

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра информатики

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.1 Планирование и проведение научного эксперимента»*

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

09.04.02 Информационные системы и технологии  
(код и наименование направления подготовки)

Информационные системы и технологии цифровой экономики  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Magistr

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.1 Планирование и проведение научного эксперимента» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра информатики

наименование кафедры

протокол № 5 от "3" окт 2023г.

Заведующий кафедрой

Кафедра информатики

подпись

M.A. Токарева

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент кафедры информатики

должность

подпись

D.S. Кобылкин

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

09.04.02 Информационные системы и технологии

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

M.A. Токарева

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

M.A. Токарева

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

N.H. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

I.V. Крючкова

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Кобылкин Д.С., 2023  
© ОГУ, 2023

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель (цели)** освоения дисциплины: формирование у студентов комплексных знаний, умений и навыков в области организации и планирования эксперимента.

### **Задачи:**

- углубить знания о современных методах планирования экспериментальных исследований, применяемых при оптимизации моделей в информационных системах в научных исследованиях;
- расширить знания в области организации и планирования эксперимента;
- совершенствовать умения и навыки по планированию и осуществлению на практике активного эксперимента, освоения методики обработки экспериментальных данных;
- расширить обучение методике проведения экспериментов с целью дальнейшей разработки и построения адекватных математических моделей;
- сформировать представления об основных проблемах научно-технического развития и совершенствования методов планирования экспериментальных исследований.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.1 Методология научных исследований, Б1.Д.Б.8 Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.4 Управление информационными проектами и ресурсами, Б1.Д.В.6 Технологии виртуальной и дополненной реальности, Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа*

## **3 Требования к результатам обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области информационных систем и технологий, анализировать результаты научных экспериментов, подготавливать и составлять обзоры, отчеты и научные публикации	ПК*-1-В-1 Знает методы и средства сбора и обработки экспериментальных данных ПК*-1-В-2 Применяет стандартные математические и статистические пакеты программ для сбора и обработки экспериментальных данных ПК*-1-В-3 Владеет навыками анализа экспериментальных данных, подготовки и составления отчетов и научных публикаций ПК*-1-В-4 Владеет методологией сбора и анализа научно-технической информации	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• методы и средства сбора и обработки экспериментальных данных;</li><li>• стандартные математические и статистические пакеты программ для сбора и обработки экспериментальных данных;</li><li>• методологию сбора информации по заданной теме.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• применять стандартные математические и статистические пакеты программ для сбора и обработки экспериментальных данных;</li><li>• обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• навыками анализа разнородных литературных источников;</li><li>• навыками применения стандартных</li></ul>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	по заданной теме; навыками анализа разнородных литературных источников ПК*-1-В-5 Обосновывает правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений	математических и статистических пакетов программ для сбора и обработки экспериментальных данных; <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками анализа экспериментальных данных, подготовки и составления отчетов и научных публикаций.</li> </ul>
ПК*-2 Способен разрабатывать и исследовать теоретические и экспериментальные модели информационных процессов, сетей и систем, управлять качеством процессов функционирования информационных систем и сетей в различных областях и сферах цифровой экономики	ПК*-2-В-1 Знает и применяет методы, средства, технологии разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы, средства, технологии разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности;</li> <li>• методику реализации нечетких и эволюционных моделей средствами вычислительной техники.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать инструментальные средства разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях;</li> <li>• применять методы, средства, технологии разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности;</li> <li>• планировать экспериментальные исследования и анализировать их результаты,</li> <li>• подготавливать обзоры, отчеты и научные публикации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками использования инструментальных средств разработки и исследования теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях;</li> <li>• навыками применения методов обработки и анализа результатов с помощью современных информационных технологий.</li> </ul>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>34,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>73,75</b>	<b>73,75</b>
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)		
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов			
		всего	аудиторная работа		внеауд. работа
			Л	ПЗ	
1	Введение. Основные термины и определения. Понятие объекта исследования	6	2		- 4
2	Подготовка к реализации и обработке экспериментов	10	2		2 6
3	Применение критериев согласия при анализе информационных процессов	12	2		2 8
4	Полный факторный эксперимент	12	2		2 8
5	Дробный факторный эксперимент	12	2		2 8
6	Планирование второго порядка. Трехуровневые планы полного факторного эксперимента	14	2		2 10
7	Композиционные ортогональные и ротатабельные планы второго порядка.	14	2		2 10
8	Факторный и кластерный анализ	16	2		2 12
9	Дисперсионный анализ	12	2		2 8
	Итого:	108	18		16 74
	Всего:	108	18		16 74

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**1 Введение. Основные термины и определения. Понятие объекта исследования.** Предмет курса, его цели и задачи, содержание курса. Понятие эксперимента, его роль в исследованиях и принятии решений. Методы пассивного и активного эксперимента. Основные понятия. Понятие фактора, требования, предъявляемые к факторам. Понятие критерия оптимальности, требования, предъявляемые к критериям оптимальности, глобальные и частные критерии. Понятие объекта исследования, типы объектов исследования. Системный анализ в организации и планировании эксперимента. Формализация и систематизация опытных данных. Ряды распределения. Статистические характеристики рядов распределения. Графическое изображение рядов распределения.

**2 Подготовка к реализации и обработке экспериментов.** Основные проблемы реализации эксперимента. Рабочая гипотеза. Измерение экспериментальных данных, ошибки измерений. Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент), типы диаграмм рангов. Расчет длительности эксперимента. Организация сбора и накопления информации. Предварительная обработка экспериментальных данных

**3 Применение критериев согласия при анализе информационных процессов.** Основные задачи анализа информационных процессов. Уровень значимости и доверительная вероятность, альтернативная и нуль-гипотезы. Статистические критерии. Мощность критерия. Виды теоретических распределений, используемых при проверке статистических гипотез. Сравнение двух среднеквадратических ошибок, критерий Фишера ( $F$ -критерий). Сравнение двух средних значений, критерий Стьюдента ( $t$ -критерий).

**4 Полный факторный эксперимент.** Стратегия экспериментального исследования с помощью двухуровневых планов. Матрицы планирования. Геометрическая интерпретация плана эксперимента на факторном пространстве. Центр эксперимента и интервалы варьирования факторов. Требования, предъявляемые к факторам и критериям оптимальности. Уравнение регрессии с эффектами взаимодействия. Воспроизводимость эксперимента. Расчет коэффициентов регрессии. Дисперсии воспроизводимости и адекватности. Критерии Стьюдента и Фишера. Расчет программы оптимизации по линейному уравнению (процедура Бокса-Уилсона). Алгоритм организации и обработки ПФЭ. Последовательный и рандомизированный план экспериментов.

**5 Дробный факторный эксперимент.** Полу- и четверть реплики плана ПФЭ. Матрицы планирования. Генерирующие соотношения. Определяющий контраст. Смешанные оценки влияния. Общий алгоритм вычисления оценок и проверки адекватности уравнения регрессии со смешанными эффектами.

**6 Планирование второго порядка. Трехуровневые планы полного факторного эксперимента.** Планы второго порядка (план Коно). Матрица планирования. Уравнения, полученные от реализации планов второго порядка. Расчет коэффициентов уравнения. Геометрическое изображение планов второго порядка. Статистический анализ результатов реализации ортогональных и неортогональных планов эксперимента.

**7 Композиционные ортогональные и ротатабельные планы второго порядка.** Центральное композиционное планирование. Уравнение регрессии с учетом квадратичных эффектов. Матрица планирования. Звездные точки. Звездное плечо. Ортогонализация плана. Проверка воспроизводимости. Расчет коэффициентов уравнения регрессии с квадратичными эффектами. Проверка значимости по критерию Стьюдента. Оценка адекватности по критерию Фишера.

**8 Факторный и кластерный анализ.** Основные понятия факторного и кластерного анализов и назначения методов. Метод главных факторов и его алгоритм. Проблема оценки факторов. Классификация задач факторного анализа и метода главных компонент. Иерархический кластерный анализ. Метод поиска сгущений. Оценка качества многомерной классификации. Алгоритм обработки входной информации и интерпретация полученных результатов.

**9 Дисперсионный анализ.** Основные понятия дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Оценка значимости факторов по результатам однофакторного дисперсионного анализа. Необходимые условия для корректного проведения однофакторного дисперсионного анализа. Алгоритм расчета однофакторного дисперсионного анализа. Обработка результатов эксперимента методом дисперсионного анализа. Двухфакторный дисперсионный анализ. Алгоритм расчета двухфакторного дисперсионного анализа.

#### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1, 2	Определение объекта исследования, подготовка к реализации и обработке эксперимента	2
2	3	Применение критериев согласия при анализе информационных процессов	2
3	4	Расчет коэффициентов регрессии.	2
4	5	Реализация алгоритма вычисления оценок. Проверка адекватности уравнения регрессии со смешанными эффектами.	2
5	6	Создание матрицы планирования эксперимента. Реализация плана эксперимента. Проверка однородности дисперсий. Автоматизация с использованием программных средств Salstat, MS Excel, PSPP.	2
6	7	Последовательный и рандомизированный планы экспериментов.	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		Ротатабельное планирование второго порядка.	
7	8	Проведение факторного и кластерного анализа в Excel.	2
8	9	Проведение дисперсионного анализа.	2
		Итого:	16

#### 4.4 Индивидуальное творческое задание

ИТЗ включает в себя разработку программных средств или использование пакетов прикладных программ для обработки информации исследуемой в магистерской диссертации предметной области методами теории эксперимента.

Целью выполнения ИТЗ является осмысление и формирование экспериментальной части магистерской диссертации. Выполнение ИТЗ предполагает интерпретацию выполненных разделов магистерской диссертации с точки зрения теории эксперимента: обоснование выбора методики решения задачи; построение модели; формирование матрицы планирования эксперимента; разработка программного средства или применение пакета прикладных программ; проведение моделирования, по результатам которого построение выходной функции отклика и анализ полученных результатов.

Исходные данные для выполнения ИТЗ задаются преподавателем в соответствии с направленностью магистерской диссертации. Результатом выполнения ИТЗ является обоснование выбранной методики планирования и проведения эксперимента и выбора инструментальных средств статистической обработки результатов эксперимента.

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Третьяк, Л.Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных [Текст]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Л.Н. Третьяк, А.Л. Воробьев; под общ. ред Л.Н. Третьяк.- 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017. - 218 с.

2. Плещинская Е.И. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадергдинова, С.И. Дуев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Издательство КНИТУ, 2014. – 195 с.: табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781>

3. Математическое моделирование. Практикум: учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонов; науч. ред. Л.А. Коробова; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. - 113 с.: табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-00032-247-5; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482006>

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Костин, В.Н. Теория эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100.68 Информатика и вычислительная техника и 231000.68 Программная инженерия / В.Н. Костин, В.В. Паничев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. прогр. обеспечения вычисл. техники и автоматизир. систем. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.09 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2013. - 209 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/3761\\_20130716.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3761_20130716.pdf)

2. Апсин В.П. Специальные главы надежности и основы планирования экспериментов: учеб. пособие для вузов / В.П. Апсин, Е.В. Бондаренко, В.И. Рассоха; М-: ГОУ ОГУ, 2009. - 135 с.

3. Большаков А.А. Методы обработки многомерных данных и временных рядов [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А.А. Большаков, Р.Н. Каримов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 522 с.: ил. - Предм. указ.: с. 509. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-93517-287-9.

4. Васянина В.И. Обобщенная линейная модель множественной регрессии с гетероскедастичными остатками в пакете Statistica [Текст]: методические указания к семинарским занятиям, лабораторному практикуму, курсовым работам, дипломному проектированию и самостоятельной работе студентов / В.И. Васянина, Ю.А. Жемчужникова, О.И. Стебунова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 39 с.: ил. - Библиогр.: с. 34. - Прил.: с. 35-38.

### **5.3 Периодические издания**

1. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

2. Информационные технологии: журнал. – М. : Издательство "Новые технологии", 2023 - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/115066/udb/12>

### **5.4 Интернет-ресурсы**

1. <https://www.lektorium.tv/lecture/13352> - Курс лекций «Теория эксперимента»

2. <http://biblioclub.ru/> - «ЭБС Университетская библиотека онлайн», каталог курсов «Информационные технологии»;

3. <http://znanium.com/catalog/tbk/51/> - «ЭБС научно-издательского центра «Инфра-М», каталог курсов «Информатика. Вычислительная техника»;

4. <https://e.lanbook.com/books/1993> - «ЭСБ издательства «Лань», каталог курсов «Автоматизированные системы и информатика»;

5. <https://rucont.ru/collections/5610> - «ЭСБ Руконт», каталог курсов «Информатика и вычислительная техника»;

6. [www.citforum.ru/](http://www.citforum.ru/) - портал аналитических и научных статей в области информационных технологий.

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система РЕД ОС

2. Пакет офисных приложений МойОфис Стандартный (МойОфис Текст, МойОфис Таблица, МойОфис Презентация, МойОфис Почта);

3. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

4. Интегрированная среда MS Visual Studio (Visual C++).

5. PTC MathCAD 14.0 – English - Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач.

6. NetBeans IDE. Свободная интегрированная среда разработки приложений (IDE) на языках программирования Java, Python, PHP, JavaScript, C, C++, Ада[3] и ряда других. Доступна бесплатно. Разработчик: NetBeans Community. Режим доступа: <https://netbeans.org/>

7. Свободное распространяемое программное обеспечение для статистического анализа данных SalStat. Разработчик: Alan James Salmoni. Режим доступа: <https://www.salstat.com/>

8. Свободное программное обеспечение для статистического анализа данных PSPP. Разработчик: GNU Project. Режим доступа: <http://www.gnu.org/software/pspp/>

9. Picasa – программа просмотра и редактирования цифровых изображений. Доступ бесплатный, разработчик: Google, режим доступа: <http://www.picasa.com>.

10. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2019]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\GarantClient\garant.exe>

11. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]: универсальная справочная энциклопедия международного уровня. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/> в локальной сети ОГУ.

12. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - Сайт, предоставляющий свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/catalog>.

13. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.

14. База данных публикаций в научных журналах и патентов Web Of Science. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com/>

15. NetBeans IDE. Свободная интегрированная среда разработки приложений (IDE) на языках программирования Java, Python, PHP, JavaScript, C, C++, Ада[3] и ряда других. Доступна бесплатно. Разработчик: NetBeans Community. Режим доступа: <https://netbeans.org/>

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный экраном, проектором.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.