

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета, профессор, д.г.н.

В.З.Макаров  
"14" \_\_\_\_\_ 2021 г

Рабочая программа дисциплины  
**ТЕОРИЯ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ**

Направление подготовки  
**05.04.05 Прикладная гидрометеорология**

Профиль подготовки  
**Метеорология и климатология**

Квалификация (степень) выпускника  
*Магистр*

Форма обучения  
*очная*

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Алимпиева М.А.	<i>Амп</i>	11.05.21
Председатель НМК	Кудрявцева М.Н.	<i>Кудрявцева</i>	11.05.21
Заведующий кафедрой	Червяков М.Ю.	<i>Червяков</i>	11.05.21
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели освоения дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы»**

Ознакомить студентов с основами теории формирования общей циркуляции атмосферы (ОЦА) Земли, современными математическими моделями общей циркуляции атмосферы и океана и результатами численных экспериментов, проблемой предсказуемости атмосферных процессов.

При изучении курса «Теория общей циркуляции атмосферы» особое внимание уделяется физическим механизмам основных циркуляционных процессов в атмосфере – зонального переноса, волновых и вихревых движений, муссонной циркуляции.

Довольно много времени выделено на изучение энергетики атмосферных процессов. В особый раздел объединены вопросы о моделировании общей циркуляции атмосферы.

Основной целью настоящего курса является осмысление студентами основных законов гидродинамики атмосферы и их проявлений в конкретных циркуляционных системах, а также изучение истории развития учения и современных моделей общей циркуляции атмосферы.

В результате изучения дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы» студент должен усвоить основные физические законы и механизм формирования различных компонентов общей циркуляции атмосферы. И таким образом, на основании полученных знаний освоить основные типы циркуляционных процессов.

## **2. Место дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы» в структуре ООП**

«Теория общей циркуляции атмосферы» - обязательная дисциплина блока Б1 «Дисциплины», которая читается на географическом факультете для студентов, обучающихся по направлению подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология на 1 курсе дневного обучения магистратуры.

«Теория общей циркуляции атмосферы» – это курс, освоение которого формирует студента как метеоролога на завершающем этапе его обучения, подготавливая его к практической деятельности. Для изучения его студенты используют все свои знания, полученные при изучении таких основных курсов как синоптическая метеорология, динамическая метеорология и численные методы анализа и прогноза погоды.

Для студентов дневного обучения предусмотрено 36 аудиторных часов, из них 18 часов лекционных и 18 часов практических занятий. Самостоятельная работа студентов дневного отделения составляет 72 часа.

### 3. Результаты обучения по дисциплине «Теория общей циркуляции атмосферы»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>ОПК-3.</b> Способен реализовывать задачи исследования, выполнять экспериментальные работы, проводить исследования с применением знаний фундаментальных и прикладных дисциплин в области Наук о Земле, интерпретировать и представлять результаты исследования</p>	<p><b>1.2_М.ОПК-3.</b> Применяет знания Наук о Земле в комплексном анализе атмосферной циркуляции.</p>	<p>Знать: структуру дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы», основные этапы истории ее развития; механизм формирования различных компонент общей циркуляции атмосфер; теоретические основы формирования различных форм атмосферной циркуляции; различные виды моделей общей циркуляции атмосферы; Уметь: анализировать метеорологическую информацию и составлять комплексные карты вихрей скорости ветра для различных изобарических поверхностей; грамотно проводить описание развития атмосферных процессов; составлять прогноз развития атмосферных процессов; Владеть: навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; навыками комплексного анализа форм атмосферной циркуляции; расчетными и графическими методами анализа.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	Практические занятия		КСР	
					Общая трудоемкость	Из них - практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общая циркуляция атмосферы	1	1-2	2	2		10	Устный контроль. Письменный контроль
2	Энергетический баланс атмосферы северного полушария	1	3-6	4	4		12	Устный контроль. Письменный контроль
3	Термический режим атмосферы	1	7-8	2	2		10	Устный контроль. Письменный контроль
4	Вихревые движения в атмосфере	1	9-11	4	2		10	Устный контроль. Письменный контроль
5	Качественный анализ условий образования и эволюции синоптических вихрей	1	12-13	2	2		10	Устный контроль. Письменный контроль
6	Предсказуемость атмосферы и прогнозирование погоды	1	14-15	2	2		10	Устный контроль. Письменный контроль
7	Гидродинамические модели общей циркуляции атмосферы	1	16-18	2	4		10	Устный контроль. Письменный контроль
<b>Всего:</b>				<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>Зачет</b>

##### 1 Общая циркуляция атмосферы

Общая циркуляция атмосферы как составная часть климатической системы Земли. Параметры общей циркуляции атмосферы. Природа и структура общей циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы. Арктическая осцилляция, североатлантическое и тихоокеанское колебания. Эль-Ниньо. Южное колебание. Атмосферная циркуляция в тропиках Северного полушария. Муссонная циркуляция. Замкнутые вихри.

Блокирующие антициклоны. Планетарные волны. Влияние циркуляционных систем на региональные изменения климата.

## **2 Энергетический баланс атмосферы северного полушария**

Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Лабильная энергия. Энергия неустойчивости. Энергетическое значение влагооборота в атмосфере.

## **3 Термический режим атмосферы**

Локальное изменение температуры. Распределение температуры воздуха по высоте при лучистом равновесии. Уравнение переноса длинноволновой радиации в атмосфере.

## **4 Вихревые движения в атмосфере**

Уравнение вихря скорости в бароклинной атмосфере. Схема движения воздуха в циклоне и антициклоне. Модуль угловой скорости вращения воздуха в циклоне и антициклоне. Относительный и абсолютный вихри.

## **5 Качественный анализ условий образования и эволюции синоптических вихрей**

Вертикальная составляющая вихря скорости движения. Адвекция и конвекция вихря. Меридиональный перенос воздушной массы и вихря. Дивергенция горизонтальной скорости ветра. Изменение вертикальной скорости ветра. Бароклинный фактор.

## **6 Предсказуемость атмосферы и прогнозирование погоды**

Предсказуемость погоды и климата. Прогнозирование погоды с помощью гидродинамических моделей.

**7 Гидродинамические модели общей циркуляции атмосферы.** Моделирование зонального распределения температуры и скорости ветра. Спектральная гидродинамическая модель общей циркуляции атмосферы. Глобальная спектральная модель Гидрометцентра России.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

С целью реализации компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе различных форм проведения занятий: постановка вопросов перед аудиторией, дополнение ответов другими участниками, кейс-методы, ролевые интеллектуальные игры, виртуальные лаборатории, мультимедийные компьютерные программы.

При реализации учебной дисциплины используются различные формы визуализации наглядного материала. При выполнении практических работ в течение семестра обучающиеся должны овладеть методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, умением выбора методик и средств решения задачи.

При проведении занятий с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья они могут не вызываться к доске, а отвечать на устные вопросы с места. Лицам с затруднениями речи могут даваться индивидуальные задания с последующими письменными ответами.

По всему изучаемому материалу предусматривается проведение индивидуальных и групповых консультаций.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Самостоятельная работа студентов включает изучение основной и дополнительной литературы, публикаций в научных и научно-популярных периодических изданиях, которые используются для выполнения рефератов, для подготовки к тестовому текущему контролю и итоговой оценки знаний в виде зачета.

### ***Тесты по курсу: «Теория общей циркуляции атмосферы»***

1. Общей циркуляцией атмосферы (ОЦА) называется ...
  - а) система крупномасштабных атмосферных движений воздушных масс, соизмеримых с большими частями континентов и океанов,
  - б) система мелкомасштабных атмосферных движений воздушных масс,
  - в) система местных воздушных течений, приводящих к изменению погоды и климата.
  
2. Основной причиной атмосферных движений воздушных масс является
  - а) ускорение силы тяжести,
  - б) суточное вращение Земли,
  - в) неоднородность нагревания различных участков подстилающей поверхности.
  
3. Планетарное Альbedo (A) равно
  - а) 0,3
  - б) 0,2
  - в) 0,1
  
4. Солнечная постоянная это ...
  - а) поток солнечной радиации, поступающий на поверхность Земли,

б) поток солнечной радиации, поступающий на верхнюю границу атмосферы при среднем расстоянии Земли от Солнца,

в) поток солнечной радиации, поступающий на поверхность всех океанов.

5. Математическая модель это ...

а) система уравнений гидродинамики и термодинамики, которая описывает атмосферные движения

б) система мелкомасштабных атмосферных движений воздушных масс.

в) система местных воздушных течений, приводящих к изменению погоды.

6. Квазигеострофическое движение воздушных масс это ...

а) движение воздуха, которое почти соответствует геострофическому ветру,

б) мелкомасштабные атмосферные движения воздушных масс,

в) геострофический ветер.

7. Квазидвухлетняя цикличность это ...

а) особенность общей циркуляции атмосферы в экваториальной стратосфере, состоящая в том, что в течение примерно 2-х лет здесь господствует восточный зональный поток, а течение следующих двух лет – западный,

б) особенность общей циркуляции атмосферы в экваториальной стратосфере, состоящая в том, что в течение примерно одного года здесь господствует восточный зональный поток, а течение следующего года – западный,

в) особенность общей циркуляции атмосферы в экваториальной стратосфере, состоящая в том, что в течение примерно одного года здесь летом господствует восточный зональный поток, а течение следующего лета – западный.

8. Стационарный антициклон это ...

а) барическое образование с максимальным давлением в центре, значение которого не меняется в течение длительного времени,

б) малоподвижный антициклон, длительно остающийся в определенном географическом районе,

в) барическое образование с минимальным давлением в центре, значение которого не меняется в течение длительного времени.

9. Внутритропическая зона конвергенции (ВЗК) это ...

а) расходимость воздушных потоков,

б) переходная зона между пассатами северного и южного полушарий, характеризующаяся сходимостью воздушных потоков. Ей соответствует экваториальная ложбина,

в) система мелкомасштабных атмосферных движений воздушных масс в умеренных широтах.

10. В климатическую систему входят ...

а) системы крупномасштабных атмосферных движений воздушных масс,

б) атмосфера, океан, поверхность суши,

в) атмосфера, океан, поверхность суши, криосфера и биосфера.

11. Волновое движение это ...

а) движение частиц среды (жидкости, воздуха) при распространении в ней волн,

б) движение циклонов,

в) система местных воздушных течений.

12. Муссонная циркуляция это ...

а) система атмосферных движений воздушных масс, развивающихся в горном районе,

б) система мелкомасштабных атмосферных движений в области фронта,

в) достаточно устойчивый режим ветров в определенном географическом районе, характеризующийся сменой направления ветра на противоположное от зимы к лету и от лета к зиме.

13. Вихрь скорости в циклоне есть ...

а) величина иррациональная,

б) величина отрицательная,

в) величина положительная.

14. Вихрь скорости в антициклоне есть ...

а) величина иррациональная,

б) величина отрицательная,

в) величина положительная.

15. Высотная фронтальная зона (ВФЗ) это ...

а) переходная зона фронта у поверхности земли,

б) переходная зона между теплым антициклоном и холодным циклоном в средней и верхней тропосфере. На картах АТ ей соответствует сгущению изогипс.

в) переходная зона в циклоне.

Примечание: подчеркнуты правильные ответы.

***Перечень тем рефератов по курсу «Теория общей циркуляции атмосферы»***

1. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы



2. Гидродинамическая модель общей циркуляции атмосферы Е.Н. Блиновой.
3. Математическое моделирование ОЦА для всего земного шара.
4. Осредненная по времени модель глобальной циркуляции атмосферы.
5. Особенности энергетики циклонических образований умеренных широт.
6. Гидродинамическая теория общей циркуляции атмосферы Н.Е. Кочина.
7. Теория распределения температуры в атмосфере.
8. Методы краткосрочного прогноза конвективной облачности и осадков на основе модели преобразования влаги с учетом параметризации микрофизических процессов.
9. Моделирование воздействия антропогенного потепления на вечную мерзлоту: учет влияния растительности.
10. Оценка воспроизведения особенностей циркуляции атмосферы и взаимосвязи между циркуляцией в тропиках и умеренных широтах моделями общей циркуляции атмосферы ИВМ РАН и ARPEGE.

***Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы»***

1. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Лабильная энергия. Энергия неустойчивости.
2. Энергетическое значение влагооборота в атмосфере.
3. Распределение температуры воздуха по высоте при лучистом равновесии.
4. Роль турбулентного обмена в формировании термического режима атмосферы.
5. Западный перенос в тропосфере.
6. Вихрь скорости ветра. Уравнение вихря скорости в бароклинной атмосфере.
7. Качественный анализ условий образования и эволюции синоптических вихрей.
8. Муссонная циркуляция.
9. Основные элементы волнового движения.
10. Классификация волновых движений.
11. Волны Россби. Теория длинных волн и центров действия атмосферы. Длина стационарной волны.
12. Основные уравнения гидротермодинамики.
13. Параметризация турбулентности и взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью.
15. Глобальная модель ОЦА.
16. Модель ОЦА Гидрометцентра СССР.

**Перечень практических занятий дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы»**

1. Вихревые движения в атмосфере.
2. Качественный анализ условий образования и эволюции синоптических вихрей.
3. Методы моделирования общей циркуляции атмосферы.

**7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС**

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	18	0	15	12	0	25	30	100

**Лекции – от 0 до 18 баллов**

Посещаемость, опрос, активность за один семестр

0 баллов – отсутствие на лекции,

2 балла – присутствие и активное участие на лекции.

**Лабораторные занятия**

не предусмотрены

**Практические занятия от 0 до 15 баллов**

Всего 3 работы. Максимальное количество баллов за 1 работу – 5 баллов.

5 баллов – работа выполнена полностью

3 балла – работа выполнена с ошибкой

1 балл – работа выполнена с помощью преподавателя

0 баллов – работа не выполнена.

**Самостоятельная работа – от 0 до 12 баллов**

Самостоятельная подготовка к письменному или устному опросу по пройденному материалу

Максимальный балл за один опрос – 2 балла

Всего 6 опросов по 2 балла каждый

0 баллов – отсутствие на занятии

1 балл – не полностью раскрыт ответ на поставленный вопрос

2 балла – правильный и полный ответ

**Автоматизированное тестирование**

не предусмотрено

**Другие виды учебной деятельности – от 0 до 25 баллов.**

**Письменный тест, написание реферата, презентация.**

**Оценка письменного теста- 15 баллов.**

5 баллов – допущено 5 и более ошибок в тесте

10 баллов – допущено 3 – 4 ошибок в тесте

15 баллов – 0 – 2 ошибки в тесте.

### **Критерии оценки реферата**

**Объем реферата:** семь – десять страниц.

Оформление: титульный лист установленной формы; поля, шрифт, отступы в соответствии с требованиями к оформлению курсовых работ, заключение, список использованных источников

Получение задания: 5-ая неделя семестра

Сроки сдачи: 7-ая неделя семестра

**5 баллов – выполнены все требования;**

Некорректное оформление – минус 1 балл;

Малая информативность – минус 1 балл;

Отсутствие ссылок на литературные источники – минус 1 балл;

Не владение материалом при докладе – минус 4 балла;

При совпадении двух и более рефератов больше, чем на 90% количество баллов за них уменьшается в 2 раза (очередность сдачи значение не имеет)

### **Презентация – 5 баллов**

Общая продолжительность выступления – 7 минут (5 минут – доклад, 2 минуты – ответы на вопросы)

Состав презентации: название, цель и задачи, основной доклад, заключение (выводы)

Оформление: Читаемый текст, фон слайдов светлый, на диаграммах не должно быть сносок и ссылок. В текстовых слайдах количество слов не должно превышать 30.

В презентации должно применяться минимум спецэффектов и их использование должно определяться содержанием.

Максимальное количество баллов за презентацию – 5 баллов.

Нелогичность построения презентации – минус 1 балл;

Слабая информативность презентации – минус 1 балл;

Превышение времени доклада – минус 1 балл;

Неверное оформление – минус 1 балл.

### **Промежуточная аттестация**

25-30 баллов – ответ на «отлично»

19-24 баллов – ответ на «хорошо»

13-18 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-12 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине «Теория общей циркуляции атмосферы» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Теория общей циркуляции атмосферы» в оценку (зачет):

16-30 баллов	«зачтено»
0 – 15 баллов	«не зачтено»

#### 8. Учебно - методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы»

##### а) литература:

1. Клёмин В.В., Кулешов Ю.В., Суворов С.С., Волконский Ю.Н. Динамика атмосферы. СПб.: Наука, 2013. 421 с. (30 экз. на кафедре)
2. Кислов, А. В. Климатология: учебник для студентов учреждений высшего образования / А. В. Кислов. - 2-е изд., испр. - Москва: Издательский центр "Академия", 2014. 221с.
3. Калинин Н.А. Динамическая метеорология. Пермь: Перм. ун-т. 2009. 223 с.
4. Переведенцев Ю.П. Теория климата: уч. пособие - 2 изд. Казань: Казан. госуд. ун-т, 2009. 504 с. (18 экз. на кафедре)
5. Калинин Н.А. Свиязов Е.М. Трансформация кинетической энергии в циклонах умеренных широт. Монография. Пермь: изд-во Перм. ун-та, 2008. 115 с. (2 экз. на кафедре).
6. Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л. Облака и вихри – основа колебания погоды и климата. – СПб., изд. РГГМУ, 2005. – 327 с. ЭБС IPRbooks
7. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. М.: Аспект Пресс, 2002. 415 с.
8. Юргенсон А.П. Математическое моделирование атмосферных процессов. Л.: Гидрометеиздат, -1979. 164 с. (7 экз. на кафедре).

##### б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7892> – Метеорология и гидрология
2. <http://elibrary.ru/issues.asp?id=28163> – Метеорологический вестник
3. [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7831](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7831) – Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана.
4. <http://www.aari.ru/main.php> - Журнал "Проблемы Арктики и Антарктики"
5. <http://mcc.hydromet.ru/1251/product.htm> - ГВЦ Федеральной Службы России по Гидрометеорологии и Мониторингу Окружающей Среды
6. Microsoft Word

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теория общей циркуляции атмосферы»**

Географические и климатические карты и атласы.

Таблицы, схемы, графики, справочники.

Учебно-методические пособия и другая справочная литература кафедры метеорологии и климатологии.

Сменные специализированные стенды по различным разделам курса.

Оригинальные и стандартные компьютерные программы расчета отдельных климатических показателей.

Данные микроклиматических наблюдений при различной погоде и в разных физико-географических условиях.

Метеорологические приборы для проведения микроклиматических наблюдений.

Мультимедийная установка, видеокласс, компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология и профилю Метеорология и климатология.

Автор: Алимбиева М.А., ассистент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета СГУ.

Программа одобрена на заседании кафедры метеорологии и климатологии от 11.05.2021 года, протокол № 7.