков. Классический метод наименьших квадратов. Исследование функций графическими методами. Возможности программы *Microsoft Excel*.

Математический анализ данных. Значащие цифры. Подбор многочленов по экспериментальным данным. Выбор возможных трендов при построении графиков. Интерполяция и экстраполяция.

Тема 8. Особенности определения эффективных и механических показателей тепловых двигателей. Подбор средств измерения для проведения экспериментальных исследований тепловых двигателей. Определение показателей газодинамических, гидравлических, механических и др. процессов в тепловых двигателях.

Содержание практических занятий по дисциплине

Целью практических работ по дисциплине является закрепление знаний, полученных на лекциях.

Практические занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

При проведении практических занятий аспирантов предполагается широкое использование компьютерной техники, современных методов экспериментальных исследований (например, комплекса *LabView* фирмы *National Instruments*) и др.

Темы практических занятий следующие.

Тема № 1. Природа ошибок.

Тема № 2. Анализ размерностей.

Тема № 3. Технология построения измерительных систем.

Тема № 4. Практические основы подготовки эксперимента.

Тема 5. Технология проведения эксперимента.

Тема 6. Анализ данных.

Тема 7. Особенности определения показателей тепловых двигателей.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы для рейтинг-контроля.

Рейтинг–контроль № 1

1. Дайте характеристику эксперименту и его роли в исследовании.
2. Особенности проведения эксперимента.
3. Природа экспериментальных ошибок.
4. Неопределенности в эксперименте.
5. Классификация ошибок.
6. Распределение ошибок.
7. Определение случайной ошибки в эксперименте.
8. Планирование эксперимента с точки зрения ошибок.
9. Использование компьютерных технологий при определении ошибок эксперимента.
10. Анализ размерностей при проведении научного эксперимента.

Рейтинг–контроль № 2

1. Анализ размерностей и уменьшение набора переменных.
2. Выбор безразмерных комбинаций и переменных.
3. Основные характеристики измерительных систем.
4. Регистрация данных эксперимента.
5. Что такое структурирование научных знаний?
6. Современная исследовательская аппаратура для проведения эксперимента.
7. Подбор аппаратуры для эксперимента.
8. Оценка «цена/качество» используемой измерительной аппаратуры.
9. Комплекс *LabView* фирмы *National Instruments* и особенности его применения.
10. Компромиссный подбор аппаратуры по различным характеристикам.

Рейтинг–контроль № 3

1. Подбор оборудования для эксперимента.
2. Подбор измерительной аппаратуры для эксперимента.
3. Назовите этапы проведения экспериментального исследования.
4. Обоснуйте критерии подбора измерительной аппаратуры.
5. Что такое план эксперимента и как его готовить.
6. Последовательность проведения эксперимента.
7. Определение интервалов при получении экспериментальных данных.
8. Многофакторные эксперименты.
9. Вопросы сертификации (аттестации) измерительного оборудования.
10. Требования к результатам эксперимента и их учет при его подготовке.

Рейтинг–контроль № 4

1. Статистический анализ данных.
2. Критерии оценки результатов эксперимента.
3. Дисперсионный анализ.
4. Возможности компьютерных технологий при обработке результатов эксперимента.
5. Графический анализ данных.
6. Правила и особенности построения графиков.
7. Выбор трендов при построении графиков. Интерполяция и экстраполяция.
8. Математический анализ данных.
9. Особенности проведения экспериментов на двигателе.
10. Подбор средств измерения для проведения экспериментов на двигателе.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачеты).

Контрольные вопросы к зачету (2 семестр)

1. Характеристика эксперимента и его роль в исследовании.
2. Особенности проведения эксперимента.
3. Природа экспериментальных ошибок. Классификация ошибок. Распределение ошибок.
4. Неопределенности в эксперименте. Определение случайной ошибки в эксперименте.
5. Планирование эксперимента с точки зрения ошибок.
6. Использование компьютерных технологий при определении ошибок эксперимента.
7. Анализ размерностей при проведении научного эксперимента. Анализ размерностей и уменьшение набора переменных.
8. Выбор безразмерных комбинаций и переменных.
9. Основные характеристики измерительных систем.
10. Регистрация данных эксперимента.
11. Современная исследовательская аппаратура для проведения эксперимента. Подбор аппаратуры для эксперимента.
12. Оценка «цена/качество» используемой измерительной аппаратуры.
13. Комплекс *LabView* фирмы *National Instruments* и особенности его применения.
14. Компромиссный подбор аппаратуры для эксперимента по различным характеристикам.

Контрольные вопросы к зачету (3 семестр)

1. Подбор оборудования и измерительной аппаратуры для эксперимента.
2. Этапы проведения экспериментального исследования.
3. Основные критерии подбора измерительной аппаратуры.
4. План эксперимента и его подготовка. Последовательность проведения эксперимента.
5. Определение интервалов при получении экспериментальных данных.
6. Многофакторные эксперименты.
7. Вопросы сертификации (аттестации) измерительного оборудования.
8. Требования к результатам эксперимента и их учет при его подготовке.
9. Критерии оценки результатов эксперимента. Статистический анализ данных.
10. Возможности компьютерных технологий при обработке результатов эксперимента.
11. Правила и особенности построения графиков. Графический анализ данных.
12. Выбор трендов при построении графиков. Интерполяция и экстраполяция.
13. Математический анализ данных.
14. Особенности проведения экспериментов на двигателе.
15. Подбор средств измерения для проведения экспериментов на двигателе.

5.3. Самостоятельная работа студентов

Темы самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к практическим занятиям, оформлении отчетов по практической работе, к рубежным контролям, к зачету. Она может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

Тематика самостоятельной работы студентов выбирается индивидуально для каждого студента и согласовывается с научным руководителем.

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 362 с.	2005	В библиотеке ВлГУ
Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Кожухар В.М. – М.: Дашков и К	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017117.html
Драгомиров С.Г., Шарапов А.М. Стендовые испытания и диагностика автомобильных и тракторных поршневых двигателей. - Лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика	2021	http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/9131
Дополнительная литература		
Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шкляр М.Ф. – М.: Дашков и К	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394021626.html

6.2. Периодические издания

При освоении дисциплины можно использовать любые периодические издания с соответствующими публикациями (журналы «Автомобильная промышленность», «Тракторы и сельхозмашины», «Двигателестроение» и др.).

6.3. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины рекомендуется использовать сайт www.twirpx.org.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины используются компьютерные версии материалов (файлы) для технического обучения фирм *R.Bosch*, *Audi*, *Volkswagen*, *Nissan*, *Siemens* и др. При проведении лекций также применяются аналогичные материалы различных зарубежных фирм.

Лекционная аудитория имеет мультимедийные средства для лекционных и практических занятий, наглядные пособия в виде узлов, агрегатов и компонентов двигателей.

Лаборатория кафедры ТДиЭУ имеет соответствующее оборудование, установки, макетные образцы узлов и агрегатов двигателей для проведения всего комплекса практических занятий по данной дисциплине.

Рабочую программу составил
профессор кафедры ТД и ЭУ, д.т.н.

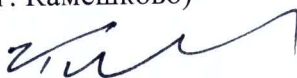


Драгомиров С.Г.

Рецензент

(представитель работодателя) специалист по сертификации АО «Камешковский механический завод» (Владимирская область, г. Камешково)


д.т.н.



А.Р. Кульчицкий

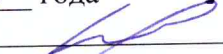
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТДиЭУ.

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Заведующий кафедрой  Абалев А.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии на-
правления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение».

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии  Абалев А.Ю.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
«История энергомашиностроения»

образовательной программы направления подготовки 13.03.03 «Энергетическое
машиностроение», направленность – двигатели внутреннего сгорания (бакалавриат)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО