

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(МИ ВлГУ)

Кафедра УКТС

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 20.05.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки

Программирование робототехнических систем

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
3	144 / 4	16	16	16	1,6	0,25	49,85	94,15	Зач. с оц.
Итого	144 / 4	16	16	16	1,6	0,25	49,85	94,15	

Муром, 2025 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение студентами основ планирования эксперимента в области науки и техники, получение практических навыков разработки и выбора методики проведения эксперимента а также изучение методов обработки и представления экспериментальных данных.

Основными задачами изучения дисциплины являются обучение студентов специфике методов и средств технических измерений в приборостроении, современным методам планирования эксперимента в науке и технике, навыкам применения программных продуктов для обработки, анализа и представления экспериментальных данных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Базовые дисциплины: математика, информатика, физика, дискретная математика. На данной дисциплине базируются: аппаратная и программная надежность, испытание и тестирование, учебная научно-исследовательская работа студентов и др. дисциплины, а так же выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	ОПК-3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	Знать принципы проведения научных экспериментов (ОПК-3.1) Уметь составлять программу и методику проведения эксперимента (ОПК-3.1) Владеть навыками проведения экспериментальных исследований и измерений (ОПК-3.1)	отчет, тест
	ОПК-3.2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Знать методы и средства автоматизации обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-3.2) Уметь находить статистические характеристики случайных величин при проведении эксперимента с применением современных технологий (ОПК-3.2) Владеть навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов (ОПК-3.2)	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основы методологии экспериментальных исследований.	3	6	4	4					39	отчет, тестирование
2	Программы и планы экспериментальных исследований.	3	10	8	8					39	отчет, тестирование
3	Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.	3		4	4					16,15	отчет, тестирование
Всего за семестр		144	16	16	16			1,6	0,25	94,15	Зач. с оц.
Итого		144	16	16	16			1,6	0,25	94,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 3

Раздел 1. Основы методологии экспериментальных исследований.

Лекция 1.

Вводная. Основные понятия и определения (2 часа).

Лекция 2.

Разложение функции отклика в степенной ряд, кодирование факторов (2 часа).

Лекция 3.

Ортогональное планирование эксперимента (2 часа).

Раздел 2. Программы и планы экспериментальных исследований.

Лекция 4.

Планы полного факторного эксперимента 2^n (планы ПФЭ 2^n) (2 часа).

Лекция 5.

Планы дробного факторного эксперимента (планы ДФЭ) (2 часа).

Лекция 6.

Насыщенные планы первого порядка (2 часа).

Лекция 7.

Планы второго порядка. Выбор оптимального режима (2 часа).

Лекция 8.

Рототабельные планы. Точечные диаграммы (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 3

Раздел 1. Основы методологии экспериментальных исследований.

Практическое занятие 1

Анализ объекта экспериментальных исследований. Постановка цели и задач эксперимента (2 часа).

Практическое занятие 2

Разработка методики эксперимента и выбор измерительного оборудования (2 часа).

Раздел 2. Программы и планы экспериментальных исследований.

Практическое занятие 3

Определение воздействующих факторов и разработка плана эксперимента (2 часа).

Практическое занятие 4

Выбор и обоснование методов обработки данных (2 часа).

Практическое занятие 5

Анализ статистического ряда (2 часа).

Практическое занятие 6

Определение полных характеристик распределения случайной величины (2 часа).

Раздел 3. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.

Практическое занятие 7

Обработка результатов гибридного эксперимента (2 часа).

Практическое занятие 8

Обработка и представление экспериментальных данных (2 часа).

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 3

Раздел 1. Основы методологии экспериментальных исследований.

Лабораторная 1.

Основы корреляционного и регрессионного анализа (4 часа).

Раздел 2. Программы и планы экспериментальных исследований.

Лабораторная 2.

Полный факторный эксперимент (4 часа).

Лабораторная 3.

Дробный факторный эксперимент (4 часа).

Раздел 3. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.

Лабораторная 4.

Рототабельное центральное композиционное планирование (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Эксперименты в науке и промышленности.
2. Методы и средства технических измерений в приборостроении.

3. Вычислительные проблемы экспериментальных исследований.
4. Статистические методы обработки случайных величин.
5. Планы Плакетта - Бермана (матрица Адамара) для отсеивания.
6. Усиление разрешения плана методом инверсии.
7. Понятия ротатабельности и ортогональности.
8. Максимально несмешанные планы эксперимента.
9. Планы Бокса-Бенкена.
10. Центральные композиционные планы и нефакторные планы для поверхности отклика.
11. Методы Тагучи: робастное планирование эксперимента.
12. Построение D- и A-оптимальных планов.
13. Устранение вырожденности матрицы.
14. Анализ результатов эксперимента.
15. Дисперсионный анализ.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	144 / 4	2	4	8	1	0,5	15,5	124,75	Зач. с оц.(3,75)
Итого	144 / 4	2	4	8	1	0,5	15,5	124,75	3,75

4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основы методологии экспериментальных исследований.	5	2							39	отчет, тестирование
2	Программы и планы экспериментальных исследований.	5			8					37	отчет, тестирование
3	Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.	5		4						48,75	отчет, тестирование, контрольная работа
Всего за семестр		144	2	4	8	+		1	0,5	124,75	Зач. с оц.(3,75)
Итого		144	2	4	8			1	0,5	124,75	3,75

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 5

Раздел 1. Основы методологии экспериментальных исследований.

Лекция 1.

Теория планирования эксперимента: основные понятия и определения. Функции отклика, кодирование факторов (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 5

Раздел 3. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований.

Практическое занятие 1.

Разработка методики эксперимента и выбор измерительного оборудования (2 часа).

Практическое занятие 2.

Подготовка и проведение экспериментальных исследований (2 часа).

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 5

Раздел 1. Программы и планы экспериментальных исследований.

Лабораторная 1.

Составление плана полного факторного эксперимента (4 часа).

Лабораторная 2.

Ротатабельное центральное композиционное планирование (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Эксперименты в науке и промышленности.
2. Методы и средства технических измерений в приборостроении.
3. Вычислительные проблемы экспериментальных исследований.
4. Статистические методы обработки случайных величин.
5. Планы Плакетта - Бермана (матрица Адамара) для отсеивания.
6. Усиление разрешения плана методом инверсии.
7. Понятия ротатабельности и ортогональности.
8. Максимально несмешанные планы эксперимента.
9. Планы Бокса-Бенкена.
10. Центральные композиционные планы и нефакторные планы для поверхности

отклика.

11. Методы Тагучи: робастное планирование эксперимента.
12. Построение D- и A-оптимальных планов.
13. Устранение вырожденности матрицы.
14. Методы обработки экспериментальных данных.
15. Принципы формирования выборок.
16. Формы представления экспериментальных данных.
17. Анализ результатов эксперимента.
18. Дисперсионный анализ.
19. Регрессионный анализ.
20. Корреляционный анализ.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Подготовка и проведение эксперимента. Анализ и представление результатов.

2. Обработка и представление экспериментальных данных.
3. Разработка этапов экспериментальных исследований.
4. Составление плана дробного факторного эксперимента.
5. Обработка экспериментальных данных методом дисперсионного анализа.
6. Планирование гибридного эксперимента и выбор оптимального режима.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Ландовский, В. В. Алгоритмы обработки данных : учебное пособие / В. В. Ландовский. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 67 с. - <http://www.iprbookshop.ru/91316.html>
2. Любимцева, О. Л. Блочное планирование эксперимента и анализ данных : учебное пособие / О. Л. Любимцева. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018. — 30 с. - <http://www.iprbookshop.ru/80885.html>
3. Шеманаева, Л. И. Основы технического эксперимента : учебно-методическое пособие / Л. И. Шеманаева. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 133 с. — ISBN 978-5-4497-1535-7. - <https://www.iprbookshop.ru/118460.html>
4. Планирование эксперимента в науке и технике. Часть 1: Практикум для студентов образовательных программ 12.03.01 Приборостроение; 27.03.04 Управление в технических системах / сост. Романов Р.В., Греченева А.В. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (0,6 Мб). - Муром: МИ ВлГУ, 2019 - https://evrika.mivlgu.ru/index.php?mod=book_inf&com=view_inf&book_id=3108

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Методы обработки экспериментальных данных : учебное пособие / С. А. Гордин, А. А. Соснин, И. В. Зайченко, В. Д. Бердоносков ; под редакцией С. А. Гордина. — Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. — 75 с. — ISBN 978-5-7765-1501-9. - <https://www.iprbookshop.ru/122763.html>
2. Кравченко, Н. С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме : учебное пособие / Н. С. Кравченко, О. Г. Ревинская. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2017. — 120 с. - <http://www.iprbookshop.ru/84019.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Портал знаний <http://statistica.ru/>

Математический форум <https://math.stackexchange.com/>

Национальный Открытый Университет "Интуит" <http://www.intuit.ru/>

Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

Microsoft Office Professional Plus 2013 Open License Pack No Level Academic Edition
(Договор поставки №Сч-С-4278 от 06.10.2014 года)

MATLAB Classroom 100-149 Group All Platform Licenses (Государственный контракт №2.6.6.1 на закупку, установку, апробацию и внедрение современных средств САПР и библиотек проектирования от 20.11.2008 года)

РЕД ОС (Соглашение №140/05-21У от 18.05.2021 года о сотрудничестве в области науки, развития инновационной деятельности)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru

evrika.mivlgu.ru

statistica.ru

intuit.ru

rsl.ru

mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория систем автоматизированного проектирования

Компьютеры Kraftway Credo KC 36; Проектор ACER P1100 DLP Projector EMEA;

Экран настенный; Акустическая система; Интерактивная доска Hitachi StarBoard FX-82W.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе, используя специальное программное обеспечение. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на практическую работу. В конце занятия обучающие

демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет с оценкой. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *12.03.01 Приборостроение* и профилю подготовки *Программирование робототехнических систем*

Рабочую программу составил *к.т.н., доцент Романов Р.В.* _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *УКТС*

протокол № 36 от 13.05.2025 года.

Заведующий кафедрой *УКТС* _____ *Дорофеев Н.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 9 от 15.05.2025 года.

Председатель комиссии *ФИТР* _____ *Кутарова Е.И.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Планирование эксперимента

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Вопросы для тестирования размещены по ссылке:
<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=3807>

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	1 лабораторная работа; 3 практические работы	20
Рейтинг-контроль 2	2 лабораторные работы; 3 практические работы	20
Рейтинг-контроль 3	1 лабораторная работа; 2 практические работы, тест	60
Посещение занятий студентом		0
Дополнительные баллы (бонусы)		0
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		0

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Вопросы для тестирования размещены по ссылке:
<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=3807>

Вопросы для подготовки к зачету с оценкой размещены по ссылке:
<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=3807>

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Для оценивания сформированных у студента знаний, умений и навыков имеются типовые задания. Все типовые задания разбиты на 3 блока: блок 1 - для оценивания знаний, блок 2 - для оценивания умений, блок 3 - для оценивания навыков (владений). Каждый блок включает вопросы своего уровня сложности и оценивается определенным количеством баллов. Максимальный балл, который может набрать студент при правильном ответе на все вопросы, равняется 40.

Тест для оценки знаний, умений и навыков студента состоит из 10 вопросов и формируется на основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ в автоматическом режиме (три вопроса из блока 1, три вопроса из блока 2 и четыре вопроса из блока 3). Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется зачет с оценкой.

При проведении устного опроса студент отвечает на выбранные случайным образом вопросы из перечня тем и в зависимости от полноты и правильности ответа с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется зачет с оценкой.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Для первоначального построения "грубой модели" исследуемого процесса, отбросив на первом этапе факторы, оказывающее незначительное влияние, используют:

Для проверки однородности дисперсии полученных экспериментальных значений используют:

Планы для которых дисперсия оценки не зависит от расстояния до экстремума поверхности отклика:

Смещенность оценок МНК возникает:

из-за вырожденности матрицы исходной системы

из-за наличия погрешностей в элементах матрицы исходной системы

из-за большого уровня погрешностей в правой части исходной системы

При каком значении коэффициента корреляции связь можно считать умеренной?

$r = 0,43$

$r = 0,71$

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=3807>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.