

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет



« 21 » мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологической информации**

по направлению подготовки

**05.03.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Гидрология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.23

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

 Д. А. Вершинин

Председатель УМК

 М. А. Каширо

### **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 – способность проводить научные исследования объектов, систем и процессов в области гидрометеорологии, в том числе при решении проблем геоэкологии и охраны окружающей среды

ОПК-3 – способность решать задачи профессиональной деятельности в области гидрометеорологии, в том числе осуществлять гидрометеорологические расчеты и участвовать в разработке прогнозов (погоды, химического состава атмосферы и гидросферы)

### **2. Задачи освоения дисциплины**

Задачами освоения дисциплины является подготовка обучающегося к достижению следующих индикаторов компетенций:

– ИОПК-2.1 Способен применять программные средства методов статистической обработки при проведении анализа гидрометеорологических или мониторинговых наблюдений в области охраны окружающей среды.

– ИОПК-3.1 Способен заниматься текущей работой, выполняемой под наблюдением руководителей и в сотрудничестве с другими специалистами. Обладает дипломатичностью и способностью взаимодействовать с представителями общественности. В пределах установленного круга обязанностей способен автономно решать новые и нестандартные задачи.

### **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)». Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.23.

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 5, зачет.

Семестр 6, экзамен.

### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы компетенции, приобретенные в процессе обучения в бакалавриате по дисциплинам «Основы высшей математики», «Информатика», «Метеорология», «Гидрология суши», «Климатология», «Климатическая обработка данных».

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часа, из которых:

– лекции: 46 ч.;

– семинарские занятия: 0 ч.

– практические занятия: 0 ч.;

– лабораторные работы: 40 ч.

в том числе практическая подготовка: 40 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

### **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Модуль 1

**Тема 1. Введение.** Цели и задачи курса. Место статистической обработки и анализа в современной гидрометеорологии.

**Тема 2. Гидрометеорологическая информация.** Вероятностный характер гидрометеорологических процессов как их объективное свойство, не связанное со степенью изученности. Общая характеристика гидрометеорологической информации: система сбора данных,

их точность, режимная и оперативная информация, организация хранения информации, временные ряды гидрометеорологических характеристик.

Основные сведения из теории вероятностей. Вероятность случайных событий. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения вероятностей и плотность распределения вероятностей случайной величины. Обеспеченность. Числовые характеристики случайных величин. Свойства математического ожидания и дисперсии случайной величины. Моменты распределений. Стандартные преобразования случайной величины. Квантили распределения.

**Тема 3. Функции распределения вероятностей, применяемые в гидрометеорологии.** Требования к законам распределения, применяемым в гидрометеорологии. Закон равномерной плотности, биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение (кривая Гаусса), логарифмически нормальное распределение, распределение Крицкого-Менкеля (трехпараметрическое гамма-распределение), распределение Гумбеля. Критерии, позволяющие выбрать функцию распределения для решения конкретной задачи.

Оценка числовых характеристик (параметров) распределения гидрометеорологических величин. Параметры генеральной совокупности и их выборочные оценки. Требования к выборочным оценкам параметров. Методы оценки параметров: методы моментов, наибольшего правдоподобия, графоаналитический, графический. Сущность, достоинства и недостатки этих методов.

**Тема 4. Подбор аналитической функции распределения к эмпирическим данным.** Требования к исходному ряду наблюдений и расчет квантилей гидрометеорологической величины, имеющих заданную вероятность превышения (обеспеченность). Точность определения квантилей. Учет выдающихся значений гидрометеорологической величины.

**Тема 5. Сущность интервального оценивания параметров распределения.** Интервальная оценка математического ожидания и дисперсии случайной величины.

**Тема 6. Проверка статистических гипотез и оценка однородности гидрометеорологической информации.** Постановка задачи. Виды статистических гипотез. Критерий значимости, область допустимых значений критерия и критическая область. Мощность критерия. Параметрические и непараметрические критерии. Критерии Стьюдента и Фишера. Ранговые критерии. Критерии согласия (Колмогорова,  $\chi^2$  Пирсона). Критерии случайности. Процедура проверки статистических гипотез.

**Тема 7. Оценка однородности гидрометеорологических рядов.** Возможные причины нарушения однородности. Способы и результаты генетического анализа однородности. Статистический анализ однородности. Случаи фазовой неоднородности рядов. Построение кривых обеспеченности и расчет квантилей заданной обеспеченности по неоднородным выборкам.

## Модуль 2

**Тема 1. Вопросы элементарной статистики.**

**Тема 2. Робастное оценивание.** Оценка засоренности выборки. Источники гидрометеорологической информации. Центры хранения данных.

**Тема 3. Корреляционно-регрессионный анализ.** Коэффициент корреляции Пирсона. Непараметрические коэффициенты корреляции. Модель регрессии.

**Тема 4. Временные ряды.** Анализ временных рядов в виде последовательности значений случайной величины и в виде реализации случайного процесса. Основные понятия теории случайных функций. Циклическая структура многолетней изменчивости гидрометеорологических характеристик и ее возможные объяснения. Методы анализа многолетних колебаний (циклическость, тренды). Автокорреляционные функции. Спектральный анализ. Сглаживание и фильтрация. Методы сглаживания.

**Тема 5. Кластерный анализ.** Метрики. Иерархические и итеративные методы классификации. Функционалы качества классификации.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в пятом семестре. Зачет проводится в письменной форме (тестирование).

Для допуска к зачету студенты должны выполнить лабораторные работы, проверяющих ИОПК-2.1., ИОПК-3.1.

Экзамен в шестом семестре проводится в устной форме. Продолжительность экзамена 4 часа.

Билет состоит из двух частей, проверяющий ОПК-2. В первой части – один теоретический вопрос, требующий развернутый ответ. Вторая часть содержит один вопрос из практической части, проверяющих ОПК-3.

Для допуска к экзамену студенты должны выполнить лабораторные работы, проверяющих ИОПК-2.1., ИОПК-3.1.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины описаны в Фондах оценочных средств.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»:  
<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=466>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План лабораторных занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Годин, А. М. Статистика: учебник / А. М. Годин. – Москва: Дашков и К°, 2012. – 451 с.

– Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 278 с.

– Сикан А.В., Малышева Н.Г., Винокуров И.О. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Лабораторный практикум. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2014. – 72 с.

– Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии. Учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 238 с.

– Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Ч.2. Компьютерный практикум: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. – 152 с.

– Наумов В.А. Методы обработки гидрологической информации: учебное пособие. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. – 92 с.

б) дополнительная литература:

– Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. М.: Изд-во МГУ, 1988

– Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1967.

– Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н. и др. Многомерный статистический анализ в экономике, М.: Юнити, 1999

– Поляк И.И. Методы анализа случайных процессов и полей в климатологии. Л.: Гидрометеиздат, 1979.

– Компьютерная биометрика / Под ред. В.Н. Носова. М.: Изд-во МГУ, 1990.

– Кендал М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды, М.: Наука, 1976

– Анализ и прогнозирование гидрометеорологических данных в пакете "Statistica". Учебно-методический комплекс / сост. Дубровская Л.И., Кужевская И.В. Томск, 2007.

– Дубровская Л.И. Обработка гидрометеорологических данных в пакете Statistica: Методические указания. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2012. – 42 с.

– Дубровская Л.И. Прогнозирование временных рядов в пакете Statistica: Методические указания. – Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2012. – 36 с.

- Дубровская Л.И., Князев Г.Б. Компьютерная обработка естественнонаучных данных методами многомерной прикладной статистики. – Томск: Изд-во ТГУ, 2011. – 120 с.
- Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 245 с.
- Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М.: Госстрой России, 2004. – 72 с.

в) ресурсы сети Интернет:

Официальный сайт StatSoft Russia	<a href="http://www.statsoft.ru/">http://www.statsoft.ru/</a>
Про Excel	<a href="http://allexcel.info/">http://allexcel.info/</a>
Планета Excel	<a href="http://www.planetaexcel.ru/">http://www.planetaexcel.ru/</a>
Ссылка на практикум	<a href="http://www.geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/meteorology/publications/index.php">http://www.geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/meteorology/publications/index.php</a>

Дубровская Л.И., Кужевская И.В. Анализ и прогнозирование гидрометеорологических данных в пакете «STATISTICA»: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]

<http://ido.tsu.ru/russian/bank.phtml>

Дубровская Л.И., Кужевская И.В. Анализ и прогнозирование гидрометеорологических данных в пакете «Statistica»: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]

<http://ido.tsu.ru/russian/bank.phtml>

Дубровская Л.И., Князев Г.Б. Обработка естественнонаучных данных методами многомерной статистики на ЭВМ: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]

<http://ido.tsu.ru/russian/bank.phtml>

### 13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- QGIS, SAGA, Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

#### **15. Информация о разработчиках**

Кужевская Ирина Валерьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии геолого-географического факультета ТГУ.

Земцов Валерий Алексеевич, доктор географических наук, доцент кафедры гидрологии геолого-географического факультета ТГУ.