

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор,
Проректор по учебной работе
В.Г. Прокошев
2012 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Планирование и обработка результатов экспериментов

(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 200100 «Приборостроение»

Квалификация (степень) выпускника магистр

(бакалавр/магистр, дипломированный специалист)

Профиль подготовки бакалавра/магистра

Измерительные информационные технологии.
Приборы и системы охраны правопорядка и
таможенного контроля

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

Семестр	Трудоем- кость зач.ед/ час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	КП	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	5/180	18	36	18	63	+	экзамен
Итого	5/180	18	36	18	63	+	экзамен

Владимир, 2012 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Планирование и обработка результатов экспериментов»: Способствовать становлению профессиональной компетентности магистра в области математической статистики, теории планирования эксперимента и обработки данных.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- Способность анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ПК-5);
- Способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);
- Способность разрабатывать методики проведения теоретических и экспериментальных исследований по анализу, синтезу и оптимизации характеристик материалов, используемых в приборостроении (ПК-16);
- Готовность выбрать оптимальные методы и разработать программы экспериментальных исследований и испытаний, провести измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений (ПК-22);
- Способность разработать и провести оптимизацию натурных экспериментальных исследований приборных систем с учётом критериев надёжности (ПК-23);
- Способность подготовить научно-технические отчёты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-24);

Задачи дисциплины:

- Получение магистрантом теоретических и практических навыков по выполнению экспериментальных исследований;
- Научить выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида;
- Научить использовать современное программное обеспечение статистических вычислений и анализа данных, необходимых для планирования эксперимента;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Планирование и обработка результатов экспериментов» входит в состав профессионального цикла М2 и реализует вышеуказанные профессиональные компетенции.

Междисциплинарные связи

Дисциплина «Планирование и обработка результатов экспериментов» связана с следующими дисциплинами:

- Высшая математика;
- Вычислительная математика;
- Теория вероятности и математическая статистика;

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Планирование и обработка результатов экспериментов»:

1) Знать: Основные классификационные признаки экспериментов; основные элементы научно-технического эксперимента; приемы выбора основных факторов эксперимента и

технологии построения факторных планов; основные виды регрессионных экспериментов; дисперсионный анализ; основные типы оптимальных экспериментов.

2) Уметь: Проводить классификацию экспериментов; выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида; строить системы базисных функций, делать точечные оценки параметров регрессионной модели; анализировать свойства оценок параметров регрессионной модели; выполнять оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев.

3) Владеть: Методами выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов; методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента; методами построения оптимальных планов для научно-технических экспериментов; программным обеспечением статистических вычислений и анализа данных.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Планирование и обработка результатов экспериментов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 час.

№ п/п	Раздел 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	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы,	СРС			КП / КР
1	Математическая обработка результатов эксперимента	3	1-2	2			4	2		3	6	3/38	Рейтинг контроль
2	Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных	3	3-5	3			6	3		4	6	5/42	Рейтинг контроль
3	Факторные планы экспериментов	3	5-9	4			8	4		6	10	6/40	Рейтинг контроль
4	Методы оптимизации многофакторных объектов	3	10-12	3			6	3		3	6	5/42	Рейтинг контроль
5	Обработка результатов эксперимента	3	13-15	3			6	3		4	8	5/42	Рейтинг контроль

6	Планирование экстремальных экспериментов	3	17-18	3			6	3		3	6	5/42	Рейтинг контроль
Всего		3		18			36	18		23	40	29/40	

Матрица соотнесения разделов учебной дисциплины и формируемых в них общекультурных и профессиональных компетенций

Темы, разделы, дисциплины	Кол. часов	Компетенции						
		ПК 5	ПК 6	ПК 16	ПК 22	ПК 23	ПК 24	Общ. Кол-во
Раздел 1	17							
Тема 1.1	6	+						1
Тема 1.2	6	+						1
Тема 1.3	5	+						1
Раздел 2	22							
Тема 2.1	10	+						1
Тема 2.2	12	+						1
Тема 2.3	10	+						1
Раздел 3	32							
Тема 3.1	5			+	+			2
Тема 3.2	6			+	+			2
Тема 3.3	6			+	+			2
Тема 3.4	6			+	+			2
Тема 3.5	5			+	+			2
Тема 3.6	4			+	+			2
Раздел 4	20							
Тема 4.1	6			+	+	+		3
Тема 4.2	7			+	+	+		3
Тема 4.3	7			+	+	+		3
Раздел 5	24							
Тема 5.1	6	+	+				+	3
Тема 5.2	6	+	+				+	3
Тема 5.3	76	+	+				+	3
Тема 5.4	6	+	+				+	3
Раздел 6	23							
Тема 6.1	11			+	+			2
Тема 6.2	12			+	+			2
Экзамен	45							
ИТОГО	180	10	4	11	11	3	4	43
Вес компетенции (λ)		0,2	0,1	0,3	0,3	0,05	0,05	1

Раздел 1. Математическая обработка результатов эксперимента

Тема 1.1 Введение. Основные понятия и определения. Классификация экспериментов. Структурная схема эксперимента.

Тема 1.2 Элементы теории ошибок. Интервальная оценка ошибок измерения. Исключение грубых ошибок.

Тема 1.3 Подбор эмпирических формул. Отыскание параметров методом наименьших квадратов.

Раздел 2. Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных

Тема 2.1 Вероятностная взаимосвязь между различными переменными. Выборочный коэффициент корреляции. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции.

Тема 2.2. Регрессионный анализ данных. Точечная оценка параметров регрессионной зависимости.

Тема 2.3. Построение системы базисных функций. Оценки коэффициентов регрессии.

Раздел 3. Факторные планы экспериментов

Тема 3.1 Факторы. Требования к факторам. Однофакторный эксперимент. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) и его характеристики. Кодирование факторов, составление плана ПФЭ.

Тема 3.2 Дробный факторный эксперимент. Генерирующее соотношение и его использование.

Тема 3.3 Оценка параметров регрессионной модели по различным планам. Критерии оптимальности регрессионных планов. Симметричные композиционные планы 2-го порядка.

Тема 3.4 Ротатабельные центрально-композиционные и симплекс суммируемые планы. Реализация принципа последовательного планирования эксперимента

Тема 3.5 Композиционные планы Хартли. Насыщенные D-оптимальные планы. Реализация планов 2-го порядка.

Тема 3.6 Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Симплексный метод поиска.

Раздел 4. Методы оптимизации многофакторных объектов

Тема 4.1 Последовательные методы поиска оптимальных решений, метод Гаусса-Зейделя, метод случайного поиска, метод градиента.

Тема 4.2 Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона), симплексный метод оптимизации объектов, критерии окончания процесса оптимизации

Тема 4.3 Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации.

Раздел 5. Обработка результатов эксперимента

Тема 5.1 Предварительная обработка.

Тема 5.2 Проверка однородности дисперсии воспроизводимости.

Тема 5.3 Проверка адекватности модели.

Тема 5.4 Проверка значимости оценок коэффициентов модели.

Раздел 6. Планирование экстремальных экспериментов

Тема 6.1 Общие вопросы экспериментального поиска экстремума. Метод исключения. Шаговые методы экспериментальной оптимизации.

Тема 6.2 Алгоритм экспериментального поиска экстремума методом градиента.

Темы лабораторных занятий.

Лабораторная работа 1. Статистические основы планирования и организации эксперимента.

Лабораторная работа 2. Основы корреляционного и регрессионного анализа.

Лабораторная работа 3. Однофакторный дисперсионный анализ.

Лабораторная работа 4. Двухфакторный дисперсионный анализ.

Лабораторная работа 5. Планирование эксперимента по схеме латинского квадрата.

Лабораторная работа 6. Основы планирования полного факторного эксперимента.

Лабораторная работа 7. Основы планирования дробного факторного эксперимента.
Лабораторная работа 8. Планирование эксперимента второго порядка (ОЦКП).
Лабораторная работа 9. Ротатабельное планирование эксперимента второго порядка (ЦКРП).
Лабораторная работа 10. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.
Симплексный метод поиска.

Пример задания на курсовое проектирование

1. Провести полный факторный эксперимент вида 3^3 с моделью BLACK BOX
2. Методом регрессионного анализа получить аналитическую зависимость $y=f(x_1, x_2, t)$
3. Составить модель полученного уравнения регрессии.
4. Провести оценку адекватности уравнения регрессии заданной модели по критерию Фишера для 0,05, рассчитать среднее абсолютное отклонение координат аналитической модели от заданной.
5. Провести оценку значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента для 0,05
6. Получить графики ошибки $y_m - y_r = f(t)$
 y_m - выходная координата модели BLACK BOX
 y_r - выходная координата созданной модели

Значения параметров:

$x_1 = 0.6 \dots -1.4$

$x_2 = 2.0 \dots 0.6$

$t = 2 \dots 10$

$b = 1.1$

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВП-3 по направлению подготовки «Приборостроение» в программе данной дисциплины предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Эти технологии в сочетании с внеаудиторной работой решают задачи формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся, как основы профессиональной компетентности в сфере образования.

Занятия по дисциплине «Планирование и обработка результатов экспериментов» включают в себя 18 часов лекций, которые проводятся в аудитории с мультимедийным оборудованием (ауд. 217), 36 часов практических занятий. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с установленным ПО для статистических вычислений и анализа данных (18 час). Экзамен (45 часов) принимается традиционно в виде билетов, в котором 3 теоретических вопроса и задача. Самостоятельная работа студентов заключается в чтении дополнительной литературы, подготовке к практическим занятиям и рейтинг-контролям, подготовка курсового проекта (63 часа).

В качестве интерактивных средств обучения используются:

1. **Проблемное обучение.** Преподаватель ставит проблему по организации и планированию эксперимента. Магистранту предлагается решить её. Возможно, использовать соревновательный процесс (15 часов).

3. Лекция с запланированными ошибками. Проводится в лекционной аудитории (2 часа). Преподаватель планирует в лекции несколько серьезных ошибок, не сообщая об этом магистрантам. Магистранты, обнаружившие ошибки и доложившие об этом преподавателю поощряются дополнительными балами. В конце лекции разбираются ошибки (5 часов).

4. Тренинги в активном режиме. Проводятся в аудитории с мультимедийным оборудованием (12 часов). Магистранты просматривают обучающие видеоролики и закрепляют полученные знания на практике.

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

Перечень теоретических вопросов для промежуточного рейтинг-контроля и экзамена

1. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Классификация экспериментов. Структурная схема эксперимента.
2. Элементы теории ошибок. Интервальная оценка ошибок измерения. Исключение грубых ошибок.
3. Подбор эмпирических формул.
4. Отыскание параметров методом наименьших квадратов.
5. Выборочный коэффициент корреляции. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции.
6. Регрессионный анализ данных. Точечная оценка параметров регрессионной зависимости.
7. Построение системы базисных функций. Оценки коэффициентов регрессии.
8. Факторы. Требования к факторам. Однофакторный эксперимент.
9. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) и его характеристики. Кодирование факторов, составление плана ПФЭ.
10. Дробный факторный эксперимент. Генерирующее соотношение и его использование.
11. Оценка параметров регрессионной модели по различным планам.
12. Критерии оптимальности регрессионных планов.
13. Симметричные композиционные планы 2-го порядка.
14. Ротатабельные центрально-композиционные и симплекс суммируемые планы.
15. Реализация принципа последовательного планирования эксперимента
16. Композиционные планы Хартли. Насыщенные D-оптимальные планы.
17. Реализация планов 2-го порядка.
18. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.
19. Симплексный метод поиска.
20. Последовательные методы поиска оптимальных решений.
21. Метод Гаусса-Зейделя.
22. Метод случайного поиска.
23. Метод градиента.
24. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).
25. Симплексный метод оптимизации объектов, критерии окончания процесса оптимизации.
26. Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации.
27. Предварительная обработка результатов эксперимента.
28. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости.
29. Проверка адекватности модели.
30. Проверка значимости оценок коэффициентов модели.
31. Общие вопросы экспериментального поиска экстремума. Метод исключения.
32. Шаговые методы экспериментальной оптимизации.

33. Алгоритм экспериментального поиска экстремума методом градиента.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Планирование и обработка результатов экспериментов»

А) Основная литература

1. Батрак А.П. Планирование и организация эксперимента: Учебное пособие. / А.П. Батрак – Красноярск: ИПЦ СФУ, 2010. 60 с.
2. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирования эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента. Пер с англ.– М.: Мир, 1981, 520с.
3. Соколовская И.Ю. Полный факторный эксперимент / И.Ю. Соколовская // Методические указания для самостоятельной работы студентов. – Новосибирск: НГАВТ, 2010. – 36 с.
4. Планирование и организация эксперимента: Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 96 с.

Б) дополнительная литература

1. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: АСТ: Астрель, 2006. — 991с.
2. Иванов В.С. Основы математической статистики: Учебное пособие для институтов, 1990.–165 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:


1. ПО MS Excel 2007
2. <http://www.mathworks.com>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Планирование и обработка результатов экспериментов» используются:

- Аудитория с мультимедийным оборудованием (224-3);
- Компьютерный класс – 12 компьютеров с выходом в интернет (202-3);
- ПО MS Excel 2007

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению
200100 «Приборостроение» и профилю подготовки: Измерительные информационные
технологии. Приборы и системы охраны правопорядка и таможенного контроля

Рабочую программу составил: к.т.н., доцент каф. ПИИИТ Клименков Ю.С. 

Рецензент: д.т.н., профессор Никитин О.Р.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

протокол № 10 от 25.06.12 года.

Заведующий кафедрой  / Легаев В.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления _____

протокол № 10 от 25.06.12 года.

Председатель комиссии  / Легаев В.П.

Программа переутверждена:

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

на _____ учебный год. Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____