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 информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
_____ А.А. Галкин
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Модели и методы планирования экспериментов,
обработки экспериментальных данных»

направление подготовки / специальность
09.04.04 «Программная инженерия»

направленность (профиль) подготовки
Разработка программно-информационных систем

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных» является ознакомление магистрантов с моделями и методами планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных, построением моделей сложных систем и процессов.

Задачи: знакомство с методами планирования экстремальных экспериментов; постановкой и проведением экспериментов; анализом результатов экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных» относится к обязательной части учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1. Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний. ОПК-1.3. Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Знает: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний Владеет: Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Тестовые вопросы, Практико-ориентированные задания
ПК-1. Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.1. Знать: ПК-1.1.1. Актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний ПК-1.1.2. Методы анализа научных данных ПК-1.1.3. Методы и средства	Знает: Актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; Методы анализа научных данных; Методы и средства планирования и организации исследований	Тестовые вопросы, Практико-ориентированные задания

	планирования и организации исследований и разработок ПК-1.2. Уметь: ПК-1.2.1 Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний ПК-1.2.2. Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ПК-1.3. Иметь навыки: ПК-1.3.1. Осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок ПК-1.3.2. Организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок ПК-1.3.3. Проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений ПК-1.3.4. Осуществления теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	и разработок Умеет: Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Имеет навыки: Осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; Организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; Проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; Осуществления теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

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. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики	3	1-2	2		2	1	8	
2	Крутое восхождение по поверхности отклика	3	3-4	2		2	1	8	

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*		
3	Ротатабельное планирование второго порядка	3	5-6	2		2	1	8	Рейтинг-контроль №1
4	Исследование почти стационарной области	3	7-8	2		2	1	8	
5	Множественный регрессионный анализ. Планирование промышленного эксперимента	3	9-10	2		2	1	8	
6	Рекуррентные алгоритмы построения математического описания дрейфующих объектов	3	11-12	2		2	1	8	Рейтинг-контроль №2
7	Снижение размерности. Метод главных компонент. Факторный анализ.	3	13-14	2		2	1	8	
8	Дисперсионный анализ	3	15-16	2		2	1	8	
9	Временные ряды. Прогнозирование временных рядов	3	17-18	2		2	1	8	Рейтинг-контроль №3
Всего за 3 семестр:				18		18		72	Экзамен, 36
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18		18		72	Экзамен, 36

Содержание лекционных занятий по дисциплине

1. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики
   1.1. Основы теории планирования эксперимента
   1.2. Особенности экспериментальных исследований
   1.3. Полный факторный эксперимент
   1.4. Дробный факторный эксперимент
2. Крутое восхождение по поверхности отклика
   2.1. Движение по градиенту
   2.2. Крутое восхождение по поверхности отклика
3. Ротатабельное планирование второго порядка
   3.1. Ротатабельное центральное композиционные планирование
   3.2. Расчетное определение коэффициентов модели и их дисперсий
   3.3. Оценка значимости коэффициентов модели и адекватности модели регрессии
4. Исследование почти стационарной области
   4.1. Поиск оптимума по полученному полиному
   4.2. Канонический анализ уравнения регрессии
   4.3. Отыскание условного экстремума при наличии нескольких поверхностей отклика
5. Множественный регрессионный анализ. Планирование промышленного эксперимента
   5.1. Множественный регрессионный анализ. Проверка выполнения предпосылок м.н.к.

5.2. Особенности планирования промышленного эксперимента
5.3. Продолжительность экспериментов и интервал съема данных
5.4. Влияние погрешностей регистрации статистических данных на точность регрессионной модели
6. Рекуррентные алгоритмы построения математического описания дрейфующих объектов
6.1. Постановка задачи и описание метода решения
6.2. Метод текущего регрессионного анализа
7. Снижение размерности. Метод главных компонент. Факторный анализ
7.1. Методы анализа больших систем
7.2. Компонентный анализ
7.3. Факторный анализ
7.4. Условия применения факторного анализа
7.5. Последовательность факторного анализа
8. Дисперсионный анализ
8.1. Однофакторный дисперсионный анализ
8.2. Двухфакторный дисперсионный анализ
9. Временные ряды. Прогнозирование временных рядов
9.1. Модели временных рядов
9.2. Статистические оценки взаимосвязи двух временных рядов
9.3. Методы прогнозирования временных рядов
9.4. Оценка адекватности и точности трендовых моделей прогноза

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Лабораторная работа №1. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент
Лабораторная работа №2. Крутое восхождение по поверхности отклика
Лабораторная работа №3. Регрессионный анализ при ротатабельном планировании второго порядка
Лабораторная работа №4. Исследование почти стационарной области
Лабораторная работа №5. Множественный регрессионный анализ
Лабораторная работа №6. Математическое описание дрейфующего объекта. Метод текущего регрессионного анализа
Лабораторная работа №7. Факторный анализ
Лабораторная работа №8. Анализ временных рядов
Лабораторная работа №9. Прогнозирование временных рядов

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

Перечень вопросов для текущих контрольных мероприятий

Рейтинг- контроль №1

1. В каких случаях нужно планирование экспериментов
2. В чем заключается задача экспериментатора по поиску математической модели
3. Какой априорной информацией располагает экспериментатор приступая к поиску математической модели
4. Какие требования предъявляются к оценкам параметров модели

5. Какие критерии используются при построении ротатабельных планов

6. Какие коэффициенты регрессии при ротатабельном планировании определяются независимым образом

Рейтинг- контроль №2

1. Как проводится крутое восхождение по поверхности отклика?

2. Для чего приводятся уравнения регрессии к канонической форме?

3. Как влияет погрешности регистрации факторных переменных на точность математического описания?

4. Как влияют погрешности регистрации факторных переменных на коэффициенты регрессии?

5. Чем вызваны неконтролируемые изменения модели (дрейф характеристик) объекта во времени?

6. Возможны, какие ситуации при практическом решении задачи построения математического описания дрейфующего объекта?

7. Какие предпосылки вдвигаются при решении задачи построения математического описания дрейфующего объекта?

Рейтинг-контроль №3

1. Когда имеет смысл проводить факторный анализ?

2. В чем идея метода компонентного анализа?

3. Назначение факторного анализа?

4. Запишите модель аддитивного случайного процесса. Приведите интерпретацию компонентов модели.

5. Что понимается под коинтеграцией причинно следственной зависимости в уровнях двух или более временных рядов?

6. Если на предварительном анализе совмещенных графиков в структуре изучаемых временных рядов обнаруживается тренда либо циклические колебания, то к чему это может привести?

7. Какие предположения лежат в основе алгоритмов прогнозирования?

8. От чего зависит надежность и точность прогноза?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины *(экзамен)*

Перечень вопросов к экзамену:

1. Место планирования эксперимента (ПЭ) в исследовании систем
2. Основные направления в теории ПЭ. Задачи эксперимента по поиску математических моделей
3. Оценки параметров регрессионных моделей.
4. Планирование второго порядка. Свойство ротатабельности планов.
5. Оценка параметров регрессионных моделей. Погрешности вычисления параметров. Их значимость. Адекватность модели.
6. Исследование почти стационарной области. Крутое восхождение по поверхности отклика.
7. Канонический анализ уравнения регрессии. Типы поверхностей отклика второго порядка. Нахождение экстремума поверхности отклика.
8. Отыскание условного экстремума при наличии нескольких поверхностей отклика.
9. Особенности планирования промышленного эксперимента. Расчет продолжительности эксперимента и временного интервала съема данных.
10. Влияние погрешности регистрации статистических данных на точность параметров модели и регрессионного уравнения в целом.

11. Постановка задачи математического описания дрейфующего объекта.

12. Метод текущего регрессионного анализа. Структура рекуррентного алгоритма вычисления параметров модели.

13. Модели временных рядов. Аддитивные модели. Выявление трендовой и сезонной компонент. Адекватность модели.

14. Статистические оценки взаимосвязи двух временных рядов. Коинтеграция временных рядов. Оценка параметров уравнения регрессии обобщенным методом наименьших квадратов.

15. Компонентный анализ, решаемые задачи. Методика анализа статистических данных.

16. Факторный анализ, решаемые задачи. Методика анализа данных.

17. Основная идея однофакторного дисперсионного анализа. Формулирование нулевой гипотезы.

18. Основная идея двухфакторного дисперсионного анализа. Основное тождество дисперсионного анализа для случая двухфакторного анализа.

19. Модель аддитивного случайного процесса, оценка ее компонент.

20. Оценка точности разработанной модели временного ряда.

21. Обобщенный метод наименьших квадратов, его применение при обработке экспериментальных данных.

22. Методы и алгоритмы прогнозирования временных рядов. Оценка точности прогноза временного ряда.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, написании реферата по этим темам. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях, тестовых заданиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы – основная литература [1-2], дополнительная литература [1-2].

1. Назовите основные направления в теории планирования экспериментов.

2. В чем состоит задача экспериментатора по поиску математической модели?

3. Какой априорной информацией может обладать экспериментатор, приступая к поиску математической модели?

4. Какой эксперимент называется регрессионным?

5. Какими свойствами должны обладать оценки параметров разрабатываемых моделей?

6. Что понимается под экспериментом?

7. Для чего может использоваться модель регрессии?

8. К чему приводит мультиколлинеарность факторных переменных при регрессионном анализе?

9. Что характеризуют коэффициенты регрессии?

10. Как оценивается значимость коэффициентов модели регрессии?

11. Как проверяется адекватность модели регрессии?

12. Что характеризует коэффициент детерминации?

13. По каким направлениям оценивается качество модели регрессии?

14. Как оценивается влияние отдельных факторов на зависимую переменную на основе модели?

15. Как проверяется выполнение предпосылок МНК?

16. Как прогнозируется поведение исследуемого объекта. Понятие точечного и интервального прогноза?

17. Как выполняется крутое восхождение по поверхности отклика при поиске оптимальных условий функционирования систем?

18. Для чего приводятся уравнения регрессии к канонической форме?

19. Как проводится анализ уравнений в канонической форме?

20. Какие виды поверхностей отклика существуют и особенности их анализа?

21. Как отыскивается условный экстремум при наличии нескольких поверхностей отклика?

22. В чем особенность планирования промышленного эксперимента?

23. Как определяется продолжительность эксперимента и дискретность съема данных с объекта?

24. Как сказывается погрешность регистрации данных на коэффициенте детерминации модели регрессии?

25. Как влияют ошибки измерения независимых переменных на коэффициенты уравнения регрессии?

26. Что необходимо предпринимать для уменьшения влияния погрешностей измерения независимых переменных на точность модели регрессии?

27. Чем вызывается неконтролируемое изменение модели промышленного объекта во времени?

28. Какие встречаются ситуации при решении задач построения математической модели дрейфующего объекта?

29. Постановка задачи построения математического описания дрейфующего объекта.

30. Сущность метода «скользящего интервала», применяемого для математического описания дрейфующего объекта.

31. Сущность задачи прогнозирования значений коэффициентов модели объекта с помощью рекуррентного алгоритма.

32. Метод текущего регрессионного анализа. Структура рекуррентного алгоритма вычисления параметров модели.

33. Какие подходы Вы знаете к решению задач, в которых используются статистические данные?

34. Что показывает матрица ковариации и в каком анализе она используется?

35. Что показывает матрица корреляции и в каком анализе она используется?

36. В чем заключается идея метода компонентного анализа?

37. Когда имеет смысл проводить компонентный анализ?

38. Для чего служит факторный анализ?

39. В чем заключается идея метода факторного анализа?

40. Модель аддитивного случайного процесса, интерпретация ее компонент.

41. Чем вызывается трендовая составляющая во временном ряду, ее аппроксимация?

42. Чем может вызываться периодическая составляющая во временном ряду, ее аппроксимация?

43. Как оценить случайную компоненту во временном ряду и чем она может вызываться?

44. Как оценивается точность разработанной модели временного ряда?

45. Для чего проверяют выполнение предпосылок м.н.к.?

46. Коинтеграции анализируемых временных рядов и чем она вызывается?

47. Обобщенный методом наименьших квадратов, в каких случаях он применяется?

48. Если обнаруживается тренд либо циклические колебания в исходных данных, то, что необходимо выполнить перед дальнейшим анализом взаимосвязи рядов?

49. Для чего проводится анализ показателей работы объекта и их прогнозирование. Как используется эта информация в управлении?

50. Какая информационная технология и алгоритмы используются при прогнозировании?

51. Когда используется прогнозирование по среднему абсолютному изменению уровня ряда динамики?

52. Когда используется прогнозирование по среднему темпу роста уровня ряда динамики?

53. Когда используется прогнозирование по аналитическим временным функциям и корреляционным зависимостям?

54. Что понимается под точностью прогнозирования временного ряда?

55. На каких предпосылках основан прогноз рядов динамики?

56. Как зависит точность прогнозирования от интервала упреждения и почему?

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

№ п/п	Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
			Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература			
1.	Курс лекций по дисциплине «Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных»/ Макаров Р.И	2016	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4625
2.	Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных: методические указания к лабораторным работам/ Макаров Р.И., Хорошева Е.Р.	2013	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2648
Дополнительная литература			
1.	Информационные технологии в управлении качеством автомобильного стекла: учеб. пособие / Р.И. Макаров [и др.]; Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010.-276 с. ISBN 978-5-9984-0038-4.	2010	
2.	Гринев А.Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гринев А.Ю., Ильин Е.В. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Логос. 2012. – 176 с	2012	http://www.iprbookshop.ru/13009.html

6.2. Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий ISSN 1810-7206.
2. Современные наукоемкие технологии ISSN 1812-7320

6.3. Интернет-ресурсы

1. http://www.edu.ru/ – Федеральный портал «Российское образование»
2. http://window.edu.ru/ – Единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. http://library.vlsu.ru/ - научная библиотека ВлГУ
4. http://ispi.cdo.vlsu.ru/ – учебный сайт кафедры ИСПИ ВлГУ
5. http://www.studentlibrary.ru/ - электронно-библиотечная система «Консультант Студента»
6. http://e.lanbook.com/ - электронно-библиотечная система издательства «Лань»
7. https://vlsu.bibliotech.ru - электронно-библиотечная система ВлГУ
   http://elibrary.ru/ – научная электронная библиотека

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях кафедры ИСПИ, оборудованных мультимедийным проектором с экраном, с использованием комплекта слайдов (ауд. 404а-2; 410-2).

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ИСПИ, ИВЦ ВлГУ со специализированным программным обеспечением и мультимедийным проектором с экраном (ауд. 404а-2; 414-2, 418-2).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- операционная система Microsoft Windows 10;
- офисный пакет Microsoft Office 2016.
- MATLAB R2021b License Number: 357594
- MathCAD 14.0 M011 (14.0.1.286 [709051735]) Лицензия: PKG-7518-FN

Рабочую программу составила: к.т.н., доц. каф. ИСПИ Озерова М.И._____

Рецензент: к.т.н., ведущий специалист отдела ИТ ООО «Дау Изолан» Фадин Д.Н. _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСПИ

Протокол № ___1___от __30.08.2021__ года.

Заведующий кафедрой И.Е. Жигалов _____

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.04 «Программная инженерия»
Протокол № ___1___от __30.08.2021__ года.

Председатель комиссии И.Е. Жигалов _____

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
Модели и методы планирования экспериментов,
обработки экспериментальных данных

образовательной программы направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», направленность «Разработка программно-информационных систем» (уровень магистратура)

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

Заведующий кафедрой _____/ _____

Подпись *ФИО*