

## **7 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

### **7.1 Учебная программа по учебной дисциплине «Статистические методы в геологии»**

**Учреждение образования**  
**«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

ГГУ имени Ф. Скорины

\_\_\_\_\_ С.А.Хахомов

\_\_\_\_\_  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_/уч.

Модуль «Обработка данных»  
**ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**  
**В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
7-06-0612-02 Информатика и технологии программирования

Гомель 2023

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта Республики Беларусь ОСВО 7-06-0612-02-2023 и учебного плана специальности 7-06-0612-02 Информатика и технологии программирования, утвержденного 17.02.2023 регистрационный № 7-0612-02-23/УП.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**Малинковский Ю.В.** – профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики ГГУ имени Франциска Скорины, доктор физико-математических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой фундаментальной и прикладной математики УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»,  
(протокол № 9 от 27.04.2023)

Научно-методическим советом УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»  
(протокол № 9 от 24.05.2023)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Математическая статистика является основой статистического анализа данных и применяются в различных естественнонаучных исследованиях. В настоящее время сложно представить научные исследования прикладного характера без статистической обработки данных, подтверждающей выдвинутые предположения. Статистические модели и методы универсальны, однако оценки и интерпретация результатов зачастую требуют профессиональной интуиции в предметной области.

Необходимость и актуальность дисциплины компонента учреждения образования «Обработка экспериментальных данных в специализированных системах» обусловлена тем, что она является прикладной дисциплиной, использующейся практически во всех областях науки, техники и социологии. Невозможно представить физику, технику, геологию, медицину и вообще любую прикладную науку без статистической обработки результатов измерений. Методы статистического анализа в настоящее время являются интеллектуальным инструментом исследователя.

Поэтому изучение дисциплины «Обработка экспериментальных данных в специализированных системах» является необходимым и актуальным аспектом при подготовке магистрантов, и соответствует требованиям современности.

Целью дисциплины является овладение студентами основ статистического анализа данных.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с основными направлениями развития статистических методов;
- усвоение основных принципов и направлений развития методов статистического анализа выборочных данных;
- получение навыков практического применения статистических методов для анализа процессов и явлений в различных областях человеческой деятельности;
- выработка компетенций, необходимых для успешного применения инструментария статистического анализа в педагогической деятельности.

В результате изучения дисциплины студенты должны

*знать:*

- основные статистические методы исследования;
- методы оценки распределений и их параметров (точечные и интервальные оценки);
- методы и алгоритмы проверки статистических гипотез (значимости, согласия и т. д.);
- методы оценки и анализа взаимосвязи между случайными величинами (корреляционный, регрессионный и факторный анализ);

*владеть:*

- умением интерпретировать полученные результаты, делать выводы и практические рекомендации;

– навыками и основами статистических методов для решения реальных задач, встречающихся в педагогической деятельности.

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций.

УК-2. Решать научно-исследовательские и инновационные задачи на основе применения инновационно-коммуникационных технологий.

СК-8. Проводить научные исследования в области разработки методов и технологий обработки данных, иметь навыки сбора, обработки и анализа экспериментальных данных в специализированных системах.

Изучение учебной дисциплины «Обработка экспериментальных данных в специализированных системах» направлено на повышение качества воспитательного процесса посредством формирования системного и логического мышления, ответственности за результаты учебы, трудолюбия, обеспечивает развитие математических способностей и склонностей обучающихся, а также их личностный рост и гражданское становление.

Форма получения высшего образования: дневная.

Дисциплина изучается магистрантами 1-го курса специальности 7-06-0612-02 Информатика и технологии программирования во 2-м семестре дневной формы получения высшего образования (углубленное высшее образование).

Всего – 110 часов, аудиторное количество часов – 48, из них лекций –16, практические занятия – 16, лабораторные занятия – 16.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма отчётности – экзамен (2 семестр).

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Тема 1 Выборка. Эмпирическое распределение. Теоретические и выборочные числовые характеристики**

Абстрактная и конкретная выборки. Теоретическая и эмпирическая случайные величины. Эмпирическая функция распределения. Теорема Гливенко-Кантелли. Теоретические и выборочные начальные и центральные моменты. Гистограмма относительных частот.

### **Тема 2 Точечные оценки неизвестных параметров**

Формальное определение оценки. Несмещенность, состоятельность и эффективность точечной оценки. Единственность эффективной оценки в классе несмещенных оценок из пространства  $L_2(\Omega, \mathcal{F}, P)$ . Выборочные средняя, дисперсия и исправленная дисперсия и их свойства как оценок теоретических средней и дисперсии.

### **Тема 3 Методы получения точечных оценок неизвестных параметров**

Методы получения точечных оценок (метод моментов и метод максимального правдоподобия). Функция правдоподобия и логарифмическая функция правдоподобия. Сравнение достоинств и недостатков этих методов, примеры их применения.

### **Тема 4 Информация в выборке и наблюдении и эффективность точечных оценок неизвестных параметров**

Информация по Фишеру в выборке и наблюдении. Связь между ними. Неравенство Рао-Крамера. Понятие регулярной оценки. Частный вид неравенства Рао-Крамера в классе несмещенных регулярных оценок. Применение неравенства Рао-Крамера к доказательству эффективности оценок.

### **Тема 5 Интервальные оценки неизвестных параметров**

Определения односторонних и двусторонних доверительных пределов. Лемма о построении двусторонних доверительных пределов по односторонним. Лемма о равномерном распределении. Основная теорема интервального оценивания.

### **Тема 6 Интервальные оценки параметров нормального распределения**

Построение доверительного интервала для теоретической средней в случае известной теоретической дисперсии по выборке из нормального распределения.

Построение доверительного интервала для теоретической средней в случае неизвестной теоретической дисперсии по выборке из нормального распределения.

Построение доверительного интервала для теоретической дисперсии в случае известной теоретической средней по выборке из нормального распределения.

Построение доверительного интервала для теоретической дисперсии в случае неизвестной теоретической средней по выборке из нормального распределения.

### **Тема 7 Проверка статистических гипотез**

Вектор наблюдений. Выборочное пространство. Основная гипотеза и альтернатива. Критическая область. Статистика критерия. Односторонние и двусторонние критические области. Вероятности ошибок 1-го и 2-го родов. Функция мощности. Лемма Неймана-Пирсона. Критерии значимости и критерии согласия. Критерий согласия  $\chi^2$  Пирсона.

### **Тема 8 Дисперсионный и регрессионный анализ**

Запись таблицы однофакторного дисперсионного анализа. Нахождение полной, межгрупповой и внутригрупповой сумм квадратов. Применение  $F$ -распределения к проверке нулевой гипотезы (случаи одинакового и неодинакового количества измерений).

Построение выборочных уравнений линейной регрессии.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (ПРИМЕРНАЯ ФОРМА)**  
(Дневная форма обучения)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Количество аудиторных часов |                      |                      | Количество часов<br>УСР | Форма контроля знаний                |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Лекции                      | Лабораторные занятия | Практические занятия |                         |                                      |
| 1                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                           | 4                    | 5                    | 6                       | 7                                    |
| 1                   | <b>Выборка. Эмпирическое распределение. Теоретические и выборочные числовые характеристики</b><br>1 Абстрактная и конкретная выборки<br>2 Теоретическая и эмпирическая случайные величины Эмпирическая функция распределения. Теорема Гливленко-Кантелли<br>3 Теоретические и выборочные начальные и центральные моменты<br>4. Гистограмма относительных частот                       | 2                           | 2                    | 2                    | -                       | Защита отчета по лабораторной работе |
| 2                   | <b>Точечные оценки неизвестных параметров</b><br>1 Формальное определение оценки<br>2 Несмещенность, состоятельность и эффективность точечной оценки.<br>3 Единственность эффективной оценки в классе несмещенных оценок из пространства $L_2(\Omega, F, P)$ .<br>4 Выборочные средняя, дисперсия и исправленная дисперсия и их свойства как оценок теоретических средней и дисперсии | 2                           | –                    | 2                    | –                       | Устный опрос                         |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |   |   |                                      |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|--------------------------------------|
| 3 | <b>Методы получения точечных оценок неизвестных параметров</b><br>1 Методы получения точечных оценок (метод моментов)<br>2 Методы получения точечных оценок (метод максимального правдоподобия)<br>3 Функция правдоподобия и логарифмическая функция правдоподобия<br>4 Сравнение достоинств и недостатков этих методов, примеры их применения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 | 2 | 2 | — | Защита отчета по лабораторной работе |
| 4 | <b>Информация в выборке и наблюдении и эффективность точечных оценок неизвестных параметров</b><br>1 Информация по Фишеру в выборке и наблюдении. Связь между ними<br>2 Неравенство Рао-Крамера. Понятие регулярной оценки<br>3 Частный вид неравенства Рао-Крамера в классе несмещенных регулярных оценок<br>4 Применение неравенства Рао-Крамера к доказательству эффективности оценок                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2 | 2 | — | — | Защита отчета по лабораторной работе |
| 5 | <b>Интервальные оценки неизвестных параметров</b><br>1 Определения односторонних и двусторонних доверительных пределов<br>2 Лемма о построении двусторонних доверительных пределов по односторонним<br>3 Лемма о равномерном распределении<br>4 Основная теорема интервального оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 2 | — | - | Защита отчета по лабораторной работе |
| 6 | <b>Интервальные оценки параметров нормального распределения</b><br>1 Построение доверительного интервала для теоретической средней в случае известной теоретической дисперсии по выборке из нормального распределения.<br>2 Построение доверительного интервала для теоретической средней в случае неизвестной теоретической дисперсии по выборке из нормального распределения.<br>3 Построение доверительного интервала для теоретической дисперсии в случае известной теоретической средней по выборке из нормального распределения.<br>4 Построение доверительного интервала для теоретической дисперсии в случае неизвестной теоретической средней по выборке из нормального распределения | 2 | 2 | 2 | — | Защита отчета по лабораторной работе |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |           |           |   |                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---|-----------------------------------------|
| 7 | <b>Проверка статистических гипотез</b><br>1 Вектор наблюдений. Выборочное пространство. Основная гипотеза и альтернатива<br>2 Критическая область. Статистика критерия. Односторонние и двусторонние критические области<br>3 Вероятности ошибок 1-го и 2-го родов<br>4 Функция мощности. Лемма Неймана-Пирсона. Критерии значимости и критерии согласия. Критерий согласия $\chi^2$ Пирсона. | 2         | 2         | 2         | – | Защита отчета по лабораторной работе    |
| 8 | <b>Критерии значимости и критерии согласия</b><br>1 Критерии значимости<br>2 Критерии согласия<br>3 Критерий согласия $\chi^2$ Пирсона<br>4 Другие критерии согласия (Мизеса-Смирнова и Колмогорова)                                                                                                                                                                                          | 1         | 2         | 2         | - | Защита отчета по лабораторной работе    |
| 9 | <b>Дисперсионный и регрессионный анализ</b><br>1 Запись таблицы однофакторного дисперсионного анализа<br>2 Нахождение полной, межгрупповой и внутригрупповой сумм квадратов<br>3 Применение $F$ -распределения к проверке нулевой гипотезы (случай одинакового и неодинакового количества измерений)<br>4 Построение выборочных уравнений линейной регрессии.                                 | 1         | 2         | 4         | – | Устный опрос.<br>Групповая консультация |
|   | <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | – | <b>Экзамен</b>                          |

Доктор физ.-мат.наук, профессор

Ю.В. Малинковский

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень лабораторных занятий**

1. Выборка. Эмпирическое распределение. Теоретические и выборочные числовые характеристики
2. Методы получения точечных оценок неизвестных параметров
3. Информация в выборке и наблюдении и эффективность точечных оценок неизвестных параметров
4. Интервальные оценки неизвестных параметров
5. Интервальные оценки параметров нормального распределения
6. Проверка статистических гипотез
7. Критерии значимости и критерии согласия
8. Дисперсионный и регрессионный анализ

### **Перечень практических занятий**

1. Выборка. Эмпирическое распределение. Теоретические и выборочные числовые характеристики
2. Точечные оценки неизвестных параметров.
3. Методы получения точечных оценок неизвестных параметров
4. Интервальные оценки параметров нормального распределения
5. Проверка статистических гипотез
6. Критерии значимости и критерии согласия
7. Дисперсионный и регрессионный анализ

### **Средства диагностики результатов учебной деятельности**

Оценка уровня знаний магистранта производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений магистранта рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос во время занятий.
- защита отчетов по лабораторным работам.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 489 с. – Режим доступа: по подписке: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500648>
2. Боровков, А. А. Математическая статистика. Оценка параметров. Проверка гипотез : учебное пособие / А. А. Боровков. – Москва : Наука, 1984. – 472 с.
3. Довжик, Т. В. Основные задачи математической статистики : учебное пособие / Т. В. Довжик, М. Е. Ильин. – Рязань : РГРТУ, 2023. – 112 . – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/380399>.
4. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – Москва : Мир, 1976. – 648 с.
5. Малинковский, Ю. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие. Ч. 2: Математическая статистика / Ю. В. Малинковский. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2004. – 146 с.
6. Палий, И. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / И. А. Палий. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 426 с. – Режим доступа: по подписке: <https://znanium.com/catalog/product/1930696>.

*Книгообеспеченность дисциплины ниже нормы, новых изданий в библиотеке недостаточно, рекомендуется оформить заявку на закупку новой учебной литературы.*

*Библ.*

*И.И.И.*

*И.В.И.*

28.02.2024

### Дополнительная

1. Барра, Ж.Р. Основные понятия математической статистики / Ж.Р. Бара. – М.: Мир, 1974. – 277 с.
2. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
3. Закс, Ш. Теория статистических выводов / Ш. Закс. – М.: Мир, 1975. – 776 с.
4. Кендалл, М. Статистические выводы и связи / М. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. – 900 с.
5. Климов, Г.П. Теория вероятностей и математическая статистика / Г.П. Климов. – М.: МГУ, 1983. – 328 с.
6. Кокс, Д. Теоретическая статистика / Д. Кокс, Д. Хинкли. – М.: Мир, 1981. – 560 с.
7. Леман, Э. Проверка статистических гипотез / Э. Леман. – М.: Наука, 1979. – 408 с.
8. Рао, С.Р. Линейные статистические методы и их применения / С.Р. Рао. – М.: Наука, 1968. – 548 с.
- a. Смирнов, Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений : учебное пособие / Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – Москва : Наука, 1969 . – 511 с.

9. Соле, Ж.Л. Основные структуры математической статистики / Ж.Л. Соле. – М.: Мир, 1972. – 104 с.
10. Шметтерер, Л. Введение в математическую статистику / Л. Шметтерер. – М.: Наука, 1976. 520 с.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

| Название учебной дисциплины с которой требуется согласование         | Название кафедры                                | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Коммерциализация результатов научно-исследовательской деятельности | Кафедры фундаментальной и прикладной математики | Нет                                                                                                           | Протокол № 9 от 27.04.2023                                                                        |
| 2 Управление проектами в сфере информационных технологий             | Кафедры фундаментальной и прикладной математики | Нет                                                                                                           | Протокол № 9 от 27.04.2023.                                                                       |

Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Л.Н.Марченко

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год

| № | Дополнения и изменения | Основание |
|---|------------------------|-----------|
|   |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.)

Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Л.Н.Марченко

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета математики  
и технологий программирования  
к. ф-м. н., доцент

\_\_\_\_\_

С.П.Жогаль

