

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.	<b>Знает</b> современные методы исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы. <b>Умеет</b> использовать соответствующие современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. <b>Владеет</b> 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	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017117.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017117.html</a>	
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	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/9131">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/9131</a>	
Дополнительная литература			
Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шкляр М.Ф. – М.: Дашков и К	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394021626.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394021626.html</a>	

### 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](http://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.

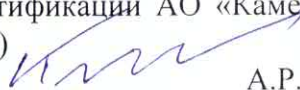
Рабочую программу составил  
профессор кафедры ТД и ЭУ, д.т.н.



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 30.08.22 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Абаляев А.Ю.



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

Протокол № 1 от 30.08.22 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Абаляев 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*