

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению
подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Квалификация:
Магистр

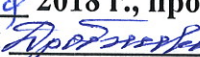
Форма обучения
Очная/Заочная


Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»

 Дробжева Я.В.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
30 февраля 2018 г., протокол № 7
Зав. кафедрой  Дробжева Я.В.

Авторы-разработчики:
 Погорельцев А.И.

Санкт-Петербург 2018

Составил: А.И. Погорельцев, д. ф.-м. н., профессор кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ, Т.С. Ермакова, к.ф.-м.н., доцент кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ.

© Погорельцев А.И., Ермакова Т.С., 2018
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли» является одной из основных дисциплин специализации, формирующих компетенции магистров по направлению 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология, обучающихся по профилю подготовки – Прикладная метеорология.

Цель дисциплины – формирование у студентов комплекса научных знаний о свойствах и особенностях крупномасштабных динамических процессов, протекающих в атмосфере Земли, их взаимосвязи и взаимодействии, а также о современных методах их моделирования, диагностики и анализа.

Основная задача дисциплины связана с изучением и освоением студентами: основных уравнений и математического аппарата, используемых для описания и диагностики нелинейных взаимодействий волна-волна и волна-средний поток; роли атмосферных волн и приливов в формировании общей циркуляции и термической структуры атмосферы; методов анализа процессов генерации, распространения, диссипации и нелинейных взаимодействий крупномасштабных волновых движений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла подготовки магистров по профилю подготовки «Прикладная метеорология».

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Вычислительная математика», «Физика», «Механика жидкостей и газа», «Физика атмосферы», «Динамическая метеорология», «Линейная теория атмосферных волн», «Климат Арктики и Антарктики», «Теория ОЦА и климата». Параллельно с дисциплиной «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли» изучаются такие дисциплины, как: «Особенности атмосферной циркуляции в Арктике и Антарктике», «Дистанционные методы зондирования атмосферы». Дисциплина «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли» является базовой для освоения дисциплин: «Основные закономерности общей циркуляции атмосферы», «Моделирование общей циркуляции атмосферы», «Физические основы изменения климата полярных областей и его моделирования», «Основы теории Солнечно-Земных связей».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-4	Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований.
ОПК-5	Готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.
ПК-1	Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин.

ПК-4	Готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах.
-------------	--

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли» обучающийся должен:

Знать:

- физическую и математическую постановки задачи о разделении крупномасштабных атмосферных движений на среднюю (фоновую) и волновую (вихревую) составляющие с учетом слагаемых, которые описывают нелинейные взаимодействия;
- методы возмущений и комплексных амплитуд, правила осреднения нелинейных слагаемых с использованием метода комплексных амплитуд;
- линейную теорию атмосферных волн (фазовая и групповая скорости, дисперсионное соотношение, волновая энергия, потоки волновой энергии, тепла и импульса, закон сохранения волнового действия);
- закон сохранения плотности волновой активности, понятие потока Элиассена-Пальма (псевдоимпульса), трансформированный Эйлеров подход и понятие остаточной циркуляции, теорему Чарни-Дразина о невзаимодействии волн со средним потоком, выражения для плотности волновой активности по Эндрюсу, понятие потенциальной энстрофии, трехмерный поток волновой активности по Пламбу и процессы, ответственные за стратосферно-тропосферное взаимодействие;
- теорию генерации вторичных гармоник при нелинейном взаимодействии планетарных волн и приливов волн в случае квадратичной нелинейности, уравнение баланса возмущенной потенциальной энстрофии;
- климатические распределения температуры и зонального потока в средней атмосфере Земли, климатическую и внутрисезонную изменчивость эти распределений, основные характеристики и классификацию событий внезапных стратосферных потеплений, особенности весенней перестройки циркуляции.

Уметь:

- использовать методы теории возмущений, комплексных амплитуд и правила осреднения нелинейных членов при получении уравнений, описывающих взаимодействия волна-волна и волна-средний поток;
- интерпретировать наблюдаемые (или рассчитанные) распределения вектора потока Элиассена-Пальма и трехмерного потока волновой активности Пламба, а также распределения их дивергенции с учетом знака широтного градиента потенциального вихря Эртеля.

Владеть:

- математическим аппаратом векторной алгебры и тензорного исчисления для получения уравнений и тождеств, используемых при выводе основных законов сохранения (законы сохранения энергии и вихревого заряда, уравнения Фридмана и Гельмгольца, теорема о потенциальном вихре Эртеля);

Иметь представление

- об основных физических явлениях и процессах, наблюдаемых в атмосфере, которые обусловлены взаимодействием планетарных волн со средним потоком (внезапные стратосферные потепления, стратосферные васцилляции, квази-двухлетнее колебание зонального потока в тропической стратосфере, сезонные

перестройки циркуляции стратосферы, стратосферно-тропосферное взаимодействие).

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2017,2018 гг. набора	Заочная форма обучения 2016,2017,2018 гг. набора
Общая трудоёмкость дисциплины	72 часа	72 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32	8
в том числе:		
лекции	16	2
практические занятия	16	6
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	40	60
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	зачет

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение

2017,2018 гг. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семиры Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Среднезональная циркуляция и планетарные волны, вихревые потоки.	2	2	2	4	Вопросы на лекции	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
2	Нелинейное взаимодействие волн со средним потоком, поток Элиассена-Пальма.	2	2	2	6	Вопросы на лекции	4	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
3	Выражения для плотности волновой активности по Эндрюсу, закон сохранения волновой активности.	2	2	2	6	Вопросы на лекции	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
4	Трёхмерный поток	2	2	2	6	Вопросы на	2	ОПК-4

	волновой активности по Пламбу, стратосферно-тропосферное взаимодействие.					лекции		ОПК-5 ПК-1 ПК-4
5	Нелинейные взаимодействия планетарных волн и приливов, генерация вторичных волн.	2	4	4	6	Вопросы на лекции	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1
6	Проявления нелинейного взаимодействия волн со средним потоком: стратосферные вадцилляции, внезапные стратосферные потепления. Уравнение баланса возмущенной потенциальной энтропии.	2	4	4	6	Вопросы на лекции	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
ИТОГО:			16	16	40		18	

Заочное обучение
2016,2017,2018 гг. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семиры Лабораг. Практич.	Самост. работа			
1	Среднезональная циркуляция и планетарные волны, вихревые потоки.	2	0,5	-	10	Вопросы на лекции	-	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
2	Нелинейное взаимодействие волн со средним потоком, поток Элиассена-Пальма.	2	0,5	2	15	Вопросы на лекции	1	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1
3	Выражения для плотности волновой активности по Эндрюсу, закон сохранения волновой активности.	2	-	-	5		-	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1

4	Трехмерный поток волновой активности по Пламбу, стратосферно-тропосферное взаимодействие.	2	0,5	2	15	Вопросы на лекции	-	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1
5	Нелинейные взаимодействия планетарных волн и приливов, генерация вторичных волн.	2	0,5	2	10	Вопросы на лекции	1	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
6	Проявления нелинейного взаимодействия волн со средним потоком: стратосферные вассилляции, внезапные стратосферные потепления. Уравнение баланса возмущенной потенциальной энтропии.	2	-	-	5		-	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
ИТОГО:			2	6	60		2	

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Среднезональная циркуляция и планетарные волны.

Основные уравнения гидротермодинамики. Зональное осреднение. Уравнения для среднезональных величин и возмущений. Понятие планетарных волн. Волновые (вихревые) потоки тепла и импульса. Метод комплексных амплитуд. Правила усреднение нелинейных слагаемых.

4.2.2. Нелинейное взаимодействие волн со средним потоком.

Закон сохранения волнового действия для планетарных волн по Бойду. Поток Элиассена-Пальма. Вторичная циркуляция. Понятие установившейся волны. Теорема невзаимодействия волн со средним потоком Чарни-Дразина.

4.2.3. Явные выражения для плотности волновой активности по Эндрюсу.

Уравнение сохранения плотности волновой активности по Эндрюсу. Выражение для дивергенции потока Элиассена-Пальма через параметры диссипации. Потенциальный вихрь Эртеля. Понятие потенциальной энтропии.

4.2.4. Трехмерный поток волновой активности по Пламбу.

Поток волновой активности для возмущений среднезонального состояния (без разделения возмущений на зональные гармоники). Связь трехмерного потока волновой активности с потоком Эльяссена-Пальма. Стратосферно-тропосферное взаимодействие.

4.2.5. Нелинейные взаимодействия глобальных волн.

Взаимодействие волн при наличии квадратичной нелинейности. Вторичные гармоники и комбинационные частоты. Взаимодействие нормальных атмосферных мод и приливов со стационарными планетарными волнами. Немигрирующие приливы.

4.2.6. Проявления нелинейного взаимодействия волн со средним потоком.

Стратосферные васцилляции. Внезапные стратосферные потепления. Генерация нормальных атмосферных мод за счет нелинейного взаимодействия волн со средним потоком. Закон сохранения возмущенной потенциальной энтропии. Изменчивость весенней перестройки циркуляции стратосферы, связь сроков перестройки с активностью планетарных волн. Климатическая изменчивость динамических процессов в стратосфере.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Вывод правил осреднения для произведения возмущенных величин.	Практическая работа	ОПК-4,
2	2	Преобразование прогностических уравнений для горизонтальных составляющих скорости и температуры к дивергентной форме с использованием уравнения неразрывности. Вывод уравнения сохранения волнового действия по Бойду.	Практическая работа	ОПК-4, ОПК-5
3	3	Вывод выражений для плотности волновой активности и дивергенции потока Эльяссена-Пальма по Эндрюсу.	Практическая работа	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1
4	4	Расчет трехмерного потока волновой активности по данным реанализа MERRA2. Построение графиков с использованием пакета VMO GrADS.	Практическая работа	ОПК-4, ПК-1
5	5	Вывод соотношений для комбинационных частот и волновых чисел вторичных гармоник при наличии квадратичной нелинейности.	Практическая работа	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1,
6	6	Вывод выражений, описывающих нелинейное взаимодействие первичных волн в уравнении баланса возмущенной потенциальной энтропии.	Практическая работа	ОПК-4, ОПК-5, ПК-1

Семинарских и лабораторных занятий учебным планом не предусмотрено.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

а). Образцы тестовых заданий текущего контроля

Вопросы на лекции:

1. В чем преимущество использования метода комплексных амплитуд при рассмотрении нелинейных взаимодействий?
2. Что характеризует дивергенция потока Эльяссена-Пальма?
3. Что определяет знак плотности волновой активности для планетарных волн?
4. Что характеризует вертикальная составляющая потока волновой активности?
5. Какие вторичные волны генерируются при нелинейном взаимодействии мигрирующих приливов со стационарными планетарными волнами?
6. Что такое возмущение потенциальной энтропии?

б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

в). Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

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

5.3. Промежуточный контроль: зачет

Перечень вопросов к зачету:

1. Вывести правило усреднения для произведения возмущенных величин в методе комплексных амплитуд.
2. Закон сохранения волнового действия. Формулировка теоремы о невзаимодействии волн со средним потоком.
3. Явные выражения для плотности волновой активности. Потенциальный вихрь Эртеля в случае отказа от квазигеострофического приближения.
4. Связь трехмерного потока волновой активности с потоком Эльяссена-Пальма.
5. Вторичные волны, комбинационные частоты.
6. Уравнение сохранения возмущенной потенциальной энтропии в квазигеострофическом приближении.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Переведенцев, Ю. П. Теория общей циркуляции атмосферы [Текст] : учебное пособие / Ю. П. Переведенцев, И. И. Мохов, А. В. Елисеев. - Казань : Казан. гос. ун-т, 2013. - 223 с.

б) дополнительная литература:

1. Галин М.Б. Поток Элиассена-Пальма и диагностика крупномасштабных атмосферных процессов//Метеорология и гидрология.- 1989, № 1.- С. 111-119.
2. Дикий Л.А. Теория колебаний земной атмосферы.- Л.: Гидрометеоздат. 1969. 196 с.
3. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы и океана. – Г. И. Марчук, В. П. Дымников, В. Б. Залесный и др. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 320 с.
4. Модели общей циркуляции атмосферы. – под редакцией Ю. Чанга. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 352 с.
5. Обухов А.М. Турбулентность и динамика атмосферы.- Л.: Гидрометеоздат. 1988. 414с.
6. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика.- Т. 1,2.- М.: Мир. 1984. 816 с.
7. Погорельцев А.И. Генерация нормальных атмосферных мод стратосферными вассилляциями//Изв. РАН, ФАО, 2007, Т. 43, № 4, 463-475.
8. Холтон Дж.Р. Динамическая метеорология стратосферы и мезосферы.- Л.: Гидрометеоздат. 1979. 224 с.
9. Boyd J.P. The noninteraction of waves with the zonally averaged flow on a spherical Earth and the interrelationships of energy, heat and momentum//J. Atmos. Sci.- 1976.- Vol. 33.- P. 2285-2291.
10. Holton J. R., Mass C. Stratospheric vacillation cycles//J. Atmos. Sci.- 1976.- V. 33.- P. 2218-2225.
11. Hoskins B.J. and I.N. James Fluid dynamics of the midlatitude atmosphere.-John Wiley & Sons, Ltd. 2014. P. 432.
12. Pogoreltsev A.I., Savenkova E.N., Aniskina O.G., Ermakova T.S., Chen W., Wei K., 2015: Interannual and intraseasonal variability of stratospheric dynamics and stratosphere-troposphere coupling during northern winter// J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 136, Part B, 187-200, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jastp.2015.08.008>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный ресурс. Данные ре-анализов NASA: <http://gmao.gsfc.nasa.gov/research/merra/>
2. Электронный ресурс. Данные ре-анализов NASA: http://gmao.gsfc.nasa.gov/products/documents/MERRA_File_Specification.pdf
3. Электронный ресурс. Данные ре-анализов UK MET OFFICE <http://badc.nerc.ac.uk/browse/badc/ukmo-assim>
4. Электронный ресурс. Данные ре-анализов UK MET OFFICE <http://badc.nerc.ac.uk/help/software/xconv/ind>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий

Организация деятельности студента

Лекции (темы №1-6)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>
Практические занятия (темы №1-6)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>
Подготовка к зачету	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1 и 6	<p><u>информационные технологии</u></p> <p>1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций,</p> <p>2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты</p> <p>3. использование архивов данных, ассимилированных в модель UK Met Office и MERRA2, пакет прикладных программ, предназначенных для анализа и диагностики волновых процессов и нелинейных взаимодействий в атмосфере.</p> <p><u>образовательные технологии</u></p> <p>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</p> <p>2. сочетание индивидуального и</p>	<p>1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</p> <p>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru</p> <p>3. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов: http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Динамика/ http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Нелинейные_процессы/</p> <p>4. Данные ре-анализов NASA: http://gmao.gsfc.nasa.gov/research/merra/</p> <p>5. Данные ре-анализов NASA: http://gmao.gsfc.nasa.gov/products/document_s/MERRA_File_Specification.pdf</p> <p>6. Данные ре-анализов UK MET OFFICE http://badc.nerc.ac.uk/browse/badc/ukmo-assim</p> <p>7. Данные ре-анализов UK MET OFFICE http://badc.nerc.ac.uk/help/software/xconv/index</p>

	коллективного обучения	8. Программный пакет GrADs, предназначенный для визуализации четырехмерных (долгота, широта, высота и время) распределений метеорологических полей 9. Трехмерная модель общей циркуляции средней и верхней атмосферы 10. Использование сайта лаборатории моделирования средней и верхней атмосферы и кафедры метеорологических прогнозов: http://ra.rshu.ru , http://ra.rshu.ru/mp .
--	------------------------	---

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, 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.