Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

# Основные закономерности общей циркуляции атмосферы

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

**05.04.05«Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):
**Прикладная метеорология**

Уровень:
**Магистратура**

Форма обучения
**Очная/заочная**

**Согласовано**
**Руководитель ОПОП**
**«Прикладная метеорология»**
**_____С.П.Смышляев.**

**Утверждаю**
**Председатель УМС_____И.И. Палкин**

**Рекомендована решением**
**Учебно-методического совета**
**_19__ __мая_____2021 г., протокол №__8__**

**Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры**
**_4__ __мая_____2021 г., протокол №_9__**
**Зав. кафедрой _____Анискина О.Г.**
**Авторы-разработчики:**
**_____Лаврова И.В.**

Санкт-Петербург 2021

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины –овладение знаниями о закономерностях формирования и структуре глобальной циркуляции атмосферы.

**Задачи**:

– ознакомление будущих магистров с основными пространственно-временными особенностями динамики глобальных циркуляционных процессов, их сезонными и межгодовыми изменениями, а также с основными причинами и физическими моделями данных изменений и возможностями их применения оперативного прогнозирования погоды на длительные сроки и оценки колебаний климата теории построения физико-статистических методов прогнозирования.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Основные закономерности общей циркуляции атмосферы» для направления подготовки 05.04.05 − Прикладная гидрометеорология относится к дисциплинам части , формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны изучить разделы дисциплин: «Синоптическая метеорология», «Физика атмосферы, океана и вод суши», «Геоинформационные системы», изучаемых при подготовке бакалавра.

Параллельно с дисциплиной «Основные закономерности общей циркуляции атмосферы» изучаются «Гидродинамическое моделирование природных процессов», «Прогноз стихийных бедствий».

Дисциплина «Основные закономерности общей циркуляции атмосферы» является базовой для освоения дисциплин «Региональные проявления современных изменений климата», «Долгосрочные прогнозы погоды».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

Таблица 1.

Профессиональные компетенции

| **Код и наименование профессиональной компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции** | **Результаты обучения** |
|---|---|---|
| **ПК-3**Способен анализировать комплекс физических процессов, приводящих к возникновению разномасштабных явлений в атмосфере, в том числе с целью их прогнозирования | ПК-3.1. Анализирует дальние связи для исследования динамики климатической системы с применением современных методов. | ***Знать:*** научное состояние проблемы общей циркуляции атмосферы в целях использования имеющихся достижений для дальнейших исследований и определения нерешенных задач;<br>***Уметь:***<br>- формулировать задачи научных исследований, находить оптимальные пути их решения, организовывать выполнение научных программ; |

| | | |
|---|---|---|
| | | ***Владеть:***. навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по данной дисциплине. |
| **ПК-3**Способен анализировать комплекс физических процессов, приводящих к возникновению разномасштабных явлений в атмосфере, в том числе с целью их прогнозирования | ПК-3.2. Прогнозирует разномасштабные явления в атмосфере. | ***Знать:***;методы научных исследований в области общей циркуляции атмосферы и способы физической и прогностической интерпретации полученных научных результатов<br>***Уметь:*** -<br>- применять современные статистические методы и другие количественные технологии в научных исследованиях<br>- пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных<br>***Владеть:*** инструментами и методами исследования в области общей циркуляции атмосферы |
| **ПК-3**Способен анализировать комплекс физических процессов, приводящих к возникновению разномасштабных явлений в атмосфере, в том числе с целью их прогнозирования | ПК-3.3. Разрабатывает и корректирует алгоритмы прогноза и расчёта различных характеристик атмосферы, внедряет результаты исследований. | ***Знать:*** методику разработки новых физико-статистических моделей межгодовых колебаний общей циркуляции атмосферы.<br>***Уметь:***.<br>– составлять научные отчеты и статьи о постановке, методах, результатах научных исследований<br>- разрабатывать физико-статистические модели и алгоритмы решения задач, связанные с исследованием и прогнозом межгодовых колебаний общей циркуляции атмосферы<br>***Владеть:***методами и |

| | | |
|---|---|---|
| | | вычислительными средствами для расчетов связанных с исследованием и прогнозом межгодовых колебаний общей циркуляции атмосферы |

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2. - Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

| **Объём дисциплины** | **Всего часов** | |
|---|---|---|
| | **Очная форма обучения** | **Заочная форма Обучения** |
| **Общая трудоёмкость дисциплины** | **144** | **144** |
| **Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:** | **56** | **16** |
| в том числе: | | |
| лекции | **28** | **10** |
| практические занятия | **28** | **6** |
| **Самостоятельная работа** (СРС) – всего: | **88** | **128** |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен)** | **экзамен** | **экзамен** |

### 4.2. Структура дисциплины

### 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. - Структура дисциплины для очной формы обучения

| **№ п/п** | **Разделы дисциплины** | **Семестр** | **Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.** | | | **Формы текущего контроля успеваемости** | **Формируемые компетенции** | **Индикаторы достижения компетенций** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Лекции** | **Практич.** | **СРС** | | | |
| 1 | Тепловой баланс атмосферы Земли | 3 | 2 | 2 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 2 | Глобальные поля температуры и атмосферного | 3 | 4 | 4 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | давления как функции теплового баланса атмосферы | | | | | | | |
| 3 | Циркуляционные системы атмосферы | 3 | 4 | 4 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 4 | Циркуляция в стратомезосфере | 3 | 4 | 4 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 5 | Сезонные и непериодические перестройки циркуляции в стратомезосфере | 3 | 4 | 4 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 6 | Циркуляция в тропосфере. Синоптические зоны и регионы земного шара | 3 | 2 | 2 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 7 | Циркуляция в тропической и субтропической зонах | 3 | 2 | 2 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 8 | Циркуляция в умеренной зоне | 3 | 2 | 2 | 9 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 9 | Циркуляция в полярной и субполярной зонах | 3 | 2 | 2 | 8 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 10 | Модели межгодовых колебаний общей циркуляции атмосферы | 3 | 2 | 2 | 8 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| | **ИТОГО** | | **28** | **28** | **88** | | | |
| **С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу экзамена** | | | | | | **144** | | |

Таблица 4. - Структура дисциплины для заочной формы обучения

| **№ п/п** | **Разделы дисциплины** | **Семестр** | **Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.** | **Формы текущего контроля успеваемости** | **Формируемые компетенции** | **Индикаторы достижения компетенций** |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | Лекции | Практич. | СРС | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Тепловой баланс атмосферы Земли. Глобальные поля температуры и атмосферного давления как функции теплового баланса атмосферы | 3 | 2 | 2 | 26 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 2 | Циркуляционные системы атмосферы. | 3 | 2 | | 26 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 3 | Циркуляция в тропосфере. Циркуляция в стратомезосфере | 3 | 2 | | 26 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 4 | Сезонные и непериодические перестройки циркуляции в стратомезосфере | 3 | 2 | 2 | 25 | Вопросы на лекции | ПК-3.1, ПК-3.3 | ПК-3.1, ПК-3.3 |
| 5 | Модели межгодовых колебаний общей циркуляции атмосферы | 3 | 2 | 2 | 25 | | | |
| | **ИТОГО** | | **10** | **6** | **128** | | | |
| **С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу экзамена** | | | | | | **144** | | |

**4.3. Содержание*разделов/тем*дисциплины**

Основные активные радиационно-термические газы в атмосфере. Радиационный баланс атмосферы Земли: приходящая радиация, уходящее излучение, распределение значений радиационного баланса в зависимости от широты и высоты. Динамическое перераспределение тепла в атмосфере: роль длинных волн и крупномасштабной турбулентности. Две поверхности нагревания атмосферы.

Поле температуры воздуха в свободной атмосфере и у поверхности земли. Сезонные преобразования поля температуры в тропосфере и стратомезосфере. Теплые и холодные барические образования. Структура поля давления и его сезонные изменения в стратомезосфере и тропосфере. Две циркуляционные системы атмосферы.

Формирование циркуляции в стратомезосфере, основные объекты стратомезосферной циркуляции. Формирование циркуляции в тропосфере, основные

элементы тропосферной циркуляции. Сходства и различия стратосферной и тропосферной систем циркуляции.

Зимний циркумполярный циклон, разновидности строения, географические особенности расположения центров и их миграции. Летний циркумполярный антициклон как функция лучистого равновесия. Роль динамических факторов в формировании зимней и летней стратомезосферной циркуляции.

Внезапные зимние стратосферные потепления: временная перестройка полей температуры, давления и ветра. Вертикальная динамика потеплений. Статистика зимних потеплений. Весенние перестройки стратомезосферной циркуляции: ранние, средние и поздние по сроку осуществления перестройки. Роль радиационных и динамических факторов в определении срока весенней перестройки. Осенние перестройки стратомезосферной циркуляции.

Основные элементы тропосферной циркуляции: планетарный циркумполярный вихрь, западно-восточный перенос и его сезонные изменения, планетарные высотные фронтальные зоны и струйные течения, длинные волны, стационарные и подвижные (фронтальные) циклоны и антициклоны. Климатические фронты, их сезонные изменения. Синоптическая классификация климатов земного шара по Б.П.Алисову как основа разделения земного шара на синоптические зоны и регионы.

Внутритропическая зона конвергенции (ВЗК), ее происхождение, структура облачности и осадков. Океанические пассаты как глобальные аккумуляторы тепловых запасов тропосферы. Роль ВЗК в поддержании глобальных градиентов температуры, давления и западно-восточного переноса. Синоптические процессы и погода экваториальной зоны. Тропические муссоны. Синоптические процессы и погода континентальной тропической зоны, их разновидности на западных и восточных побережьях материков. Синоптические процессы и погода субтропической зоны, их разновидности на западных и восточных побережьях материков.

Центры действия атмосферы, их сезонные изменения и роль в формировании особенностей западно-восточного переноса в холодную и теплую половины года. Разделение умеренной зоны на два крупных региона: 1-океанический и западных побережий материков, 2-континентальный и восточных побережий материков. Синоптические процессы и их сезонные изменения в 1-ом регионе умеренной зоны: циклонические серии, арктические вторжения, летнее влияние субтропических антициклонов, блокирующие ситуации. Синоптические процессы и их сезонные изменения во 2-ом регионе умеренной зоны: зимние континентальные антициклоны, летние термические депрессии, муссонная циркуляция и погода.

Эмпирические модели длительных колебаний глобальной циркуляции атмосферы: квазидвухлетняя цикличность, взаимосвязь процессов в стратосфере и тропосфере, явление Эль-Ниньо – Южное колебание, длительные тенденции состояния внутритропической зоны конвергенции (колебания муссонной циркуляции), арктическое и антарктическое колебания. Совместные модели изменений термики и циркуляции атмосферы и океана.

### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5

Содержание практических занятий для очной формы обучения

| № темыдисциплины | Тематикапрактическихзанятий | Всегочасов |
|---|---|---|
| **1** | Анализ годового цикла изменений циркуляции и термического режима стратосферы по | 10 |

| | | |
|---|---|---|
| | ежедневным данным. | |
| **2** | Определение характеристик длинных волн в средней тропосфере и анализ их эволюции в течение года | 10 |
| **3** | Анализ одного цикла процесса Эль-Ниньо и его отражения на характеристиках внетропической циркуляции | 8 |

Таблица 6.

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

| **№ темыдисциплины** | **Тематикапрактическихзанятий** | **Всегочасов** |
|---|---|---|
| **1** | Анализ годового цикла изменений циркуляции и термического режима стратосферы по ежедневным данным. | 2 |
| **2** | Определение характеристик длинных волн в средней тропосфере и анализ их эволюции в течение года | 2 |
| **3** | Анализ одного цикла процесса Эль-Ниньо и его отражения на характеристиках внетропической циркуляции | 2 |

**5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Методические материалы по дисциплине (конспект лекций, методические указания по самостоятельной работе, тесты, презентации по темам дисциплины, практикум размещены на сайте метеофакультета http://metfac.ru/

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 75;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 15;
- максимальное количество дополнительных баллов - 5

**6.1. Текущий контроль**

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

**6.2. Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**

Форма проведения экзамена – **ответы на вопросы билетов**

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

ПК-3.1

1. Состав солнечной радиации на верхней границе атмосферы

2. Сезонные перестройки циркуляции в стратосфере
3. Радиационно-активные газы атмосферы. Озон в атмосфере: общее содержание, сезонные изменения его количества, распределение по высоте.
4. Особенности формирования поля давления и циркуляции воздуха в экваториальной зоне.
5. Синоптические процессы и погода в субэкваториальной зоне. Основные области тропических муссонов.
6. Внутритропическая зона конвергенции: происхождение, структура облачности, сезонные миграции.
7. Синоптические процессы и погода тропической зоны.
8. Океанические пассаты: происхождение, температурная стратификация, условия погоды. роль в поддержании общей циркуляции атмосферы
9. Тепловой баланс стратосферы как функция поглощения УФР озоном.
10. Синоптические процессы и погода в субтропической зоне.
11. Сезонные изменения полей температуры, давления и ветра в стратосфере.
12. Циркуляция умеренной зоны в регионе западных берегов континентов.

ПК-3.3

1. Две главные циркуляционные системы атмосферы и их энергетические источники.
2. Внезапные стратосферные потепления и их роль в формировании экстремальных зимних явлений погоды.
3. Весенние перестройки стратосферной циркуляции и их роль в формировании погоды.
4. Синоптические процессы и погода в умеренной зоне: континентальные районы и восточные побережья материков.
5. Характеристики циклонов умеренных широт и сопровождающая их погода.
6. Особенности обмена волновой энергией между стратосферой и тропосферой.
7. Физические основы формирования западно-восточного переноса в свободной атмосфере.
8. Арктический антициклон, антарктический антициклон: физика их формирования, влияние на погоду умеренных широт.
9. Блокирующие антициклоны: летние засухи и зимние холода.
10. Пассатная циркуляция и ее роль в поддержании глобального теплового баланса атмосферы.
11. Структура циркуляционной ячейки Гадлея (Хэдли).
12. Тропические циклоны: структура полей ветра, облачности и осадков, особенности траекторий движения.

**Курсовая работа**

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. - Распределение баллов по видам учебной работы

| Вид учебной работы, за которую ставятся баллы | Баллы |
|---|---|
| Посещение лекционных занятий | 20 |
| Практические задания:<br>Анализ годового цикла изменений циркуляции и термического режима стратосферы по ежедневным данным.<br>Определение характеристик длинных волн в средней тропосфере и анализ их эволюции в течение года<br>Анализ одного цикла процесса Эль-Ниньо и его отражения на характеристиках внетропической циркуляции | <br><br>20<br><br>20<br><br>20 |
| Промежуточная аттестация | 20 |

| | |
|---|---|
| ИТОГО | 100 |

Таблица 8 - Распределение дополнительных баллов

| Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100) | Баллы |
|---|---|
| Участие в конференции | 5 |
| ИТОГО | 5 |

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 50 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9 - Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

| Оценка | Баллы |
|---|---|
| Отлично | 85-100 |
| Хорошо | 65-84 |
| Удовлетворительно | 40-64 |
| Неудовлетворительно | 0-39 |

## 7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и практических работ. Освоение материалом и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

**а) основная литература:**

1.Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972.
2. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. – Л., Гидрометеоиздат, 1973.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник. — Москва: МГУ, 2006. — 583 с.
4. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли /Л.Т. Матвеев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 568 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. - СПб, изд. РГГМУ, 2006.
2. Лоренц Э. Н. Природа и теория общей циркуляции атмосферы. Л., 1970;
3. Мохов И. И. Диагностика структуры климатической системы. СПб., 1993;
4. Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы. М., 2011;
5. Переведенцев Ю. П., Мохов И. И., Елисеев А. В. Теория общей циркуляции атмосферы. Казань, 2013.
6. Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы / К. Моханакумар. – М.: Физматлит, 2011. – 452 с.
7. Переведенцев Ю.П. Теория климата. 2-ое издание / Ю.П. Перведенцев. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. – 505 с.
8. Петросянц М.А. Циркуляции атмосферы в тропиках. Климат и изменчивость / М.А. Петросянц, Е.К.Семенов, Д.Ю. Гущина и др. – М.: МАКС Пресс, 1986. – 670 с.
9. Погосян Х.П. Общая циркуляция атмосферы / Х.П. Погосян. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 394 с.

10. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. – 778 с.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

**10.Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

**11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений.
Протокол заседания кафедры метеорологических прогнозов от 30.06.2022 № 14

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры метеорологических прогнозов от21.06.2023 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры метеорологических прогнозов от 12.05.2024 № 11