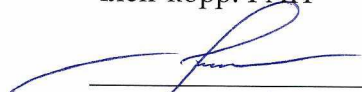


Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки  
**Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр  
Российской академии наук»  
(КарНЦ РАН)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор КарНЦ РАН  
член-корр. РАН

  
О.Н. Бахмет  
« 01 » августа 20 22 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ  
1.6.16. ГИДРОЛОГИЯ СУШИ,  
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ГИДРОХИМИЯ**

г. Петрозаводск  
2022

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы (ООП) аспирантуры

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: современные методы исследования и способы использования информационно-коммуникативных технологий в научно-исследовательской деятельности; особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;

уметь: применять методы исследования и информационно-коммуникативные технологии в соответствующей профессиональной области; следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач;

владеть: культурой научного исследования в профессиональной области, соответствующей специальности, в том числе с использованием методов статистического анализа и новейших информационно-коммуникационных технологий; различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно образовательных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры и язык преподавания

Дисциплина Математические и статистические методы обработки данных входит в Образовательный компонент Основной образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации и является факультативной дисциплиной. Изучение дисциплины происходит в 4 семестре и завершается зачетом в конце 4 семестра. Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении образовательной программы предыдущего уровня.

Язык преподавания – русский.

## 3. Виды учебной работы и тематическое содержание

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу (з.е.) или 36 академических часов.

### 3.1 Виды учебной работы

| Виды учебной работы   | Объем в академических часах |
|---|-----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>                      | 36                          |
| В том числе:  |                             |
| <b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем). Всего</b> | 18                          |
| В том числе:  |                             |

|   |           |
|---|-----------|
| Лекции (Л)  | 9         |
| Практические занятия (Пр)   | -         |
| Лабораторные занятия (Лаб)  | 9         |
| Вид промежуточной аттестации  | зачет     |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)</b>              | <b>18</b> |
| В том числе:  |           |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям | 14        |
| Подготовка к промежуточной аттестации                               | 4         |

### 3.2. Краткое содержание дисциплины по разделам и видам учебной работы

#### Структура дисциплины

| № п/п              | Раздел дисциплины<br>(тематический модуль) | Трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) |        |                      |                                    | Оценочное средство             |
|--------------------|--|---|--------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                    |  | Всего   | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа обучающихся |                                |
| <b>Семестр № 4</b> |  |   |        |                      |                                    |                                |
| 1                  | Основные понятия прикладной статистики.    | 12  | 3      | 3                    | 6                                  | Лабораторная работа 1<br>Зачет |
| 2                  | Проверка статистических гипотез            | 8   | 2      | 2                    | 4                                  | Лабораторная работа 2<br>Зачет |
| 3                  | Элементы регрессионного анализа            | 8   | 2      | 2                    | 4                                  | Лабораторная работа 3<br>Зачет |
| 4                  | Элементы дисперсионного анализа            | 4   | 1      | 2                    | 2                                  | Лабораторная работа 4<br>Зачет |

|   |                                    |    |   |   |    |                                |
|---|------------------------------------|----|---|---|----|--------------------------------|
| 5   | Введение в анализ временных рядов. | 4  | 1 | 2 | 2  | Лабораторная работа 5<br>Зачет |
| Вид промежуточной аттестации в семестре: зачет. |                                    |    |   |   |    |                                |
| <b>Итого:</b>                                   |                                    | 36 | 9 | 9 | 18 |                                |

### 3.3. Содержание аудиторных занятий

#### Содержание лекционных занятий

| № раздела     | № лекции | Основное содержание лекций                                      | Количество часов |
|---------------|----------|---|------------------|
| Семестр № 4   |          |   |                  |
| 1             | 1.1      | Выборочный метод. Основные характеристики выборки.              | 1                |
| 1             | 1.2      | Статистические оценки. Примеры, свойства.                       | 1                |
| 1             | 1.3      | Доверительное оценивание параметров распределения. Примеры.     | 1                |
| 2             | 2.1      | Общая схема проверки статистических гипотез. Критерии согласия. | 1                |
| 2             | 2.2      | Критерии однородности. Примеры.                                 | 1                |
| 3             | 3.1      | Основные понятия корреляционного анализа.                       | 1                |
| 3             | 3.2      | Линейная регрессионная модель.                                  | 1                |
| 4             | 4.1      | Основные понятия дисперсионного анализа.                        | 1                |
| 5             | 5.1      | Модели временных рядов.   | 1                |
| <b>Итого:</b> |          |   | 9                |

### Содержание практических занятий

| № раздела     | № лекции | Основное содержание   | Количество часов |
|---------------|----------|---|------------------|
| Семестр № 4   |          |   |                  |
| 1             | 1.1      | Выборочный метод. Лабораторная работа 1, п. 1, 2.                               | 1                |
| 1             | 1.2      | Статистические оценки. Лабораторная работа 1, п. 1, 2.                          | 1                |
| 1             | 1.3      | Доверительное оценивание параметров распределения. Лабораторная работа 1, п. 3. | 1                |
| 2             | 2.1      | Критерии согласия. Лабораторная работа 2, п. 1.                                 | 1                |
| 2             | 2.2      | Критерии однородности. Лабораторная работа 2, п. 2.                             | 1                |
| 3             | 3.1      | Основные понятия корреляционного анализа. Лабораторная работа 3, п. 1.          | 1                |
| 3             | 3.2      | Линейная регрессионная модель. Лабораторная работа 3, п. 2.                     | 1                |
| 4             | 4.1      | Основные понятия дисперсионного анализа. Лабораторная работа 4.                 | 1                |
| 5             | 5.1      | Модели временных рядов. Лабораторная работа 5.                                  | 1                |
| <b>Итого:</b> |          |   | 9                |

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося

| № раздела     | Задания для самостоятельной работы                      | Количество часов |
|---------------|---|------------------|
| Семестр № 1   |   |                  |
|               | Повторение лекционного материала, подготовка к занятиям | 14               |
|               | Подготовка к зачету                                     | 4                |
| <b>Итого:</b> |   | 18               |

#### 4. Образовательные технологии по дисциплине

При изучении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- аудиторные занятия (лекционные, лабораторные занятия);
- внеаудиторные занятия (самостоятельная работа).

#### 5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме: Лабораторная работа.

Оценочные средства для текущего контроля.

Лабораторная работа 1: Основные понятия математической статистики.

1. По заданной выборке вычислить следующие точечные оценки: математическое ожидание; дисперсию; среднеквадратичное отклонение; коэффициент асимметрии; медиану; эксцесс.
2. Построить для группированной выборки (разбиваем выборку на 10 частей) гистограмму, полигон частот и эмпирическую функцию распределения.
3. Построить доверительные интервалы для математического ожидания (уровень значимости 0,05).

Лабораторная работа 2: Проверка статистических гипотез.

1. Критерии согласия. Проверка гипотезы о виде распределения генеральной совокупности. Использовать критерии Колмогорова-Смирнова, Пирсона (хи-квадрат) (надежность=0.1).
2. Проверка гипотезы об однородности и независимости двух выборок. Использовать критерии Колмогорова-Смирнова, критерий Манна-Уитни.

Лабораторная работа 3: Корреляционно-регрессионный анализ.

1. Для заданных выборок найти коэффициент корреляции Пирсона; коэффициенты Спирмена и Кэндела, проверить гипотезу о независимости признаков.
2. Построить линейную регрессию  $X$  на  $Y$  (выборочные значения  $X$  и  $Y$  заданы в соответствии с вариантом). Вычислить коэффициент детерминации, дисперсию ошибки, оценить значимость функции регрессии, график зависимости наблюдаемого и предсказываемого значения  $Y$ .

Лабораторная работа 4: Дисперсионный анализ влияния факторов.

1. Проверить гипотезу о несущественности влияния фактора  $A_i$  на значение признака  $Y_j$  (выборки заданы в соответствии с вариантом). В случае, если гипотеза о несущественности влияния фактора  $A_i$  на значение признака  $Y_j$  будет отвергнута, определить степень этого влияния, построить модель зависимости.
2. Построить график зависимости групповых средних от уровней фактора  $A_i$ .

Лабораторная работа 5: Анализ модели временного ряда.

1. По предложенным данным построить коррелограмму и определить период сезонных колебаний.
2. Построить аддитивную модель временного ряда, вычислить коэффициент детерминации, построить прогноз на три лага вперед.
3. Построить мультипликативную модель временного ряда, вычислить коэффициент детерминации, построить прогноз на три лага вперед.
4. Сравнить модели.

Работы выполняются с использованием свободно распространяемой среды разработки ПО RStudio.

Оценка «**зачтено**» выставляется обучающемуся, если он выполнил задания всех пунктов лабораторной работы. В случае неточностей допускается корректировка работы в течение практического занятия.

Оценка «**не зачтено**» выставляется обучающемуся, если он не предоставил работу или не выполнил некоторые ее пункты даже после комментариев преподавателя.

5.2. Промежуточная аттестация проводится в виде:

Зачет

Вопросы к зачету.

1. Выборочный метод. Статистическое распределение выборки, эмпирическая функция распределения. Полигон, гистограмма частот.
2. Точечные оценки: несмещенность, эффективность, состоятельность. Примеры: выборочная средняя, выборочная дисперсия.
3. Доверительные интервалы для генеральных характеристик. Точность оценки. Доверительная вероятность. Доверительный интервал для математического ожидания. Доверительный интервал для дисперсии.
4. Основные положения общей теории статистической проверки гипотез. Статистический критерий. Ошибки первого и второго рода. Мощность и надежность критерия.
5. Критерии согласия: критерий Колмогорова, критерий «хи-квадрат».
6. Критерии однородности двух выборок: критерий Колмогорова-Смирнова, критерий знаков, критерий Манна-Уитни.
7. Элементы теории корреляции. Коэффициент корреляции. Корреляционная матрица.
8. Выборочное уравнение регрессии. Простая модель линейной регрессии. Ошибки. Коэффициент детерминации.
9. Дисперсионный анализ. Формула разложения дисперсии.
10. Анализ временных рядов. Сглаживание временного ряда.

Подробно средства оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

## **6. Методические рекомендации обучающимся по дисциплине, в том числе для самостоятельной работы**

Для успешного освоения дисциплины требуется систематическая работа над материалом курса, решение соответствующих типовых задач на практических занятиях и успешное написание контрольных работ.

## 7. Методические рекомендации преподавателям по дисциплине

Планирование лекционных и лабораторных занятий осуществляется с учётом установленного количества часов.

Лекции составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине. Ведущим методом лекционного занятия выступает устное изложение учебного материала.

Лабораторные работы направлены на формирование у обучающихся умений решать прикладные задачи. Преподаватель оценивает качество выполнения работ, а также знание используемого математического аппарата.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Библиографический список документов

### 8.1. Основная литература:

1. Айвазян С., Мхитарян В. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 1. Теория вероятностей и прикладная статистика Учебник для вузов: В 2 т. — 2-е изд., испр. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 656 с. - [Электронный ресурс]. - <https://www.twirpx.com/file/78147/>
2. Бродский, Я. С. Статистика. Вероятность. Комбинаторика / Я. С. Бродский. - Москва : ОНИКС : Мир и Образование, [2008]. - 544 с
3. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие / В.Е. Гмурман. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1979. - 400 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458330>
4. Афанасьев, В.Н. Статистическая методология в научных исследованиях / В.Н. Афанасьев, Н.С. Еремеева, Т.В. Лебедева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2017. – 246 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485266>
5. Баврин, И.И. Математическая обработка информации : учебник / И.И. Баврин. – Москва : Прометей, 2016. – 261 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439182>

### 8.2. Дополнительная литература:

1. Прикладные методы анализа статистических данных: учеб. пособие / Горяинова Е.Р., Панков А.Р., Платонов Е.Н. - Москва : ИД Высшей школы экономики, 2012. - [Электронный ресурс]. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785759808664.html>
2. Ларионова, И. А. Статистика: введение в регрессионный анализ : временные ряды / Ларионова И.А. - Москва : МИСиС, 2016. - [Электронный ресурс]. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239365.html>
3. Бородина А. В. Статистические критерии в анализе данных : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата «Математика», «Прикладная математика и информатика», «Программная инженерия», «Информационные системы и технологии» / А. В. Бородина, Р. С. Некрасова ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования Петрозав. гос. ун-т. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2023. — 45 с. — ISBN 978-5-8021-4040-6.



— Текст : электронный. — URL:  
<https://elibrary.karelia.ru/book.shtml?id=61684#t20c>

4. Карымова, О.С. Математические методы в психологии / О.С. Карымова, И.С. Якиманская ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. – 169 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258840>

### 8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### а) программное обеспечение

свободно распространяемая среда разработки RStudio

#### б) интернет-ресурсы

Для поиска учебной и научной литературы используются следующие ЭБС:

- Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»  
<http://biblioclub.ru/>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента. Студенческая электронная библиотека» <http://www.studentlibrary.ru>
- другие базы данных, размещенные на сайте Научной библиотеки ПетрГУ в разделе «Электронные журналы и базы данных»  
<http://library.petrSU.ru/collections/bd.shtml>
- учебное пособие «Введение в анализ временных рядов. Основные понятия и методы» <http://elibrary.karelia.ru/book.shtml?levelID=017&id=17442&cType=1>
- учебное пособие «Введение в анализ временных рядов. Практические подходы к построению моделей»  
<http://elibrary.karelia.ru/book.shtml?levelID=017&id=22920&cType=1>
- учебное пособие «Математическое моделирование в статистическом анализе. Решение задач с использованием языка программирования R»  
<http://elibrary.karelia.ru/book.shtml?levelID=017&id=28036&cType=1>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная рабочими местами для обучающихся и преподавателя, доской, мультимедийным оборудованием;
- библиотека с читальным залом и залом для самостоятельной работы обучающегося, оснащенная компьютером с выходом в Интернет, книжный фонд которой составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде).