



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Планирование экспериментов и обработка результатов измерений» являются формирование у магистрантов представления о современных методах проведения экспериментальных исследований, навыков обработки и интерпретации их результатов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина входит в блок «Обязательные дисциплины» вариативной части учебного плана. Она основывается на комплексе дисциплин «Математика», «Конструирование измерительных приборов», «Основы проектирования приборов и систем».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания потребуются студентам при изучении дисциплин «Математическое моделирование приборов и систем», «Методы анализа эффективности приборов и систем», прохождении преддипломной практики, а также при выполнении и защите магистерской диссертации.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность и готовность 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:

- **знать** методы планирования эксперимента при организации исследовательских работ;
- **уметь** выбирать оптимальный метод и технические средства экспериментальных исследований;
- **владеть** навыками разработки программ экспериментальных исследований.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование экспериментов и обработка результатов измерений»

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	КП/КР	СРС		
1.	Планирование эксперимента. Цели и основные понятия.	1	1	2	2					1 час, 25%	
2.	Параметр оптимизации.	1	2		2					0,5 часа, 25%	
3.	Влияющие факторы.	1	3	2	2				5	1 час, 25%	
4.	Полиномиальные модели.	1	4		2					0,5 часа, 25%	
5.	Полный факторный эксперимент.	1	5	2	2				7	1 час, 25%	Рейтинг-контроль 1
6.	Дробный факторный эксперимент.	1	6		2					0,5 часа, 25%	
7.	Реализация плана эксперимента.	1	7	2	2				7	1 час, 25%	
8.	Ошибки параллельных опытов.	1	8		2					0,5 часа, 25%	
9.	Дисперсия параметра оптимизации.	1	9	2	2				7	1 час, 25%	
10.	Рандомизация опытов при проведении эксперимента.	1	10		2					0,5 часа, 25%	
11..	Обработка результатов эксперимента	1	11	2	2				7	1 час, 25%	
12.	Регрессионный анализ.	1	12		2					0,5 часа, 25%	Рейтинг-контроль 2
13.	Проверка адекватности математической модели.	1	13	2	2				7	1 час, 25%	
14.	Интерпретация математической модели.	1	14		2					0,5 часа, 25%	
15.	Принятие решений после построения модели.	1	15	2	2				7	1 час, 25%	
16.	Крутое восхождение по поверхности отклика.	1	16		2					0,5 часа, 25%	
17.	Расчет крутого восхождения к оптимуму.	1	17	2	2				7	1 час, 25%	
18.	Принятие решений после восхождения.	1	18		2					0,5 часа, 25%	Рейтинг-контроль 3
	<b>ВСЕГО</b>			18	36				54	13,5 часа, 25%	Экзамен

#### 4.2. Практические занятия.

1. Классификация параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации.
2. Обобщенный параметр оптимизации. Шкала желательности.
3. Факторное пространство. Поверхность отклика.
4. Шаговый принцип при поиске оптимума.
5. Матрица планирования эксперимента.
6. Дробные реплики и эффекты взаимодействия факторов.

7. Анализ априорной информации перед проведением эксперимента.
8. Недостатки однофакторного эксперимента.
9. Проверка однородности дисперсий. Критерий Фишера. Критерий Кохрена.
10. Разбиение матрицы планирования эксперимента на блоки.
11. Расчет коэффициентов математической модели.
12. Статистические характеристики случайных величин.
13. Дисперсия коэффициентов регрессии. Критерий Стьюдента.
14. Интерпретация результатов эксперимента.
15. Построение интерполяционной модели.
16. Движение по градиенту функции отклика.
17. Реализация мысленных опытов.
18. Типовые решения после крутого восхождения по поверхности отклика.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной дисциплине предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (информационно - коммуникационные технологии при чтении лекций, работа в малых группах на практических занятиях и др.).

При постановке заданий на самостоятельную работу широко используются разнообразные наглядные учебные пособия и учебные видеофильмы, слайд-шоу и т.д. Ряд практических занятий предполагает совмещение тех или иных методов.

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий в том числе: семинары в диалоговом режиме, дискуссии (в том числе – групповые), деловые и ролевые игры.

## **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) проведение практических занятий по методу обучения в малых группах;
- б) устный и письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу;
- в) проведение рейтинг-контроля.

### **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 консультациях и во время практических занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (подготовку к практическим занятиям) и индивидуальную работу студента с ПК и в сети INTERNET, а также работу научной библиотеке ВлГУ (электронные ресурсы).

### **Вопросы для СРС**

1. Влияющие факторы и требования к ним.
2. Факторное пространство. Поверхность отклика.
3. Функция отклика.
4. Уровни факторов.
5. Шаговый принцип при поиске оптимума.
6. Принятие решений при средней точности фиксирования факторов.
7. Сбор информации перед проведением эксперимента.
8. Матрица планирования эксперимента.
9. Случайный характер проведения опытов.
10. Обработка результатов эксперимента.
11. Принятие решений после построения модели.
12. Движение по градиенту функции отклика.
13. Типовые решения после крутого восхождения по поверхности отклика.

### **6.3. Вопросы для рейтинг - контроля.**

#### 1-й рейтинг-контроль.

1. Планирование эксперимента. Цели и основные понятия.
2. Параметры оптимизации и требования, предъявляемые к ним.
3. Выбор модели эксперимента.
4. Принятие решений перед планированием эксперимента.
5. Выбор основного уровня факторов.
6. Выбор интервалов варьирования факторов.
7. Принятие решений при низкой точности фиксирования факторов.
8. Принятие решений при высокой точности фиксирования факторов.
9. Полный факторный эксперимент.

#### 2-й рейтинг-контроль.

1. Анализ априорной информации перед проведением эксперимента.
2. Реализация плана эксперимента.
3. Ошибки параллельных опытов.
4. Дисперсия параметра оптимизации.
5. Проверка однородности дисперсий. Критерий Фишера.
6. Проверка однородности дисперсий. Критерий Кохрена.
7. Рандомизация опытов при проведении эксперимента.
8. Расчет коэффициентов математической модели.

#### 3-й рейтинг-контроль.

1. Проверка адекватности математической модели.
2. Дисперсия коэффициентов регрессии. Критерий Стьюдента.
3. Интерпретация результатов эксперимента.
4. Принятие решений после построения модели. Линейная модель адекватна.
5. Принятие решений после построения модели. Линейная модель неадекватна.
6. Крутое восхождение по поверхности отклика.
7. Расчет крутого восхождения к оптимуму.

8. Реализация мысленных опытов.
9. Принятие решений после крутого восхождения. Восхождение эффективно.
10. Принятие решений после крутого восхождения. Восхождение неэффективно.

#### 6.4. Вопросы к экзамену

1. Планирование эксперимента. Цели и основные понятия.
2. Параметр оптимизации и требования, предъявляемые к ним.
3. Влияющие факторы и требования к ним.
4. Факторное пространство. Поверхность отклика.
5. Выбор модели эксперимента.
6. Шаговый принцип при поиске оптимума.
7. Выбор основного уровня факторов.
8. Выбор интервалов варьирования факторов.
9. Принятие решений при низкой точности фиксирования факторов.
10. Принятие решений при средней точности фиксирования факторов.
11. Принятие решений при высокой точности фиксирования факторов.
12. Полный факторный эксперимент.
13. Анализ априорной информации перед проведением эксперимента
14. Реализация плана эксперимента.
15. Ошибки параллельных опытов.
16. Дисперсия параметра оптимизации.
17. Проверка однородности дисперсий. Критерий Фишера.
18. Проверка однородности дисперсий. Критерий Кохрена.
19. Рандомизация опытов при проведении эксперимента.
20. Расчет коэффициентов математической модели.
21. Проверка адекватности математической модели.
22. Дисперсия коэффициентов регрессии. Критерий Стьюдента.
23. Интерпретация результатов эксперимента.
24. Принятие решений после построения модели. Линейная модель адекватна.
25. Принятие решений после построения модели. Линейная модель неадекватна.
26. Крутое восхождение по поверхности отклика.
27. Расчет крутого восхождения к оптимуму.
28. Реализация мысленных опытов.
29. Принятие решений после крутого восхождения. Восхождение эффективно.
30. Принятие решений после крутого восхождения. Восхождение неэффективно.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Основная литература

1. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань : Издательство КНИГУ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html>
2. Прикладные методы анализа статистических данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Горяинова Е.Р., Панков А.Р., Платонов Е.Н. - М. : ИД Высшей школы экономики, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785759808664.html>
3. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Кожухар В.М. - М. : Дашков и К, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017117.html>

## Дополнительная литература

1. Математическое моделирование и планирование эксперимента: метод. указания к выполнению домашнего задания [Электронный ресурс] / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0010.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0010.html)
2. Методы обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс] / Косарев Е.Л. - 2-е изд., перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106085.html>
3. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Электронный ресурс] / Кобзарь А.И. - 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113755.html>
4. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html>
5. 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. - [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0141.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0141.html)


## Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

[http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iksu/ucheb\\_rabota/literatura/special/Tab/KonspPExp.pdf](http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iksu/ucheb_rabota/literatura/special/Tab/KonspPExp.pdf)  
<https://refdb.ru/look/1061013-pall.html>  
<http://window.edu.ru/resource/524/28524/files/ustu131.pdf>  
<http://www.intuit.ru/studies/courses/623/479/lecture/21096>  
<http://storage.mstuca.ru/bitstream/123456789/5109/1/00700014950022010003184.pdf>  
<http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD38.pdf>

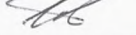
## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, набор слайдов, электронные каталоги, учебные пособия и справочники. Практические занятия проводятся в аудиториях, оборудованных мультимедийными системами, компьютерами и экранами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
12.04.01 «Приборостроение»

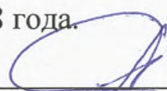
Рабочую программу составил к.т.н., доцент  Марычев С.Н.

Рецензент (представитель работодателя)

Вед. инженер ЗАО «Автоматика плюс», к.т.н.  Павлов Д.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

протокол № 1 от 30 августа 2018 года.

Заведующий кафедрой  Сушкова Л.Т.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической ко-  
миссии направления 12.04.01 «Приборостроение»

протокол № 1 от 30 августа 2018 года.

Председатель комиссии  Сушкова Л.Т.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ**  
**РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года  
Заведующий кафедрой  С. И. Сусикова

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 \_\_\_\_\_