

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

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан геолого-географического  
факультета  
  
П.А. Тишин  
« 21 » мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**Численные методы в гидрологии**

по направлению подготовки

**05.03.04 Гидрометеорология**

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

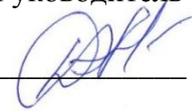
Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.17

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

  
Д. А. Вершинин

Председатель УМК

  
М. А. Каширо

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 – способность решать задачи профессиональной деятельности в области гидрометеорологии и приобретать новые знания с использованием информационных технологий;

ПК-1 – способность применять на практике методы гидрометеорологического и экологического мониторинга, организовывать полевые и камеральные работы.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

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

– ИОПК-4.4 Способен создавать модели природных и техногенных объектов и процессов с использованием профессионального программного обеспечения;

– ИПК-1.3 Владеет знаниями об основных методах наблюдений и приборах, а также знает распространенное программное обеспечение. Умеет обрабатывать, анализировать и передавать данные наблюдений, проводить оценку влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли экономики.

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)». Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.17.

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Семестр 8, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам:

блока Б1 – «Математика», «Физика», «Информатика», «Геоинформационные системы», «Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений»; на материалах обязательных дисциплин вариативной части Б1.В – «Гидрология суши», «Гидрология рек», «Общая и речная гидравлика».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з. е., 108 часов, из которых:

– лекции: 22 ч.;

– лабораторные работы: 22 ч.

в том числе практическая подготовка: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Введение.

Математические модели гидрологических процессов и основные направления применения численных методов в гидрологии. Вид математических моделей по типу

исследуемых закономерностей. Идентификация математических моделей гидрологических процессов. Исследование сложных природных явлений с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Численные методы анализа на основе статистических моделей. Анализ временных рядов на основе теории случайных функций.

Тема 2. Численные методы обработки и первичного анализа исходных материалов наблюдений.

Некоторые общие задачи обработки и первичного анализа материалов наблюдений. Интерполирование и экстраполирование рядов наблюдений. Понятие об интерполяции. Конечные разности различных порядков. Параболическое интерполирование. Интерполяционная формула Лагранжа и Ньютона. Способ наименьших квадратов. Трудности практической реализации математических методов интерполирования и экстраполирования.

Тема 3. Многофакторные статистические зависимости в гидрологии.

Исследование многофакторных статистических связей в гидрологии. Уравнение множественной линейной корреляции. Множественная линейная корреляция трех и более величин. Решение систем линейных уравнений. Расчет общей взаимосвязи исследуемого объекта с предикторами. Вывод уравнения для расчета сводного коэффициента корреляции. Средние квадратические ошибки сводных параметров множественной корреляции. Определение оптимального числа показателей. Исключение дублирующих и неэффективных аргументов. Нелинейные уравнения множественной корреляции.

Тема 4. Численные методы анализа цикличности природных процессов.

Основные понятия теории случайных функций, случайные процессы и последовательности. Законы распределения случайного процесса. Числовые характеристики случайных процессов. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Расчет и анализ корреляционных функций. Период корреляционной функции. Вопросы спектрального анализа и численные методы расчета спектральных плотностей.

Методы анализа циклических колебаний. Сглаживание, разностные интегральные кривые, корреляционный и спектральный анализ.

Тема 5. Методы оптимизации.

Общая постановка задач оптимизации гидрологических процессов. Математическая формулировка задачи оптимизации. Основные понятия. Целевая функция и ее некоторые свойства. Нормализация независимых переменных. Особые точки целевой функции. Глобальный и локальный оптимумы. Градиент целевой функции. Общая характеристика методов нелинейного программирования. Градиентные методы. Комбинированные методы. Метод шагов по оврагу. Метод Розенброка. Безградиентные методы. Метод локализации экстремума функции одной переменной. Метод «золотого сечения». Метод сканирования. Особенности поиска оптимума в задачах с ограничениями типа неравенств.

Тема 5. Численные методы расчета неустановившегося движения потоков жидкости и тепловых потоков.

Приближенное решение дифференциальных уравнений в частных производных. Классификация уравнений в частных производных. Конечно-разностные аппроксимации. Конечно-разностные методы интегрирования уравнений Сен-Венана. Использование уравнения Фурье для расчета потока тепла.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения лабораторных занятий, бесед по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств для курса «Численные методы в гидрологии».

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

Зачет в восьмом семестре проводится в смешанной форме по билетам. Прохождение всего цикла лабораторных занятий и задолженности по СРС является обязательным условием допуска к зачету.

Билет содержит 2 теоретических вопроса и задачу. Задания проверяют уровень достижения ИОПК-4.4, ИПК-1.3. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Численные методы в гидрологии» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24283>

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

в) План лабораторных работ по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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

а) основная литература:

– Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование в гидрологии: учебное пособие / Ю.Б. Виноградов, Т.А. Виноградова. – М.: Издательский центр Академия, 2010. – 304 с.

– Виноградов Ю.Б. Практическая гидрология / Ю.Б. Виноградов, Т.А. Виноградова. – СПб.: СПбГЛТУ, 2014. – 196 с.

– Демидович Б. П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 664 с.

– Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть III. Частично инфинитное моделирование» (на базе языка C++ Builder). – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2013. – 102 с.

– Коваленко В.В. Гидродинамическое моделирование природных процессов: Философско-методологические основания частично инфинитного моделирования в гидрологии. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2014. – 40 с.

б) дополнительная литература:

– Атонцев С. И., Епихов Г. П., Кашеваров А. А. Системное математическое моделирование процессов водообмена. – Новосибирск: Наука, 1986. – 215 с.

– Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1975. – 574 с.

– Демидович Б. П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011. – 664 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=2025](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2025)

– Коваленко В. В. Гидрометрическое оценивание речного стока с элементами стохастического подхода. — Л.: Изд. ЛПИ, 1986. – 61 с.

– Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 200 с.

– Кучмент Л. С. Модели процессов формирования речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.

– Кучмент Л.С., Мотовилов Ю.Г. Назаров Н.А. Чувствительность гидрологических систем. Влияние антропогенных изменений речных бассейнов и климата на гидрологический цикл. – М.: Наука, 1990. – 142 с.

- Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
- Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 278 с.
- Шелутко В. А. Численные методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 238 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
- Научная электронная библиотека Института дистанционного образования ТГУ [www.ido.tsu.ru](http://www.ido.tsu.ru)
- Ресурсы, к которым имеется подписка по договорам с правообладателями на текущий год, размещенные на сайте библиотеки в разделе «Отечественные и зарубежные ресурсы»: <http://lib.tsu.ru/ru/udalennyy-dostup-k-elektronnym-resursam-dlya-polzovateley-vne-seti-tgu-0>
- Электронные ресурсы свободного доступа, размещенные на сайте библиотеки в разделе «Ссылки Интернет»: <http://www.lib.tsu.ru/ru/ssylki-internet>
- Электронная библиотека ТГУ: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

### 13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакетпрограмм. Включаетприложения: 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 (GoogleDocs, 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/>
- ЭБСIPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий оснащенные компьютерной техникой.

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.

### 15. Информация о разработчиках

Инишев Николай Гаврилович, старший преподаватель кафедры гидрологии Томского государственного университета.