

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)

*Владимир
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Аналитические численные методы в планировании экспериментов
и инженерном анализе»**

Направление подготовки 23.04.01 «Технология транспортных процессов»

Программа подготовки: «Организация автомобильных перевозок и безопасность движения»

Уровень высшего образования :

магистратура

Форма обучения :

очная

Семестр	Трудоёмкость, зач. ед./ час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаб. работ, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз/зачёт)
1	2/72	-	-	36	36	зачет
Итого	2/72	-	-	36	36	зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Аналитические численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» является подготовка к научно-технической деятельности, связанной с применением экспериментальных исследований: выбор и составление планов многоуровневых экспериментов, организация эксперимента и оценка поведения объекта исследования, анализ результатов эксперимента, построение математических моделей объектов исследования с оценкой их адекватности, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции.

Основные задачи получение теоретических знаний и практических навыков по выполнению научных и промышленных экспериментальных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Рассматриваемая дисциплина находится в базовой части обязательных дисциплин образовательной программы.

Учебная дисциплина «Аналитические численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» формирует знания, и умения в области проведения научных и промышленных исследований. Для изучения дисциплины необходимы фундаментальные дисциплины такие, как «Современные методы математического моделирования», «Методы проведения научных исследований».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями

способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);

способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОПК-4);

способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-6);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) **Знать:** теоретические основы обоснования и проведения эксперимента, базовые представления, используемыми в современном естествознании при решении задач объективизации оценок численных значений характеристик измеряемых величин (ОПК-1), (ОПК-4), (ППК-6).

2) **Уметь:** методически обосновывать научные исследования, проводить статистическую оценку результатов экспериментов, получать математическую модель объекта исследования и оценивать ее адекватность (ОПК-1), (ОПК-4), (ОПК-6).

3) **Владеть** навыками подготовки и организации промышленного и научного эксперимента, а также обработки их результатов (ОПК-6).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

№ 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	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Принципы планирования эксперимента	1	1-6	-	-	12	-	12	-	6/50	Рейтинг-контроль №1
2	Основные методы планирования	1	7-12	-	-	12	-	12	-	6/50	Рейтинг-контроль №2
3	Анализ экспериментальных данных	1	13-18	-	-	12	-	12	-	6/50	Рейтинг-контроль №3
Всего			1-18		-	36	-	-	-	18/50%	зачёт

Содержание учебно-образовательных разделов

Раздел 1. Требования, предъявляемые в современной России к результатам научной деятельности в естествознании в целом, в медицине и биологии. Реферативные и авторские результаты. Виды моделей: концептуальные, структурные, математические. Место моделей в биологии, медицине и в современном естествознании в целом. Детерминированные и стохастические модели. Иерархия и суперпозиция моделей. ГОСТ 7.32-91.

Раздел 2. Метод эволюционного планирования Бокса. Вращаемое и случайное эволюционное планирование. Регрессионный анализ и критерий оптимальности регрессионных экспериментов. Непрерывные оптимальные планы, статические методы. D-оптимальные планы. Свойства и методы построения точных оптимальных планов. Дискриминирующие эксперименты. Последовательный симплекс метод.

Раздел 3. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов. Методы нахождения численных оценок характеристик. Подготовка и организация промышленного эксперимента.

Лабораторный практикум

Раздел 1. Принципы планирования эксперимента

Лабораторные работы 1-3. Выбор матричного уравнения для определения коэффициентов математической модели. Составление матрицы планирования в кодированном виде, расчет шагов варьирования и основного уровня. Ортогональное планирование первого порядка, дробный факторный эксперимент, ортогональное планирование второго порядка для функции двух переменных.

Раздел 2. Основные методы планирования

Лабораторные работы 4-6. Непрерывные оптимальные планы. D- оптимальные Последовательный симплексный метод Метод эволюционного планирования Бокса. Вращаемое и случайное эволюционное планирование. Регрессионный анализ и критерий оптимальности регрессионных экспериментов. Непрерывные оптимальные планы, статические методы. D-оптимальные планы. Свойства и методы построения точных оптимальных планов. Дискриминирующие эксперименты. Последовательный симплекс метод.

Раздел 3. Анализ экспериментальных данных

Лабораторные работы 7-9. Обработки и представление результатов эксперимента Дискриминирующие эксперименты. Обобщенные критерии оптимальности. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов. Методы нахождения численных оценок характеристик. Подготовка и организация промышленного эксперимента

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Содержание дисциплины «Аналитические численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» имеет выраженную практическую направленность. В связи с этим изучение курса ««Основы теории эксперимента» предполагает сочетание таких взаимодействующих форм занятий, как лекция, практические, лабораторные занятия и самостоятельная работа с научно-практическими источниками. Все перечисленные виды учебной и самостоятельной работы реализуются с помощью современных образовательных технологий, в том числе с использованием активных (инновационных) методов обучения.

Лекционный материал должен иметь проблемный характер и отражать профиль подготовки слушателей. На лекциях излагаются основные теоретические положения по изучаемой теме. В процессе изложения всего лекционного материала по всем темам изучаемой дисциплины применяются информационно - коммуникационные технологии, а именно электронные портфолио (презентации и опорные конспекты). По каждой теме лекционного материала разработаны презентации.

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

Задания для СРС

1. Основы планирования эксперимента:

- обработка результатов контроля параметров процесса. Вычисление статистических показателей, построение графиков, интерпретация;
- обработка результатов пассивного эксперимента, пошаговый алгоритм построения модели процесса, адекватность построенной модели, оценка степени влияния различных факторов на контролируемый параметр;
- обработка фрагмента базы данных промышленного предприятия, изучение влияние факторов на качество продукции, разрабатываем на основе анализа рекомендации по технологии;
- разработка 6-и факторного дробного план эксперимента с учетом имеющихся ограничений и экспертных знаний;
- разработка 5-и факторный дробный план с репликациями.

2. Анализ результатов факторного эксперимента построение модели. Оптимизация

- статистическая обработка результатов 6-факторного промышленного эксперимента, ранжирование факторов по важности, оценка эффектов факторов, интерпретирование результатов;
- статистическая обработка эксперимента с репликациями и центральными точками, подбор наиболее адекватную модель, описывающую результаты эксперимента;

- построение на основе эксперимента квадратичные модели и модели с эффектами взаимодействия, интерпретация эффекты взаимодействия.

- разработка рекомендации на основе графического анализа результатов моделирования, анализ 3-х мерных графиков поверхности отклика и контурные графики;

- оптимальные уровни входных параметров процесса на основе результатов промышленного эксперимента, настройка функцию желательности, разрабатываем рекомендации по улучшению технологии;

разработка плана валидации разработанных рекомендаций по улучшению технологии, статистическая обработку валидационных испытаний.

3. Планы Тагучи, латинские и греко-латинские квадраты. Специфические ситуации:

- разработка плана эксперимента по Тагучи для реальной задачи, различные сценарии доработки стандартных планов Тагучи под реальные потребности;

- статистическая обработка результатов эксперимента и нахождение оптимальных параметров процесса;

- разработка план эксперимента на основе латинских и греко-латинских квадратов;

- разработка план эксперимента для анализа большого количества факторов (более 20). выявление ключевых факторов;

- примеры экспериментов, в которых нужна нелинейная трансформация, определение способ нелинейной трансформации на основе метода Бокса-Кокса.

Вопросы к зачету по дисциплине:

1. История появления планирования эксперимента.
2. Общие сведения о математической теории планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент.
3. Требования, предъявляемые в современной России к результатам научной деятельности в естествознании в целом
4. Основные положения математической теории планирования эксперимента.
5. Виды моделей: концептуальные, структурные, математические.
6. Детерминированные и стохастические модели.
7. Иерархия и суперпозиция моделей.
8. ГОСТ 7.32-91.Основные положения.
9. Этапы проведения и анализа эксперимента.
10. . Метод эволюционного планирования Бокса.
11. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к факторам.
12. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к совокупности факторов.
13. Математическая модель объекта исследования (черный ящик, функция отклика).
14. Полный факторный эксперимент. Основной уровень, шаг варьирования.
15. Основные свойства матрицы планирования.
16. Обработка результатов эксперимента.
 - 16.1 Дисперсионный анализ результатов эксперимента (оценка рраноточности).
 - 16.2. Определение коэффициентов уравнения регрессии.
 - 16.3 Дисперсионный анализ уравнения регрессии.
17. Эффекты взаимодействия.
18. Дробно-факторное планирование.
19. Неполные планы. Планы выборочного контроля.
20. Полу реплика 2^{3-1} . Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
21. Полу реплика 2^{4-1} . Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
22. Полу реплика 2^{5-1} . Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
23. $\frac{1}{4}$ реплика или реплика 2^{5-2} . обобщающий определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.

24. Рандомизация.
25. Определение области экстремума. Движение по вектор-градиенту.
26. Ортогональное планирование 2-го порядка. Корректирование квадратичных переменных. Расчет коэффициентов.
27. Определение координат экстремальной точки.
28. Планирование эксперимента с качественными факторами.
29. Обобщенный параметр оптимизации
30. Непрерывные оптимальные планы, статические методы.
31. D-оптимальные планы. . Свойства и методы построения точных оптимальных планов.
32. Дискриминирующие эксперименты.
33. Последовательный симплекс метод.
34. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов.
35. Подготовка и организация промышленного эксперимента

Рейтинг – контроль знаний студентов

Вопросы к рейтинг- контролю №1

1. Для чего предназначен эксперимент?
2. Определение опыта.
3. Что такое активный и пассивный эксперименты?
4. Определение плана эксперимента.
5. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
6. Смысловое содержание дисперсионной модели.
7. Смысловое содержание регрессионной модели.
8. Что такое планирование эксперимента?
9. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
10. В чем состоит принцип последовательного планирования?

Вопросы к рейтинг- контролю № 2

1. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
 2. В чем состоит принцип рандомизации?
 3. В чем состоит принцип оптимальности плана?
 4. Цель планирования эксперимента.
 5. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
 6. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
 7. Общий вид латинских квадратов.
- Контрольные вопросы:
8. Использование среднего квадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
 9. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
 10. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.

Вопросы к рейтинг- контролю №3

1. Суть однофакторного эксперимента.
2. Типовая гипотеза однофакторного эксперимента.
3. Вид дисперсионной математической модели однофакторного эксперимента.
4. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
5. Чем оценивается значимость исследуемого фактора?
6. Что такое полный факторный эксперимент?
7. Что такое полный план?
8. Суть двухфакторного эксперимента.
9. Типовая гипотеза двухфакторного эксперимента.

10 . Вид дисперсионной математической модели двухфакторного эксперимента.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, обучающихся по направлению	Обеспеченность студентов литературой, %
1	2	3	4	5	6	7
Основная литература						
1	Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.В. Карманова. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2015.	2015	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976523036.html	10	100
2	Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков ; под ред. В. А. Садовниченко. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015.	2015	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329809.html	10	100
3	Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Классический университетский учебник).	2015	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html	10	100
4	Адлер, Ю.П. Введение в планирование экспериментов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2014. — 36 с.	2014	-	http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=69763	10	100
5	Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 320 с.	2015	-	http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=65949	10	100
Дополнительная литература						
1	Полякова, Н.С. Математическое моделирование и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 36 с.	2010	-	http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=52060	10	100

2	Голованов, А.Н. Планирование эксперимента. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ (Национальный исследовательский Томский государственный университет), 2011. — 76 с.	2011	-	http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=44958	10	100
3	Попов А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс]: монография/ Попов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 296 с.	2013	-	http://www.iprbookshop.ru/45413	10	100
4	Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), 2013. — 154 с.	2013	-	http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=73344	10	100

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Аналитические численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» изучается на материальной базе кафедры АТБ. Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории 325-2, лабораторные работы в компьютерном классе аудитории 324-2.

Аудитория 324-2 – компьютерный класс, подключенный к сети университета и Интернет. Оборудование включает: ПЭВМ – 10 штук; сканер – 1 шт.; ксерокс- 1 шт.; мультимедийный проектор. Аудитория 325-2 включает оборудование: компьютеры на базе Pentium-4, мультимедийный проектор.

При проведении занятий используется следующее **программное обеспечение**: программный комплекс Borland Delphi 7, Ms. Windows 7, Microsoft Office 2010, ПО Hitachi StarBoard

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 23.04.01 «Технология транспортных процессов» и программы подготовки: академ. магистратура.

Рабочую программу составил Касаткин Ф.П. к.т.н., профессор Касаткин Ф.П..

Рецензент Евсиф Зач. руководителя центра НОЦ ОБДД

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТБ протокол № 32 от 27.04.15 года.

Заведующий кафедрой АТБ Амирсейидов Ш.А. Амирсейидов Ш.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 23.04.01 «Технология транспортных процессов»

протокол № 9 от 27.04.15 года.

Председатель комиссии Амирсейидов Ш.А. Амирсейидов Ш.А..



ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016 / 2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 3 от 13.09.16 года.

Заведующий кафедрой  Ш.А. Амирсейидов

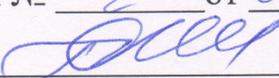
Рабочая программа одобрена на 2017 - 2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 2 от 12.09.17 года.

Заведующий кафедрой  Ш.А. Амирсейидов

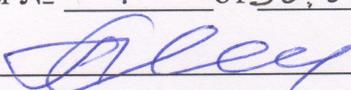
Рабочая программа одобрена на 2018 - 2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 2 от 04.09.18 года.

Заведующий кафедрой  Ш.А. Амирсейидов

Рабочая программа одобрена на 2019 - 2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2019 года.

Заведующий кафедрой  Ш.А. Амирсейидов