

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.02.01 Динамика атмосферы

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):
«Метеорология, спутниковые и цифровые технологии»

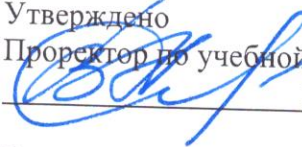
Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

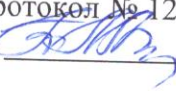
 Восканян К.Л.

Утверждено
Проректор по учебной работе

 Н.О. Верещагина

Рекомендована решением
Ученого совета метеорологического факультета
30.06.2023, протокол № 12

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
экспериментальной физики атмосферы
05.06.2023, протокол № 12

Зав. кафедрой  Восканян К.Л.

Автор-разработчик:
к.ф.-м.н. Егоров К.Л.

Санкт-Петербург
2023

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать профессиональную компетенцию, содержащую необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для понимания физических взаимосвязей между параметрами изучаемых процессов в атмосфере, и анализа причин, их определяющими.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- теоретических основ физико-математического описания динамических процессов в атмосфере;
- порядка численных значений характерных масштабов широкого спектра атмосферных процессов;
- теоретических принципов упрощения уравнений в задачах по изучению явлений с различными характерными масштабами, свойственными динамике атмосферы;
- сил, ответственных за формирование того или иного характерного типа движений в атмосфере;
- функциональных связей между параметрами в наиболее характерных атмосферных процессах и факторами, их определяющими;
- методов решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных метеорологических явлениях;
- перспективных направлений развития и возможностей использования наиболее характерных взаимосвязей между параметрами среды при решении основных и прикладных задач динамики атмосферы.

2. Сформирование умения:

- определять комплекс факторов, приводящих к особенностям их проявления в динамических и термических процессах в атмосфере;
- применять принципы упрощения и выбора нужной формы уравнений для описания отдельных метеорологических явлений;
- объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов.

3. Сформирование владения:

- методами интегрирования дифференциальных уравнений и решения задач по определению значений физических параметров в конкретных метеорологических явлениях;
- методами использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 5 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Математика», «Физика», «Прикладная математика», «Прикладная физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Общая метеорология», «Статика и термодинамика атмосферы», «Радиация в атмосфере», «Гидромеханика (Механика жидкости и газа)».

Параллельно с дисциплиной изучаются такие дисциплины как:

«Космическая метеорология», «Синоптическая метеорология», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Основы физики околоземного космического пространства», «Аэрономия средней атмосферы».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Синоптические прогнозы погоды», «Гидродинамические прогнозы погоды».

Может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-2.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности	ПК-2.1. Знает о закономерностях и аномалиях происходящих процессов в природной среде	Знать: теоретические основы физико-математического описания динамических процессов в атмосфере; порядок численных значений характерных масштабов широкого спектра атмосферных процессов; теоретические принципы упрощения уравнений в задачах по изучению явлений с различными характерными масштабами, свойственными динамике атмосферы; силы, ответственные за формирование того или иного характерного типа движений в атмосфере; функциональные связи между параметрами в наиболее характерных атмосферных процессах и факторами, их определяющими; методы решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных метеорологических явлениях; перспективные направления развития и возможности использования наиболее характерных взаимосвязей между параметрами среды при решении основных и прикладных задач динамики атмосферы.
	ПК-2.2. Умеет осуществлять анализ явлений и процессов, происходящих в природной среде, на основе данных наблюдений, экспериментальных и модельных данных	Уметь: определять комплекс факторов, приводящих к особенностям их проявления в динамических и термических процессах в атмосфере; применять принципы упрощения и выбора нужной формы уравнений для описания отдельных метеорологических явлений; объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов.
	ПК-2.3. Владеет методами интерпретации результатов анализа природных явлений и	Владеть:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
	процессов, а также умение формулировать обоснованные выводы и рекомендации для управления природными ресурсами и охраны окружающей среды	методами интегрирования дифференциальных уравнений и решения задач по определению значений физических параметров в конкретных метеорологических явлениях; методами использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	Семестр	Итого	Курс	Итого
	5 семестр		3 курс	
Зачётные единицы	2	2	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32,5	32,5	8,5	8,5
в том числе:				
— лекции	14	14	4	4
— занятия семинарского типа	18	18	4	4
практические занятия	18	18	4	4
лабораторные занятия	-	-	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	39,34	39,34	63,34	63,34
Контроль:	0,66	0,66	0,66	0,66
в том числе:				
— текущий контроль успеваемости	0,5	0,5	0,5	0,5
— промежуточная аттестация	0,16	0,16	0,16	0,16
ВСЕГО ЧАСОВ:	72	72	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
5 семестр							
1	Тема 1. Основные уравнения динамики и термодинамики атмосферы. Критерии подобия, спектр атмосферных процессов	2	2	4	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
2	Тема 2. Связь динамических и термодинамических параметров в условиях статики	2	2	4	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
3	Тема 3. Геострофические потоки и агеострофические отклонения	2	2	3,34	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Планетарный пограничный (ППС) и приземный (ПС) слои атмосферы	2	4	6	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
5	Тема 5. Вихри в атмосфере и их динамика	2	2	6	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
6	Тема 6. Волновые процессы в атмосфере	2	4	8	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
7	Тема 7. Циркуляционные процессы в атмосфере	2	2	8	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	ИТОГО	14	18	39,34			
	Всего часов: 72						

Таблица 4. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
3 курс							
1	Тема 1. Основные уравнения динамики и термодинамики атмосферы. Критерии подобия, спектр атмосферных процессов	2	-	6	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
2	Тема 2. Связь динамических и термодинамических параметров в условиях статики	-	-	10	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
3	Тема 3. Геострофические потоки и агеострофические отклонения	2	-	7,34	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Планетарный пограничный (ППС) и приземный (ПС) слои атмосферы	-	2	10	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
5	Тема 5. Вихри в атмосфере и их динамика	-	-	10	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
6	Тема 6. Волновые процессы в атмосфере	2	-	10	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
7	Тема 7. Циркуляционные процессы в атмосфере	-	2	10	Выполнение практической работы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	ИТОГО	4	4	63,34			
	Всего часов: 72						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 5. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Основные уравнения динамики и термодинамики атмосферы. Критерии подобия, спектр атмосферных процессов	Законы сохранения и их следствия. Уравнения состояния, движения, неразрывности, притока тепла и водяного пара. Реальные и инерционные силы, действующие в атмосфере. Притоки тепла и водяного пара. Энергетический спектр Ван-дер-Ховена. Классификация атмосферных движений и процессов. Эффекты осреднения.	ПК-2

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
2	Тема 2. Связь динамических и термодинамических параметров в условиях статики	Уравнение статики, квазистатические движения. Связь горизонтального барического градиента с наклоном изобарических поверхностей. Термодинамические процессы в сухом и влажном воздухе. Термические эффекты сжатия и расширения. Условия вертикальной статической устойчивости. Геопотенциал.	ПК-2
3	Тема 3. Геострофические потоки и агеострофические отклонения	Геострофический поток, условия его существования. Агеострофические отклонения. Глобальный широтный перенос. Градиентный ветер. Инерционные движения в поле силы Кориолиса. Циклострофическое движение. Влияние силы трения на формирование скорости ветра.	ПК-2
4	Тема 4. Планетарный пограничный (ППС) и приземный (ПС) слои атмосферы	Особенности метеорологических процессов в ППС и ПС. Замкнутая система уравнений для ППС. Модели стационарного и горизонтально-однородного ППС и ПС (модель с априорным заданием коэффициента турбулентности для ППС и модель, основанная на теории подобия, для ПС). Формирование вертикальных скоростей в пограничном слое.	ПК-2
5	Тема 5. Вихри в атмосфере и их динамика	Относительный и абсолютный вихри и уравнения для их изменений. Анализ факторов, приводящих к изменению вихря. Условия сохранения абсолютного вихря. Потенциальный вихрь.	ПК-2
6	Тема 6. Волновые процессы в атмосфере	Гравитационные колебания бесконечного столба воздуха. Колебания массы воздуха в поле силы Кориолиса. Гравитационные волны на поверхностях раздела. Планетарные волны Россби. Стационарные волны Россби, центры действия.	ПК-2
7	Тема 7. Циркуляционные процессы в атмосфере	Физические факторы, приводящие к изменению циркуляции по жидкому замкнутому контуру. Бароклинная циркуляция. Влияние вращения Земли. Зонально-осредненные уравнения движения. Особенности переноса воздушных масс в экваториальной зоне.	ПК-2

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6. Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе самостоятельно й подготовки
1	Практическая работа №1. Дифференциальные характеристики метеорологических полей. Связь индивидуальной, локальной и конвективной производных	6	4
2	Практическая работа №2. Силы, действующие в атмосфере. Замкнутая система уравнений. Упрощение уравнений. Притоки тепла и водяного пара	6	4
3	Практическая работа №3. Геострофический и градиентный ветер. Агеострофические отклонения. Инерционные круги. Анализ поля давления и ветра в области фронта. Угол наклона поверхности раздела к плоскости горизонта.	5,34	2
4	Практическая работа №4. Распределение ветра с высотой в пограничном слое. Особенности вертикальной структуры приземного слоя. Определение среднего в ППС коэффициента турбулентности на основании уравнения баланса удельной кинетической энергии турбулентности.	10	4

	Определение турбулентных потоков свойств в ПС на основании модели Мони́на-Обухова. Вертикальные скорости в пограничном слое.		
5	Практическая работа №5. Расчёт вихря с использованием поля ветра. Анализ влияния бароклинности и дивергенции на изменение вихря. Относительный и абсолютный вихри и уравнения для их изменений. Анализ факторов, приводящих к изменению вихря. Условия сохранения абсолютного вихря. Потенциальный вихрь.	8	4
6	Практическая работа №6. Определение частоты гравитационных колебаний бесконечного столба воздуха. Определение частоты колебаний массы воздуха в поле силы Кориолиса. Фазовая скорость и частота колебаний гравитационных волн на поверхностях раздела. Определение фазовой скорости планетарных волн Россби. Стационарные волны Россби.	12	6
7	Практическая работа №7. Физические факторы, приводящие к изменению циркуляции по жидкому замкнутому контуру. Бароклинная циркуляция. Влияние вращения Земли. Зонально-осредненные уравнения движения. Особенности переноса воздушных масс в экваториальной зоне.	10	4
	Всего:	57,34	28

Таблица 7. Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе самостоятельно й подготовки
1	Практическая работа №1. Дифференциальные характеристики метеорологических полей. Связь индивидуальной, локальной и конвективной производных	6	6
2	Практическая работа №2. Силы, действующие в атмосфере. Замкнутая система уравнений. Упрощение уравнений. Притоки тепла и водяного пара	10	10
3	Практическая работа №3. Геострофический и градиентный ветер. Агестрофические отклонения. Инерционные круги. Анализ поля давления и ветра в области фронта. Угол наклона поверхности раздела к плоскости горизонта.	7,34	7,34
4	Практическая работа №4. Распределение ветра с высотой в пограничном слое. Особенности вертикальной структуры приземного слоя. Определение среднего в ППС коэффициента турбулентности на основании уравнения баланса удельной кинетической энергии турбулентности. Определение турбулентных потоков свойств в ПС на основании модели Мони́на-Обухова. Вертикальные скорости в пограничном слое.	12	10
5	Практическая работа №5. Расчёт вихря с использованием поля ветра. Анализ влияния бароклинности и дивергенции на изменение вихря. Относительный и абсолютный вихри и уравнения для их изменений. Анализ факторов, приводящих к изменению вихря. Условия сохранения абсолютного вихря. Потенциальный вихрь.	10	10
6	Практическая работа №6. Определение частоты гравитационных колебаний бесконечного столба воздуха. Определение частоты колебаний массы воздуха в поле силы Кориолиса. Фазовая скорость и частота колебаний гравитационных волн на поверхностях раздела. Определение фазовой скорости планетарных волн Россби. Стационарные волны Россби.	10	10
7	Практическая работа №7. Физические факторы, приводящие к изменению циркуляции по жидкому замкнутому контуру. Бароклинная циркуляция. Влияние вращения Земли. Зонально-осредненные уравнения движения. Особенности переноса	12	10

	воздушных масс в экваториальной зоне.		
	Всего:	67,34	63,34

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

Электронный учебный курс «Динамика атмосферы» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.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.

Таблица 8. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Учет успеваемости	Количество баллов
Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр:	100
— максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля	100
— максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	20

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

Перечень вопросов и критерии оценивания по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет.

Форма проведения зачета: устный ответ на два вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 9. Распределение баллов по видам учебной работы

Учет успеваемости	Количество баллов
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
Итого:	100

Таблица 9.1 Распределение баллов по текущему контролю успеваемости

№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	3	5

1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	3	5
1.2	Выполнение практических работ №1-7	21	35
1.2.1	Практическая работа №1. Дифференциальные характеристики метеорологических полей. Связь индивидуальной, локальной и конвективной производных	3	5
1.2.2	Практическая работа №2. Силы, действующие в атмосфере. Замкнутая система уравнений. Упрощение уравнений. Притоки тепла и водяного пара	3	5
1.2.3	Практическая работа №3. Геострофический и градиентный ветер. Агеострофические отклонения. Инерционные круги. Анализ поля давления и ветра в области фронта. Угол наклона поверхности раздела к плоскости горизонта.	3	5
1.2.4	Практическая работа №4. Распределение ветра с высотой в пограничном слое. Особенности вертикальной структуры приземного слоя. Определение среднего в ППС коэффициента турбулентности на основании уравнения баланса удельной кинетической энергии турбулентности. Определение турбулентных потоков свойств в ПС на основании модели Монина-Обухова. Вертикальные скорости в пограничном слое.	3	5
1.2.5	Практическая работа №5. Расчёт вихря с использованием поля ветра. Анализ влияния бароклинности и дивергенции на изменение вихря. Относительный и абсолютный вихри и уравнения для их изменений. Анализ факторов, приводящих к изменению вихря. Условия сохранения абсолютного вихря. Потенциальный вихрь.	3	5
1.2.6	Практическая работа №6. Определение частоты гравитационных колебаний бесконечного столба воздуха. Определение частоты колебаний массы воздуха в поле силы Кориолиса. Фазовая скорость и частота колебаний гравитационных волн на поверхностях раздела. Определение фазовой скорости планетарных волн Россби. Стационарные волны Россби.	3	5
1.2.7	Практическая работа №7. Физические факторы, приводящие к изменению циркуляции по жидкому замкнутому контуру. Бароклинная циркуляция. Влияние вращения Земли. Зонально-осредненные уравнения движения. Особенности переноса воздушных масс в экваториальной зоне.	3	5
Итого баллов по обязательной части		24	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест на проверку остаточных знаний (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	10
2.1.1	базовый уровень сложности	2	5
2.1.2	продвинутый уровень сложности	5	10
2.2	Учебное задание продвинутого уровня	20	40
2.2.1	Расчетное задание повышенной сложности №1: Вычислить ускорение циркуляции по контуру, образованному двумя изобарами с давлением 1000 и 990 гПа и двумя вертикалями, если средняя температура выделенного слоя над первой точкой равна 15 °С, а над второй точкой 10 °С.	5	10
2.2.2	Расчетное задание повышенной сложности №2: Определить среднюю скорость бризовой циркуляции по контуру через 2 ч после ее возникновения, если циркуляция распространилась на слой от $p_1 = 1000$ гПа до $p_2 = 985$ гПа по вертикали и на расстояние 50 км по горизонтали. Средний горизонтальный градиент равен 1 °С/10 км	5	10
2.2.3	Расчетное задание повышенной сложности №3: Найти время, за которое диссипация кинетической энергии будет составлять 10 % начального значения кинетической энергии. Для расчетов воспользоваться формулой Экмана.	5	10
2.2.4	Расчетное задание повышенной сложности №4: Определить турбулентный поток тепла на поверхности суши, имеющей температуру —10 °С, на расстоянии 25 км от берега, если температура поверхности моря, с которого поступает воздух, 2°С. Скорость ветра	5	10

	и коэффициент турбулентности на высоте 1 м соответственно равны 10 м/с и 0,15 м ² /с. Термическая стратификация устойчивая.		
2.3	Научный доклад с презентацией по темам дисциплины на студенческой конференции «Метеорология без границ»	2	5
2.4	Подготовка доклада с презентацией для цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды» (не более одного)	5	10
2.5	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология)	5	10
2.5.1	участие	5	5
2.5.2	призер	10	10
2.6	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	5	10
2.7	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.7.1	участие	20	20
2.7.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
	Итого баллов по вариативной части	22	60
	Итого баллов по дисциплине	40	100

Таблица 9.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Динамика атмосферы».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Егоров К.Л., Еремина Н.С. Методические указания по дисциплине «Динамическая метеорология» для высших учебных заведений. Направление подготовки 05.03.05. – Прикладная гидрометеорология. – СПб.: РГГМУ, 2018. – 44 с. http://elibrary.ru/files_books/pdf/rid_259a97ad80c44ed984c03ef2c21dabcd.pdf

Дополнительная литература

1. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. Т.1 и 2. – М.: Мир, 1984. – Т.1. 400 с.; Т.2. 411 с.
2. Русин И.Н. Динамическая метеорология. (ознакомительный курс). Курс лекций. Санкт-Петербург. РГГМУ. 2008 г. – 274 с.
3. Динамика атмосферы: учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Гидрометеорология" и специальностям "Метеорология" и "Метеорология специального назначения"[под общ. ред. С. С. Суворова и В. В. Клёмина] / Воен.-косм. акад. им. А. Ф. Можайского. - Санкт-Петербург: Наука, 2013. – 420 с.
4. Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии/Лекции для аспирантов и студентов старших курсов метеорологических специальностей и научных работников. М.: ТРИАДА ЛТД, Москва, 2013. - 160 с. <http://method.meteorf.ru/publ/books/lectures/lectures.pdf>.
5. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т.1 и 2.–М.: Мир, 1986.– Т.1.397 с.; Т.2.415 с.

6. Гандин Л.С., Лайхтман Д.Л., Матвеев Л.Т., Юдин М.И. Основы динамической метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1955.
7. Задачник по динамической метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 166 с. http://elibr.rshu.ru/files_books/pdf/img-213163549.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс - Учебные ресурсы для сообщества Geoscience. Режим доступа: <https://www.meted.ucar.edu/>
2. Электронный ресурс - Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии/Лекции для аспирантов и студентов старших курсов метеорологических специальностей и научных работников. М.: ТРИАДА ЛТД, Москва, 2013. - 160 с. Режим доступа: <http://method.meteorf.ru/publ/books/lectures/lectures.pdf>
3. Электронный ресурс Program in Atmospheres, Oceans and Climat/ Режим доступа: <http://eaps-www.mit.edu/paoc/>

8.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система windows
Пакет Microsoft Office

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elibr.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.