

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

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол №6 от 24.06.2022

Рабочая программа дисциплины  
**Теория общей циркуляции атмосферы**

по направлению подготовки  
**05.04.04 Гидрометеорология**

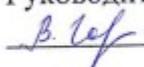
Профиль подготовки:  
**«Метеорология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01.04

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
 В.П. Горбатенко  
Председатель УМК  
 М.А. Каширо

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;

ПК-3 Способен применять на практике фундаментальные знания в области метеорологии, геоэкологии и климатических ресурсов при проведении изыскательских и проектных работ в области гидрометеорологии.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

ИУК-1.1 Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет её многофакторный анализ и диагностику

ИПК-3.3 Способен проводить статистический анализ данных для описания климатической системы и ее изменчивости.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01.04

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

Семестр 3, экзамен

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

Успешное освоение дисциплины предполагает наличие у обучающихся знаний по основным дисциплинам физико-математического цикла бакалавриата направления Гидрометеорология.

Полученные знания могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы. Освоение данной дисциплины является теоретической и методической основой для дальнейшей научно-исследовательской работы выпускника.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 8 ч.;

- практические занятия: 12 ч.;

– семинарские занятия: 8 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### **Тема 1. Введение.**

Понятие об общей циркуляции атмосферы (ОЦА): объекты, масштабы движений, колебаний. Создание теории ОЦА как одна из важнейших задач современной метеорологии и геофизики, ее развитие и современное состояние. Концепции Хэдли, Дове, Россби, Ферейля, Бьеркнеса. Международные проекты, направленные на изучение ОЦА.

### **Тема 2. Геофизическая гидродинамика**

Уравнения гидротермодинамики в форме законов сохранения энергии и момента количества движения. Упрощение уравнений гидротермодинамики применительно к задачам теории ОЦА. Гидростатическое и геострофическое приближения. Результаты первых численных экспериментов по ОЦА. Зональная циркуляция атмосферы (модели Н.Е. Кочина и Е.Н. Блиновой).

### **Тема 3. Вихревые движения в атмосфере**

Иерархия атмосферных вихрей. Условия образования и эволюции синоптических вихрей. Перенос энергии вихревыми образованиями. Вихрь скорости движения. Уравнение вихря скорости движения в бароклинной атмосфере. Баротропная и бароклинная неустойчивость. Необходимые условия развития неустойчивости в атмосфере. Потенциальный вихрь и его свойства. Теоремы Рэлея-Го, Чарни-Стерна. Закон сохранения абсолютного вихря. Теорема циркуляции Бьеркнеса.

### **Тема 4. Волновые движения в атмосфере**

Волны Россби. Индексы циркуляции. Длинные волны в бароклинной атмосфере. Линейные модели длинных волн в атмосфере. Нелинейные модели длинных волн. Высотные фронтальные зоны и струйные течения. Волновой механизм вертикального взаимодействия тропосферы и стратосферы. Теория квазидвухлетних колебаний. Динамика стратосферы.

### **Тема 5. Энергетика атмосферы**

Баланс энергии и количества движения в процессе общей циркуляции. Основные формы и превращения энергии. Зональная и вихревая энергия. Доступная потенциальная и кинетическая энергии. Энергетический цикл Лоренца. Диаграмма превращений энергии в атмосфере Северного полушария.

### **Тема 6. Взаимодействие атмосферы и океана**

Глобальное взаимодействие атмосферы и океана. Взаимодействие атмосферы и океана в полярных регионах. Крупномасштабные моды атмосферной изменчивости.

### **Тема 7. Модели общей циркуляции атмосферы и океана**

Глобальная система усвоения данных наблюдений о состоянии атмосферы. Система исходных уравнений и алгоритм их решения. Начальные условия, включая состояние подстилающей поверхности. Параметризация физических процессов (солнечная и длинноволновая радиация, облачность; турбулентные потоки импульса, тепла и влаги, фазовые превращения водяного пара в атмосфере; конвекция; тепло- и влагообмен в почве; верхний слой океана). Методы численного интегрирования и анализ результатов. Модели Гидрометцентра РФ, ГГО, зарубежные модели. Международная программа сравнения атмосферных моделей (AMIP).

### **Тема 8. Предсказуемость поведения атмосферы**

Предел детерминистской предсказуемости состояния атмосферы. Результаты исследования проблем предсказуемости (Мусаеляна Ш.А., Моница А.С., Лоренца Э.Н., Дж. Чарни, Дж. Шуклы, Дж. Смагоринского). Среднесрочный прогноз погоды (модели Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды и Гидрометцентра РФ). Перспективы развития теории ОЦА.

### **Тема 9. Теория общей циркуляции верхней атмосферы**

Волновой механизм вертикального взаимодействия тропосферы и стратосферы. Теорема Чарни-Дрезина. Зимнее стратосферное потепление. Взаимодействие волн с зональным потоком. Экваториальные стратосферные волны. Теория квазидвухлетних колебаний. Проблема влияния солнечной активности на состояние верхней атмосферы.

Тема 10. Общая циркуляция атмосфер планет Солнечной системы

Теория подобия для циркуляции планетных атмосфер. Основные закономерности динамики атмосфер планет земной группы и планет-гигантов, выявленные экспериментально и путем численного моделирования за последние годы.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, контроля выполнения практических работ, проведения семинарских занятий 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 «Теория общей циркуляции атмосфер».

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

Экзамен в третьем семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, проверяющих способности осуществлять многофакторный анализ и диагностику проблемных ситуаций на основе системного подхода (ИУК-1.1), проводить статистический анализ данных для описания климатической системы и ее изменчивости (ИПК-3.3). Ответы на вопросы даются в развернутой форме. Подготовка к ответу обучающегося на зачете составляет не более 30 минут, продолжительность ответа на основные и дополнительные вопросы составляет не более 15 минут. Оценивание практической части осуществляется на основании среднего арифметического значения оценок, полученных за практические работы и участие в семинарских занятиях, приведенных к пятибалльному значению с помощью процентного пересчета.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы» 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=24498>

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

в) План и задания практических занятий и семинаров по дисциплине.

г) Презентации по теоретическому материалу курса.

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

*а) основная литература*

1. Барашкова Н.К., Парежева Т.В. Теория общей циркуляции атмосферы (практические занятия): Уч.-методич. пособие. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2022. 73 с.

2. Гилл А. Динамика атмосферы и океана : в 2 т. – М.: Мир, 1986. Т.1. 391 с.; Т.2. 415 с.

3. Динамика климата / под ред. С. Манабе. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. 574 с.
4. Лоренц Э.Н. Природа и теория общей циркуляции атмосферы. – М.: Гидрометеоздат, 1970. 259 с.
5. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. 295 с.
6. Монин А.С. Теоретические основы геофизической гидродинамики. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. 423 с.
7. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. – Л., Гидрометеоздат, 1973.
8. Переведенцев Ю. П., Мохов И. И., Елисеев А. В. Теория общей циркуляции атмосферы. – Казань, 2013.
9. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. 394 с.
10. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник. – Москва: МГУ, 2006. 583 с.

*б) дополнительная литература*

- Алексеев В.А., Володин Е.М., Галин В.Я., Дымников В.П., Лыкосов В.Н. Моделирование современного климата с помощью атмосферной модели ИВМ РАН. – М.: Ин-т вычислительной математики, 1998. 120 с.
- Голицин Г.С. Введение в динамику планетных атмосфер. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. 104 с.
- Дикий Л.А. Гидродинамическая устойчивость и динамика атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. 108 с.
- Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование погоды / под ред. Д. Бариджа, Э.Челлена. – М.: Мир, 1987. 288 с.
- Дымников В.П., Филатов А.Н. Основы математической теории климата. – М.: ВИНТИ, 1994. 256 с.
- Кароль И.Л. Введение в динамику климата Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. 215 с.
- Крупномасштабные динамические процессы в атмосфере / под ред. Б. Хоскинса, Р. Пирса. – М.: , 1988. 428 с.
- Курбаткин Г.П., Дегтярев А.И., Фролов А.В. Спектральная модель атмосферы, инициализация и база данных для численного прогноза погоды. – СПб.: Гидрометеоздат, 1994. 184 с.
- Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы. – М.: Физматлит, 2011. 452 с.
- Мохов И. И. Диагностика структуры климатической системы. СПб.: 1993;
- Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1973. 615 с.
- Петросянц М.А. Семенов Е.К., Гущина Д.Ю. и др. Циркуляции атмосферы в тропиках. Климат и изменчивость – М.: МАКС Пресс, 1986. 670 с.
- Толстых М.А., Ибраев Р.А., Володин Е.М., Ушаков К.В., Калмыков В.В., Шляева А.В., Мизяк В.Г., Хабеев Р.Н. Модели глобальной атмосферы и Мирового океана: алгоритмы и суперкомпьютерные технологии. Учебное пособие, Серия “Суперкомпьютерное образование” – М.: изд-во МГУ, 2013. 144 с.
- Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. - СПб, изд. РГТМУ, 2006.
- Фролов А.В., Важник А.И., Смирненко П.И., Цветков В.И. Глобальная система усвоения данных наблюдений о состоянии атмосферы. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000. 188 с.
- Холтон Дж. Динамическая метеорология стратосферы и мезосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. 224 с.
- Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер. – М.: Мир, 1981. 352 с.

Шнееров Б.Е., Мелешко В.П., Соколов А.П. и др. Глобальная модель общей циркуляции атмосферы и верхнего слоя океана // Труды ГГО им. А.И. Воейкова, 1997. Вып. 544. С. 3-123.

*в) рекомендуемая литература к практическим занятиям:*

Барашкова Н.К. Теория общей циркуляции атмосферы: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский государственный ун-т, 2004. 75 с.

*г) ресурсы сети Интернет:*

Электронная библиотека РГГМУ. – URL: <http://elib.rshu.ru/>

Гидрометцентр России (раздел Климат) <http://meteoinfo.ru/climate>

Федеральная служба РФ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru)

Всемирная метеорологическая организация

[http://www.wmo.int/pages/themes/WMO\\_climatechange\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/themes/WMO_climatechange_en.html)

Межправительственная группа экспертов по проблемам изменения климата

<http://www.ipcc.ch/>

The US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) <http://www.noaa.gov>

The Weather Research & Forecasting Model [www.wrf-model.org/index.php](http://www.wrf-model.org/index.php)

### **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 OneNote, 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/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

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

При освоении дисциплины и для самостоятельной работы используются аудитории и классы кафедры метеорологии и климатологии Геолого-географического факультета ТГУ шестого учебного корпуса ТГУ с доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам, учебно-научные ресурсы Научной библиотеки ТГУ. Лекции в удаленном режиме по мере необходимости проводятся в системе MOODLE.

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

Чередыко Наталья Николаевна, кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии ТГУ.