

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

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета





И.А. Тишин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № 7 от 22 июня 2023

Рабочая программа дисциплины

**Численные методы анализа и прогноза погоды**

Направление подготовки  
**05.03.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) программы:  
**Метеорология**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**


Форма обучения  
**Очная**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.13

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 И.В. Кужевская

Председатель УМК

 М.А. Каширо

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

**Целью** освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ПК-2 – Способность решать задачи в области оперативной гидрометеорологии, охраны атмосферы и гидросферы.
- ОПК-4 – Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Задачами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИПК-2.1 – Способен применять накопленные знания о влиянии и диапазоне воздействия погоды и климата на жизнь, общество и окружающую среду в целом; понимает последствия природопользования и антропогенных воздействий на водные объекты, погоду и климат;
- ИОПК-4.1 – Применяет современную вычислительную технику и программное обеспечение для решения стандартных задач в практической и профессиональной деятельности.

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

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» Б1.В.ДВ.2. Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Б1.В.13. Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 7, экзамен.

Семестр 8, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Основы высшей математики», «Метеорология», «Физическая метеорология», «Информатика», «Основы наук о Земле», «Общая экология», «Динамическая метеорология».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 часа, из которых:

– лекции: 30 ч.;

– лабораторные работы: 60 ч.,

в том числе практическая подготовка: 60 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### **Тема 1. Введение.**

Предмет, содержание, задачи курса. Классификация методов численного анализа и прогноза погоды. Исторические сведения и современное состояние теории и практики численных методов усвоения метеорологической информации и прогноза погоды. Методы прогнозов погоды различной заблаговременности и предсказуемость метеорологических процессов.

### **Тема 2. Гидрометеорологическая информация и её первичная обработка.**

Гидрометеорологическая информация, используемая в численных анализах и прогнозах погоды. Глобальные системы наблюдений (ГСН) и телесвязи (ГСТ). Классификация атмосферных процессов. Измерение связи между метеорологическими величинами. Статистическая структура метеорологических полей. Виды колебаний метеоэлементов. Физическое осреднение. Анализ временных рядов. Порядок величин метеорологических характеристик и их производных. Сведения о пространственно-временном распределении метеорологических величин. Погрешности метеорологических наблюдений. Общая схема автоматизированной обработки данных наблюдений. Опознавание данных и их первичная обработка.

### **Тема 3. Усвоение гидрометеорологической информации.**

Основные задачи, решаемые системой усвоения гидрометеорологической информации. Разложение процессов и полей по естественным ортогональным составляющим. Влияние изменчивости метеополей на оценку точности статистических характеристик. Согласование начальных данных для прогностических моделей. Применение оптимальной интерполяции для объективного анализа метеорологических полей. Методы экстраполяции.

### **Тема 4. Четырехмерный многоэлементный численный анализ.**

Основа создания метеорологических карт в разных проекциях. Проблема четырехмерного анализа метеорологических полей. Оптимальное согласование аэрологической, асиноптической и прогностической информации. Многоэлементный, многоуровневый и четырёхмерный численный анализ.

### **Тема 5. Прогностические модели атмосферы.**

Производная метеоэлементов и ее роль в описании процесса. Постановка задачи численного прогноза, проблема предсказуемости. Оценка порядков величины членов, входящих в уравнения динамики атмосферы. Упрощения уравнений и частные случаи. Начальные и граничные условия. Конечно-разностные аналоги прогностических уравнений и методы их решения. Основы сеточного метода. Конечно-разностные схемы. Параметризация основных физических процессов в численных моделях.

### **Тема 6. Применение пакета MATLAB в задачах численного анализа и прогноза погоды.**

Интерфейс среды программирования MATLAB. Синтаксис языка программирования MATLAB. Возможности пакета MATLAB для анализа метеорологических данных. Численные методы решения задач анализа и прогноза погоды в пакете MATLAB. Визуализация результатов численных экспериментов в MATLAB. Статистический анализ данных с применением пакета MATLAB.

### **Тема 7. Краткосрочный и среднесрочный численный прогноз погоды.**

Мезомасштабные модели прогноза погоды и возможность их использования. Современные системы оперативного мезомасштабного прогноза погоды. Мезомасштабные модели атмосферы для прогноза погоды. Характеристики негидростатических моделей в их оперативных вариантах. Глобальные модели атмосферы для прогноза погоды на средние сроки: общие сведения. Система краткосрочного прогноза погоды COSMO-RU: модель атмосферы, блоки препроцессинга и постпроцессинга. Решение методических задач краткосрочного прогноза погоды с помощью пакета MATLAB. Решение методических задач среднесрочного прогноза погоды с помощью пакета MATLAB.

Основные принципы создания долгосрочных метеорологических прогнозов.

### **Тема 8. Прогноз ансамблей, предсказуемость атмосферных процессов, оценка качества прогноза.**

Ансамблевый прогноз. Метод построения ансамбля прогнозов и численные эксперименты. Рост ошибок и предел предсказуемости. Вопросы оценки качества численных прогнозов погоды, в том числе с помощью пакета MATLAB. Технология реализации систем прогноза погоды на

суперкомпьютерах. Современные тенденции развития численных методов прогноза погоды. Задачи, перспективы.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения опросов по лекционному материалу, проверки отчётов по лабораторным работам, «круглого стола», индивидуальных бесед 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 анализа и прогноза погоды».

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Экзамен в седьмом, восьмом семестрах.** Экзамен в 7 семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса по пройденным темам. Продолжительность зачета 1 час.

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Численные методы анализа и прогноза погоды» 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=23158> <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2525>

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

а) Методические указания по проведению лабораторных работ.

б) Список вопросов, выносимых на обсуждение.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– 1. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская. Научный редактор – проф. Г.О. Задде. Томск, 2012. 312 с.

2. Белов П.Н. Численные методы прогноза погоды / П.Н. Белов, Е.П. Борисенков, Б.Д. Панин. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 376 с.

3. Белов П.Н. Численные методы анализа и прогноза погоды / П.Н. Белов, Ю.П. Переведенцев, В.В. Гурьянов. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1991. 83 с.

4. Гандин Л.С. Четырёхмерный анализ метеорологических полей. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 351 с.

5. Курбаткин Г.П. Спектральная модель атмосферы, инициализация и база данных для численных прогнозов / Г.П. Курбаткин, А.И. Дегтярёв, А.В. Фролов. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 187 с.

б) дополнительная литература

6. Динамика погоды / Под ред. С. Манабе. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 418 с.

7. 70 лет Гидрометцентру России. Сборник статей. СПб.: Гидрометеиздат, 1999. 276 с.

8. Толстых М.А. Некоторые современные проблемы численного прогноза погоды / М.А. Толстых, А.В. Фролов // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2005. Т. 41, №3. С. 315–327.

9. Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование погоды: Проблемы и перспективы /

Под ред. Д. Бариджа, З. Челлена. М.: Мир, 1987. 186 с.

10. Груза Г.В., Рейтенбах Р.Г. Статистика и анализ гидрометеорологических данных. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 216 с.

в) ресурсы сети Интернет:

<a href="http://meteo.infospace.ru">http://meteo.infospace.ru</a>	Метеоинформация с 1998 г.
<a href="http://method.hydromet.ru">http://method.hydromet.ru</a>	Методический кабинет Гидрометцентра России
<a href="http://gismeteo.ru">http://gismeteo.ru</a>	Погода в России
<a href="http://meteotomsk.ru/site">http://meteotomsk.ru/site</a>	Томский Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
<a href="http://geo.tsu.ru/resources/meteo_res/meteobook/index.php">http://geo.tsu.ru/resources/meteo_res/meteobook/index.php</a>	Литература, имеющаяся на сайте кафедры метеорологии и климатологии ТГУ

### 13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 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 лабораторных работ, 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**

Кижнер Любовь Ильинична, канд. геогр. наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии.

Пустовалов Константин Николаевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии; научный сотрудник ИМКЭС СО РАН.