

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



УТВЕРЖДАЮ
 проректор
 по учебно-методической работе
 _____ А.А. Панфилов
 « 12 » _____ 02 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Планирование эксперимента»

Направление подготовки: 13.04.03 – энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: двигатели внутреннего сгорания

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудо- емкость зач. ед., час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работы, час	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	3/108	-	18	-	90	зачет
Итого	3/108	-	18	-	90	зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются формирование: научно обоснованного подхода к проведению экспериментальных исследований, базирующееся на основе методов планирования эксперимента, обеспечивающих их качественное проведение; умения предвидеть результаты научной деятельности; навыков грамотного документирования хода и оформления результатов экспериментальных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Планирование эксперимента» относится к разделу Б1.В.ДВ структуры ОПОП магистратуры.

Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики (разделы теории вероятностей и математической статистики), информатики, термодинамики, теории рабочих процессов поршневых двигателей, конструировании двигателей, основ научных исследований и испытаний двигателей, систем двигателей, а также пройти производственную практику на машиностроительном предприятии.

Дисциплина «Планирование эксперимента» дает студентам представление о методах математического планирования эксперимента, базирующихся на понятиях, вводимых в теории вероятностей и использующих математический аппарат, разработанный в математической статистике.

Материал дисциплины позволяет студентам обоснованно назначать измеряемые и варьируемые параметры и показатели, понимать взаимосвязь между ними, а полученные знания по информатике – правильно обрабатывать и наглядно представлять результаты экспериментальных исследований с помощью прикладных программ на ПЭВМ.

Производственная практика на машиностроительном предприятии дает возможность студентам увидеть и познакомиться с машиностроительным производством, методами испытаний, что позволит им легче усваивать излагаемый на учебных занятиях материал.

Дисциплина «Планирование эксперимента» закладывает теоретические основы для профессиональной деятельности, связанной с получением, обработкой и анализом экспериментальных данных и построением и использованием эмпирических и полуэмпирических зависимостей. Благодаря ее изучению закладываются базовые знания, позволяющие рационально спланировать научный и инженерный эксперимент.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать: методы решения задач оптимизации параметров различных систем (ПК-1).
- 2) Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2).
- 3) Владеть: современными методами исследования (ОПК-2) при решении задач оптимизации параметров теплоэнергетических установок (ПК-1).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа, семестр 1.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Пассивное планирование эксперимента. Регрессионный анализ: линейная регрессия; нелинейная регрессия. Аппроксимация полиномом методом наименьших квадратов: функция одной переменной; функция двух и более переменных.	1	1 - 2		2			6		2 (100%)	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
2.	Активное планирование эксперимента. Матрица планирования эксперимента, информационная матрица, матрица ошибок. Матричное уравнение для определения коэффициентов регрессии.	1	3 - 4		2				2		2 (100%)	
3.	Ортогональное планирование первого порядка.	1	5 - 6		2			12			2 (100%)	рейтинг-контроль №1
4.	Ортогональное планирование второго порядка.	1	7 - 8		2			12			2 (100%)	
5.	Композиционность планов, ротатабельное планирование: ротатабельное центрально-композиционное планирование; униформ-ротатабельное центрально-композиционное планирование	1	9 - 10		2			10			2(100%)	
6.	Дробный факторный эксперимент; выбор наивыгоднейших реплик.	1	11 - 12		2			12			2 (100%)	рейтинг-контроль №2
7.	Проверка воспроизводимости эксперимента, оценка значимости коэффициентов регрессии, проверка математической модели на адекватность	1	13 - 14		2			8			2 (100%)	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) Лекции
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы					
8.	Методы оптимизации. Метод градиентного спуска («крутого восхождения»); Симплекс-оптимизация. Методы нахождения глобальных и локальных экстремумов. Исследование области экстремума.	1	15 - 18		4				28	4 (100%)	рейтинг-контроль №3
Итого					18				90	18 (100%)	зачет

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.03 – энергетическое машиностроение, реализация компонентного подхода предусматривает использование в процессе проведения практических занятий активных и интерактивных форм проведения занятий. С этой целью предусмотрено проведение *компьютерных симуляций* процесса планирования и проведения экспериментов в области энергетического машиностроения, подготовлены *интерактивные слайд-шоу* описывающие особенности различных методик планирования эксперимента и области их применения, предусмотрен *разбор конкретных ситуаций*, возникающих в процессе планирования и проведения научного и инженерного эксперимента.

В рамках учебного курса планируются встречи студентов со специалистами, проводящими НИОКР в области энергетического машиностроения, работающими на ведущих научных и производственных предприятиях региона, а также с преподавателями и сотрудниками университета, активно участвующими в проведении научных исследований. Студентам выдается раздаточный материал (сложные схемы, чертежи и т.д.) с целью уменьшения затрат времени на оформление студентами чертежей и рисунков.

Используются методы проблемного обучения – организация учебных занятий, которые предполагают создание под руководством преподавателя проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность студентов по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

Удельный вес занятий, проводимых в активных и интерактивных формах в курсе «Планирование эксперимента» составляет 50% от аудиторных занятий (требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 – «Энергетическое машиностроение» (квалификация (степень) «магистр») должен составлять не менее 40 % аудиторных занятий). Занятия лекционного типа в данном курсе не предусмотрены (согласно требованиям ФГОС должны составлять не более 20% аудиторных занятий).

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

В процессе изучения дисциплины используются различные методы контроля: на практических занятиях проводится перекрестный опрос студентов с целью выяснения, как они усвоили предыдущий материал. Также, студенты, под руководством преподавателя, самостоятельно выполняют индивидуальные задания, связанные с выполнением научных исследований по теме выпускной квалификационной работы. Изложение материала и практические занятия направлены на то, чтобы выработать у студентов требуемые компетенции и качественно выполнить выпускную квалификационную работу.

В соответствии с «Положением о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов во Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)» одобренным НМС ВлГУ 16.05.2013 г. (протокол №9) и утвержденным ректором ВлГУ 17.05.2013 г. проводится рейтинг-контроль.

Проверка выполненной самостоятельной работы студентов проводится на практических занятиях.

Контрольные вопросы к зачету

1. Линейная регрессия. Коэффициент парной корреляции. Нелинейная регрессия.
2. Аппроксимация полиномом по методу наименьших квадратов. Функции одной и двух и более переменных. Выбор степени аппроксимирующего полинома.

3. Факторы и факторное пространство при активном планировании экспериментов. Виды представления факторов. Матрица планирования эксперимента и ее свойства. Рандомизация.

4. Информационная матрица и матрица ошибок. Матричное уравнение для определения коэффициентов полинома функции отклика.

5. Ортогональное планирование первого порядка. Определение числа строк и способы построения матрицы планирования для произвольного числа факторов. Вычисление коэффициентов полинома функции отклика.

6. Ортогональное планирование второго порядка. Ортогонализация матрицы планирования эксперимента. Вычисление коэффициентов полинома функции отклика.

7. Композиционность планов. Ротатабельное центрально-композиционное планирование. Звездное плечо. Определение числа строк матрицы планирования. Построение матрицы планирования эксперимента.

8. Композиционность планов. Униформ-ротатабельное центрально-композиционное планирование. Звездное плечо. Определение числа строк матрицы планирования. Построение матрицы планирования эксперимента.

9. Дробный факторный эксперимент. Выбор наивыгоднейших реплик.

10. Использование метода случайного баланса для ранжирования факторов.

11. Проверка воспроизводимости эксперимента, оценка значимости коэффициентов полинома функции отклика, проверка эмпирической математической модели на адекватность.

12. Метод градиентного спуска («крутого восхождения»). Исследование области экстремума.

Задание на рейтинг-контроль

1-й рейтинг-контроль

1. Линейная и нелинейная регрессия. Определение коэффициентов регрессии. Коэффициент парной корреляции.

2. Метод наименьших квадратов. Выбор степени аппроксимирующего полинома и вычисление коэффициентов полинома для функции двух и более переменных.

3. Метод наименьших квадратов. Выбор степени аппроксимирующего полинома и вычисление коэффициентов полинома для функции одной переменной.

4. Факторы и факторное пространство. Представление факторов в кодированном виде. Матрица планирования эксперимента и ее свойства.

5. Полином функции отклика. Построение информационной матрицы и матрицы ошибок. Матричное уравнение для определения коэффициентов полинома функции отклика.

6. Матрица планирования эксперимента при ортогональном планировании первого порядка и способы ее построения для произвольного числа факторов.

7. Определение коэффициентов полинома функции отклика при ортогональном планировании первого порядка.

2-й рейтинг-контроль

1. Матрица планирования эксперимента при ортогональном планировании второго порядка и ее ортогонализация.

2. Полином функции отклика и информационная матрица при планировании эксперимента второго порядка.

3. Определение числа строк матрицы планирования при ортогональном планировании первого и второго порядков.

4. Композиционность планов. Ротатабельное планирование. Звездное плечо.

5. Ротатабельное центрально-композиционное планирование.

6. Униформ-ротатабельное центрально-композиционное планирование.

7. Дробный факторный эксперимент.

8. Выбор наивыгоднейших реплик при дробном факторном эксперименте.

3-й рейтинг-контроль

1. Проверка воспроизводимости эксперимента.

2. Оценка значимости коэффициентов регрессии.

3. Проверка эмпирической математической модели на адекватность.

4. Метод случайного баланса для ранжирования факторов.

5. Метод градиентного спуска («крутого восхождения»). Исследование области экстремума.

Предложение по распределению баллов рейтинг-контроля приведено в фонде оценочных средств. По окончании изучения курса студенты сдают зачет.

Самостоятельная работа студентов

СРС заключается в проработке учебной и научной литературы по теме занятий, поиске и обработке, по согласованию с научным руководителем, информации необходимой в подготовке экспериментальной части выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации). Написании, по обработанному таким образом самостоятельно материалу,

рефератов, подготовке и проведению докладов. Тематика СРС выбирается индивидуально для каждого студента и согласовывается с научным руководителем.

Содержание СРС должно охватывать следующие темы:

1. Обоснование актуальности экспериментального исследования.
2. Выбор вида эмпирической зависимости (функции отклика), обоснование выбора вида планирования эксперимента.
3. Выбор факторов, обоснование выбора уровней варьирования факторов, переход от натурального представления уровней факторов к кодированному.
4. Построение матрицы планирования эксперимента и информационной матрицы. Ортогонализация информационной матрицы.
5. Вычисление коэффициентов функции отклика.
6. Проверка воспроизводимости эксперимента, уровня значимости факторов, адекватности математической модели.
7. Переход от кодированного к натуральному представлению факторов.
8. Нахождение и исследование области экстремума эмпирической зависимости.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература

1. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев // – М.:КНИТУ, 2013.
2. Кабардина С. И. Измерения физических величин. Элективный курс [Электронный ресурс]: Учебное пособие. –М.:БИНОМ, 2012
3. Карманов Ф. И., Острейковский В. А. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс]: Учебное пособие. –М.:Абрис, 2012.

б) Дополнительная литература

1. Ленивкина И. А. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: Практикум. –М.:НГАУ, 2012.
2. Яковлев В. П. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: Учебное пособие. –М.:Дашков и К, 2012.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения практических занятий разработаны интерактивные слайд-шоу. Во время самостоятельной работы студенты имеют возможность использовать вычислительную технику и ПО MATLAB™, лицензированное ВлГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» и профилю подготовки «Энергетическое машиностроение» утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №1501 от 21.11.2014 г., применительно к учебному плану направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень высшего образования — магистратура), утвержденного ректором ВлГУ 04.02.2015 г.

Рабочую программу составил доцент кафедры ТДиЭУ, к.т.н.  А. Ю. Абаляев

Рецензент:

Программа одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки». Протокол № 19 от « 10 » 02 2015 года.

Заведующий кафедрой ТД и ЭУ  В.Ф. Гуськов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (квалификация магистр).

" 12 " 02 2015 г., протокол № 1 от _____

Председатель комиссии  В. Ф. Гуськов

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год
Протокол заседания кафедры № 2 от 06.09.16 года
Заведующий кафедрой _____ Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года
Заведующий кафедрой _____ В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год
Протокол заседания кафедры № 24 от 04.09.18 года
Заведующий кафедрой _____ В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09 2019 г.
Заведующий кафедрой _____ В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20 ____ г.
Заведующий кафедрой _____ В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20 ____ г.
Заведующий кафедрой _____ В.Ф. Гуськов