

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)



по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 12 » 02 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Планирование и обработка результатов испытаний и экспериментов
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 12.04.01 Приборостроение

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час. 5 зач. ед./180 час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
3	4 зач. ед., 144 часа	-	18	18	72	экзамен (36 час.)
Итого	4 зач. ед., 144 часа	-	18	18	72	экзамен (36 час.)

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Планирование и обработка результатов испытаний и экспериментов» являются: получение практических навыков планирования, проведения и обработки результатов эксперимента, изучение теории планирования эксперимента, методов повышения эффективности экспериментальных исследований на основе снижения экономических затрат и времени на его проведение.

Задачи дисциплины:

- Получение теоретических и практических навыков по выполнению экспериментальных исследований;
- Составление факторных планов, формирование навыков выбора факторов и определения степени их влияния на конечный результат;
- Освоение современного программного обеспечения по статистической обработке результатов эксперимента, построение и оценка статистических моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к базовой части блока Б.1. Дисциплина базируется на комплексе дисциплин, изучаемых по программе бакалавриата: высшая математика; информатика.

Полученные знания необходимы студентам при изучении дисциплин: методы и средства испытания приборов; испытания приборных систем, а также при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских и производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие профессиональные компетенции:

- способностью и готовностью к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований, проведению измерений с выбором технических средств и обработкой результатов (ПК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать основы теории планирования эксперимента, методы поведения экспериментальных исследований, методы измерений и обработки результатов, методы статистической обработки экспериментальных данных (ПК-2);
- 2) Уметь составлять факторные планы экспериментов различного уровня, проводить измерения и обработку результатов, строить различные виды математических и статистических моделей процессов и объектов по результатам эксперимента (ПК-2)
- 3) Владеть методами выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов; методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; методами дисперсионного и регрессионного анализов; методами построения оптимальных планов экспериментов, методами автоматизированного планирования эксперимента о обработкой результатов с использованием современных программных продуктов (ПК-2).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

4.1 Трудоемкость базовых разделов дисциплины

№ 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	Введение. Основы теории планирования эксперимента	3	1	-	2	-		12		1 час, 50%	
2	Методы статистической обработки результатов измерений	3	2-5	-	4	4		12		4 часа 50 %	Рейтинг - контроль
3	Планирование однофакторных экспериментов	3	6-9	-	4	4		12		4 часов, 50%	
4	Планирование многофакторных экспери-	3	10-	-	4	4		12		4 часов	Рейтинг -

	ментов		13						50%	контроль
5	Планирование имитационных экспериментов	3	14-15	-	2	4		12	4 часа, 75%	
6	Планирование экстремальных экспериментов	3	16-18	-	2	2		12	2 часа, 50%	Рейтинг - контроль
Всего				-	18	18	-	72	-	Экзамен (36 час.)

4.2 . Практические занятия

Раздел 1. Введение. Основы теории планирования эксперимента

Тема 1.1. Основные понятия и определения. Виды эксперимента. Этапы планирования эксперимента. Структурная схема эксперимента

Раздел 2. Методы статистической обработки результатов измерений

Тема 2.1 . Статистическая обработка многократных отсчетов. Значение статистической обработки многократных отсчетов. Рассеяние координаты центра распределения. Распределение Стьюдента. Сравнение эффективности различных методов определения координаты центра рассеяния. Промахи и методы их исключения. Учет систематических погрешностей при оценке результатов статистической обработки многократных отсчетов

Тема 2.2 Методы идентификации формы закона распределения погрешностей

Значение идентификации распределения погрешностей. Число интервалов группирования экспериментальных данных. Полигон распределения и его аппроксимация аналитической функцией. Использование критериев согласия при идентификации формы распределения экспериментальных данных. Компьютерный метод приближенной идентификации формы распределения погрешностей.

Раздел 3. Планирование однофакторных экспериментов

Тема 3.1 Экспериментальные исследования по определению функциональной зависимости Цель и особенности эксперимента по определению функциональной зависимости. Выбор вида математической модели и остаточная погрешность адекватности. Подбор аппроксимирующих функций.

Тема 3.2 Регрессионный анализ. Расчет параметров полосы неопределенности исходных данных. Метод наименьших квадратов. Сущность и особенности метода. Расчет параметров полосы неопределенности исходных экспериментальных данных

Раздел 4. . Планирование многофакторных экспериментов

Тема 4.1 Многофакторный эксперимент и его особенности. Особенности многофакторных экспериментов. Математические модели многофакторных экспериментов. Определение вида и параметров модели по экспериментальным данным многофакторного эксперимента. Методы отбора наиболее значимых факторов аддитивной модели.

Тема 4.2 Оценка параметров области неопределенности исходных данных многофакторного эксперимента. Вид области неопределенности исходных данных многофак-

торного эксперимента. Расчет параметров многомерного слоя неопределенности усредненной модели многофакторной зависимости.

Раздел 5 Планирование имитационных экспериментов

Тема 5.1 Планирование имитационных экспериментов. Имитационное моделирование при исследовании технических систем. Планирование модельных экспериментов. Стратегическое планирование. Тактическое планирование. Обработка и анализ результатов имитационного моделирования. Использование пакета программ MATLAB для проведения имитационных экспериментов.

Раздел 6. Планирование экстремальных экспериментов

Тема 6.1. Эвристические планы эксперимента для моделей высоких порядков. Практические рекомендации по планированию эксперимента. Эвристические планы эксперимента для моделей высоких порядков. Оптимальная эффективность эксперимента по затратам и времени

4.3 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1.. Дисперсионный анализ.

Лабораторная работа № 2 Регрессионный анализ. Построение трендовых моделей

Лабораторная работа № 3. Однофакторный анализ

Лабораторная работа № 4. Экспоненциальное сглаживание. Скользящее среднее

Лабораторная работа № 5. Оптимальные планы многофакторных экспериментов

Лабораторная работа № 6. Имитационное моделирование в Simulink

Лабораторная работа № 7. Решение динамических задач в Excel.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС по данной дисциплине предусматривается широкое использование в учебном процессе следующих инновационных методов обучения:

1. Информационно – коммуникационные технологии при проведении практических занятий;
2. . Индивидуальная работа с магистрантами при выполнении лабораторных работ;

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

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

- а) защита лабораторных работ по методу обучения в малых группах;

б) устный и письменный опрос студентов во время практических занятий по изучаемому материалу;

г) проведение рейтинг контроля

Вопросы для рейтинг контроля

1 рейтинг - контроль

1. Структурная схема эксперимента.
2. Интервальная оценка ошибок измерения.
3. Исключение грубых ошибок.
4. Подбор эмпирических формул.
5. Построение эмпирических формул методом наименьших квадратов.
6. Выборочный коэффициент корреляции.
7. Метод множественной корреляции.
8. Простейшие случаи нелинейной корреляции.
9. Регрессионный анализ данных.
10. Оценки коэффициентов регрессии.
11. Факторы. Требования к факторам.

2 рейтинг - контроль

1. Однофакторный эксперимент.
2. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) и его характеристики.
3. Кодирование факторов и составление плана ПФЭ.
4. Дробный факторный эксперимент. Генерирующее соотношение и его использование.
5. Оценка параметров регрессионной модели по различным планам.
6. Критерии оптимальности регрессионных планов.
7. Симметричные композиционные планы 2-го порядка.
8. Ротатабельные центрально-композиционные и симплекс суммируемые планы.
9. Реализация принципа последовательного планирования эксперимента
10. Композиционные планы Хартли.
11. Реализация планов 2-го порядка.
12. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.
13. Симплексный метод поиска.
14. Последовательные методы поиска оптимальных решений.
15. Симплексный метод оптимизации объектов, критерии окончания процесса оптимизации.

3 рейтинг - контроль

1. Предварительная обработка результатов эксперимента.
2. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости.
3. Проверка адекватности модели.
4. Проверка значимости оценок коэффициентов модели.
5. Общие вопросы экспериментального поиска экстремума. Метод исключения.
6. Шаговые методы экспериментальной оптимизации.
7. Имитационные эксперименты при проведении исследований.
8. Использование пакета Simulink для проведения планирования эксперимента
9. Эвристические планы эксперимента для моделей высоких порядков
10. Экстремальные эксперименты в приборостроении.
11. Эффективность эксперимента по затратам и времени

Вопросы к экзамену

1. Цель и задачи дисциплины «Представление и обработка экспериментальных данных».
2. Ранжирование факторов и его использование при планировании многофакторного эксперимента
3. Рандомизация опытов матрицы планирования во времени
4. Математические модели многофакторных зависимостей. Понятие гиперплоскости
5. Понятие планирования многофакторного эксперимента, его особенности.
6. Мультипликативные и аддитивные модели многофакторных экспериментов
7. Схема построения матрицы планирования при увеличении числа факторов.
8. Определение вида и параметров математической модели многофакторной зависимости по экспериментальным данным.
9. Критерий Кохрена и его использование в планировании многофакторного эксперимента.
10. Методы отбора наиболее значимых факторов и коэффициентов аддитивной модели.
11. Методика расчета коэффициентов регрессии.
12. Понятие независимых факторов и параметров при планировании многофакторных экспериментов.
13. Выбор факторов и требования, предъявляемые ним.
14. Метод приближенного расчета коэффициентов значимости многофакторного эксперимента.
15. Расчет доверительных интервалов, их назначение

16. Проверка значимости коэффициентов регрессии
17. Уровни факторов, их выбор. Интервал варьирования факторов. Определение числа опытов в многофакторном эксперименте.
18. Повышение эффективности измерительного эксперимента. Критерии эффективности.
19. Функция χ^2 распределение (распределение Пирсона) Назначение преимущества и недостатки данного критерия.
20. Роль планирования эксперимента в повышении эффективности многофакторных экспериментов
21. Сравнение однородности двух или нескольких обрабатываемых выборок
22. Оптимальные планы многофакторных экспериментов моделей первого порядка
23. Исследование генеральной совокупности по критерию Стьюдента
24. Понятие полуреплики, 1/4-реплики, 1/8-реплики и т.д., применение их в дробном факторном эксперименте
25. Цель и задачи однофакторного эксперимента. Определению функциональной зависимости.
26. Планы для модели в виде гиперплоскости. Правила составления планов –таблиц для регулярных дробных реплик.
27. Выбор вида математической модели. Экспресс методы. Метод контура и метод медианных центров.
28. Оптимальные планы многофакторных экспериментов для моделей второго порядка. Обще правило построения рототабельных планов второго порядка для произвольного числа факторов
29. Влияние промахов на вид математической модели и их устранение. Метод «выделения остатка»
30. Планирование имитационного эксперимента при исследовании технических систем.
31. Погрешность адекватности модели. Правила уточнения модели.
32. Особенности методов планирования эксперимента и их недостатки
33. Подбор аппроксимирующих функции.
34. Пути совершенствования методов планирования эксперимента

6.2 Самостоятельная работа студентов

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к практическим занятиям, устному опросу, и рейтинг-контролю. Контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется на практических занятиях, лабораторных работах и консультациях.

Самостоятельная работа студентов (72 часа) подразумевает работу под руководством преподавателя (подготовку к практическим и лабораторным занятиям), а также индивидуальную работу с ПК, в том числе в сети Интернет и работу в научной библиотеке ВлГУ.

№ п/п	Раздел	Виды СРС	Трудоемкость , час.
1	Раздел 1	Проработка дополнительной литературы Подготовка к лабораторной работе	12
2	Раздел 2	Проработка дополнительной литературы. Подготовка к рейтинг контролю	12
3	Раздел 3	Проработка дополнительной литературы.	12
4	Раздел 4	Проработка дополнительной литературы Подготовка к рейтинг контролю	12
5	Раздел 5	Проработка дополнительной литературы.	12
6	Раздел 6	Проработка дополнительной литературы. Подготовка к рейтинг контролю	12
Итого за 5 семестр			72

Вопросы для самостоятельной работы

1. Виды эксперимента в приборостроении.
2. Статистическая обработка многократных измерений.
3. Распределение Стьюдента.
4. Критери согласия при идентификации формы распределения экспериментальных данных.
5. Использование персонального компьютера для приближенной идентификации формы распределения погрешностей.
6. Разработка плана однофакторного эксперимента
7. Выбор вида модели при обработке экспериментальных данных.

8. Регрессионный анализ данных.
9. Планирование многофакторного эксперимента
10. Модели многофакторных экспериментов.
11. Методы отбора значимых факторов аддитивной модели
12. Область неопределенности исходных данных многофакторного эксперимента.
13. Планирование имитационных экспериментов при исследовании технических систем
14. Использование пакета программ MATLAB для проведения имитационных экспериментов.
15. Порядок планирования экстремальных экспериментов.
16. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Методы и средства научных исследований: Учебник/А.А.Пижурин, А.А.Пижурин (мл.), В.Е.Пятков - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 264 с.: 60x90 1/16. - ISBN 978-5-16-010816-2,

Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code>

2. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: Учебное пособие/Ф.И.Карманов, В.А.Острейковский - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-905554-96-4, 100 экз.

Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code>

3. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. –

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html>

б) дополнительная литература:

1. Математическое моделирование и планирование эксперимента: метод. указания к вы

полнению домашнего задания [Электронный ресурс] / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. –

Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/bauman>

2. Планирование на предприятии транспорта: Учебное пособие / Н.А. Логинова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 320 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-005784-2

Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog.php>

3. Экспериментальные исследования в мехатронных системах. В 2 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / С.В. Овсянников, А.А. Бошляков, А.О. Кузьмина. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.

Режим доступа:

http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0141.html

4. Планирование и организация эксперимента в легкой промышленности: учебное пособие - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011782-9

Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=543099>

в) интернет-ресурсы:

Электронная библиотека ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/>

Электронная библиотека "ЭВРИКА" <http://elib.mivlgu.local/>

Научная электронная библиотека "SCOPUS" <http://scopus.com>

Электронная библиотечная система «Znanium» <http://znanium.com/>


Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://www.diss.rsl.ru/>


ЭБС Издательства "ЛАНЬ" <http://e.lanbook.com/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины использованы, электронные каталоги и справочники, а также компьютерный класс – 10 компьютеров с выходом в Интернет

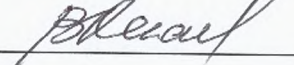
Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления 12.04.01 «Приборостроение».

Рабочую программу составил доц. кафедры ПИИТ, к.т.н.  Генералов Л.К.

Рецензент (представитель работодателя),
Зам. директора ООО ВСЗ «Техника»  Н.В.Тюрин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИИТ.

Протокол № 5 от 12.02.2015 г.

Заведующий кафедрой ПИИТ, д.т.н., профессор  В.П.Легаев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.01 «Приборостроение».

Протокол № 5 от 12.02.2015 г.

Председатель комиссии, д.т.н., профессор  В.П.Легаев

**Рецензия на рабочую программу дисциплины
«Планирование и обработка результатов испытаний и экспериментов»
по направлению 12.04.01 «Приборостроение»
разработанную доц. кафедры БЭСТ Генераловым Л.К.**

Рабочая программа дисциплины «Планирование и обработка результатов испытаний и экспериментов» составлена в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению 12.04.01 для очной формы обучения

Содержание рабочей программы дисциплины «Планирование и обработка результатов испытаний и экспериментов» соответствует современному уровню развития планирования и обработки результатов экспериментов

Рабочая программа содержит разделы, включающие практические занятия (18 ч.), лабораторные работы (18 ч.), самостоятельная работа (72 ч.). Результаты обучения оцениваются экзаменом в третьем семестре. Промежуточный контроль осуществляется во время защиты лабораторных работ и рейтинг – контролях.

В учебном процессе предусматривается использование персональных компьютеров, мультимедийных технологий при проведении практических и лабораторных занятий, а также индивидуальная работа со студентами в составе «малых групп».

В качестве основной учебной литературы используются базовые учебники и учебные пособия, рекомендованные учебно – методическим объединением по «Приборостроению и оплотехнике»

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины использованы, электронные каталоги и справочники, а также компьютерный класс – 10 компьютеров с выходом в Интернет

Разработанную рабочую программу дисциплины «Планирование и обработка результатов испытаний и экспериментов» рекомендую для использования в учебном процессе в ВлГУ для студентов направления 12.04.01 «Приборостроение» очной формы обучения.

Зам директора ООО

Владимирский станкостроительный
завод «Техника»



Н.В. Тюрин

2015