

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

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль)
Прикладная метеорология

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»

_____ Волобуева О.В.

Утверждаю
Председатель УМС _____ И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
22 октября 2019 г., протокол № 2

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры
11 сентября 2019 г., протокол № 1
Зав. кафедрой _____ Абанников В.Н.

Авторы-разработчики:
_____ Михайловский Ю.П.

Составили: Михайловский Ю.П. – доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Атмосферное электричество» - подготовка бакалавров гидрометеорологии, обучающихся по профилю «Гидрометеорология», владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания современных представлений об основных закономерностях развития электрических процессов в атмосфере и облаках и о связях этих процессов с другими. Бакалавр должен знать средства и методы контроля электрических характеристик атмосферы и облаков, должен быть в курсе последних результатов исследований электрических процессов в атмосфере и облаках и актуальных проблем в этой области.

Основные задачи дисциплины «Атмосферное электричество» связаны с освоением студентами:

- основ теории атмосферно - электрических процессов в облаках и атмосфере в целом;
- основными закономерностями пространственно- временных изменений атмосферно-электрических параметров и их связями с другими характеристиками облаков и атмосферы;
- теории современных, а также перспективных методов измерений параметров атмосферного электричества.

Дисциплина «Атмосферное электричество» является вариативной и изучается студентами, обучающимися по программе подготовки бакалавра на метеорологическом факультете.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Атмосферное электричество» для направления подготовки 05.03.04 – Гидрометеорология. Профиль – Гидрометеорология относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Геофизика», «Информатика», «Химия».

Параллельно с дисциплиной «Атмосферное электричество» изучаются «Методы зондирования окружающей среды», «Физика облаков», «Метеорология и климатология», «Синоптическая метеорология».

Дисциплина «Атмосферное электричество» является базовой для освоения дисциплин «Космическая метеорология», «Метеорологическое обеспечение полётов», «Авиационная метеорология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик
ОПК-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии, биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии.
ОПК-3	Владение базовыми общепрофессиональными теоретическими знаниями о географической оболочке, о геоморфологии с основами геологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведения, социально-экономической географии

ПК-2	Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.
ПК-3	Владение теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Атмосферное электричество» обучающийся должен:

Знать:

- основные закономерности пространственно- временных изменений атмосферно - электрических параметров и их связи с другими характеристиками облаков и атмосферы;
- теории современных, а также перспективных методов измерений параметров атмосферного электричества;
- закономерности развития электрических процессов в облаках и атмосфере в целом;
- какие факторы определяют ионизированное состояние и электрические поля атмосферы,
- каким образом происходит разделение зарядов в атмосфере,
- какие процессы приводят к возникновению разрядов молний,
- как действует глобальная атмосферно-электрическая цепь,
- физические основы функционирования измерительной техники для контроля атмосферно-электрических параметров, основные физические величины, характеризующие эффективность её функционирования.

Уметь:

- проводить расчеты электрических характеристик облаков и атмосферы;
- анализировать полученные результаты с применением теоретических знаний,
- выполнять инженерные расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств.

Владеть:

- методикой атмосферно-электрических измерений на основных приборах, применяемых на метеорологических станциях России;
- методикой расчета основных атмосферно-электрических параметров по данным измерений;
- методикой определения основных приборных параметров.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Атмосферное электричество» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки освоения компетенцией (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	Способен изложить основное содержание современных	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей	Может дать критический анализ современным проблемам в

		рабочей области анализа	научных идей в рабочей области анализа	области анализа, способен сопоставить их	заданной области анализа
--	--	----------------------------	---	---	--------------------------

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2019 год набора	Заочная форма обучения 2019 год набора
Общая трудоемкость дисциплины	72 часа	72 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28	8
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия	14	4
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	44	64
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	зачет

4.1. Содержание разделов дисциплины

Очное обучение
2019 года 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	Семинар Лаборат.	Самост. работа			
1	Физические поля Земли, электрическое поле, параметры электрического поля	5	2	2	2	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, решение задач с оценкой.	1	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
2	Ионизационное состояние атмосферы. Источники ионизации, рекомбинация ионов, характеристики	5	2	2	10	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой,	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3

	ионизационного состояния. Измерение электрической проводимости.					решение задач с оценкой.		
3.	Электрическое поле в атмосфере, пространственно-временные вариации напряженности и потенциала, уравнение Пуассона, унитарная вариация E , методы и приборы для измерения напряженности и потенциала.	5	2	2	12	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, решение задач с оценкой.	2	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
4.	Электричество облаков, механизмы микро- и макроэлектризации, организованная электризация, необходимые и достаточные условия электризации. Молнии,	5	4	4	12	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, решение задач с оценкой.	6	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3

	условия образования, виды и стадии молний, параметры. Методы грозопеленгации.							
5.	Глобальная атмосферно-электрическая цепь, токи ГАЭЦ, баланс токов, экспериментальные наблюдения.	5	2	2	6	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, решение задач с оценкой.	3	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
6	Ионосфера, магнитосфера, основные понятия.	6	2	2	2	Вопросы на лекции.	1	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
	ИТОГО		14	14	44		15	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72 часа		

Заочное обучение
2019 года набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат.	Самост. работа			
1	Физические поля Земли, электрическое поле, параметры электрического поля. Ионизационное состояние атмосферы. Источники ионизации, рекомбинация ионов, характеристики ионизационного состояния. Измерение электрической	3	2	2	28	Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, решение задач с оценкой.	4	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3

	проводимости.							
2	<p>Электрическое поле в атмосфере, пространственно-временные вариации напряженности и потенциала, уравнение Пуассона, унитарная вариация E, методы и приборы для измерения напряженности и потенциала. Электричество облаков, механизмы микро- и макроэлектризации, организованная электризация, необходимые и достаточные условия электризации. Молнии, условия образования, виды и стадии молний,</p>	3	2	2	36	<p>Вопросы на лекции, опрос перед практической работой, решение задач с оценкой.</p>	10	<p>ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3</p>

параметры. Методы грозопеленгаци и.								
ИТОГО		4	4	64			14	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72 часа		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Физические поля Земли, электрическое поле, параметры электрического поля.

Физические поля Земли, электрическое поле, параметры электрического поля.

4.2.2 Ионизационное состояние атмосферы

Основные понятия. Ионы в атмосфере: легкие ионы и их природа, средние и тяжелые ионы. Подвижность ионов. Проводимость атмосферы. Процессы, ведущие к ионизации. Ионизация, вызванная радиоактивностью; ионизация, вызванная космическими лучами. Исчезновение ионов. Условия ионного равновесия. Концентрация ионов и проводимость атмосферы по данным наблюдений. Источники ионизации, рекомбинация ионов, характеристики ионизационного состояния. Измерение электрической проводимости.

4.2.3. Электрическое поле в атмосфере

Основные соотношения. Суточный ход напряженности электрического поля. Унитарная вариация. Локальные эффекты. Годовой ход напряженности электрического поля. Связь между напряженностью электрического поля и другими атмосферно-электрическими и метеорологическими характеристиками. уравнение Пуассона, унитарная вариация E , методы и приборы

для измерения напряженности и потенциала электрического поля атмосферы.

4.2.4. Электричество облаков

Электрические характеристики облаков различных форм. Широтная и сезонная зависимость электрической активности облаков.

Механизмы электризации облачных элементов (механизмы микроэлектризации). Лабораторное моделирование процессов электризации облачных частиц. Ионная электризация частиц. Электризация облачных гидрометеоров, происходящая при их взаимодействии. Коагуляционный рост и заряджение облачных частиц.

Организованная макроэлектризация облака: определение, условие устойчивой поляризации облака и гидродинамической устойчивости облаков.

Электричество слоистообразных облаков. Поражение самолетов молнией при полете в облаках слоистых форм.

Электричество конвективных облаков. Трансформация различных видов энергии в атмосфере, протекающая при возникновении грозовых облаков. Строение и фазы жизни грозового облака. Заряды и электрические поля грозовых облаков. Молнии. Виды молний. Линейная молния. Характеристики грозовой деятельности, используемые в молниезащите. Шаровая молния. Феноменологическая модель шаровой молнии. Разряды в средней атмосфере.

Распределение грозовой деятельности по земной поверхности. Мировые грозовые очаги. Зимние и летние грозы.

Атмосферика. Практическое использование данных об атмосфериках. Грозопеленгационная сеть.

4.2.5. Глобальная атмосферно-электрическая цепь

Слой выравнивания. Разность потенциалов между слоем выравнивания и землей. Условие квазистационарности электрического состояния атмосферы. Использование закона Ома для расчета тока проводимости Земля-атмосфера в условиях хорошей погоды.

Электрические токи в атмосфере. Токи с острий (тихие разряды). Методы проведения наблюдений над токами с острий. Методы численной оценки токов с острий. Токи осадков. Величина и знаки зарядов осадков, выпадающих на землю. Токи грозовых разрядов. Полный заряд, переносимый на молнии. Оценка средней плотности тока молний облако-земля. Горизонтальные токи.

Баланс электрических токов в атмосфере.

4.2.6. Ионосфера, магнитосфера, основные понятия

Образование ионизированного слоя. Распределение электронной концентраций по высоте. Распространение электромагнитных волн в ионосфере. Методы исследования ионосферы. Строение ионосферы.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Физические поля Земли, электрическое поле, параметры электрического поля.	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
2	2	Ионизационное состояние атмосферы.	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3

3	2	Методы и приборы для измерения электрической проводимости воздуха	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
3	3	Электрическое поле в атмосфере	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
4	3	Методы и приборы для измерения напряженности и потенциала электрического поля атмосферы	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-3 ПК-2
5	3	Уравнение Пуассона для напряженности и потенциала. Расчет заряда Земли	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-2
6	4	Электричество облаков	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ПК-3 ПК-2
7	4	Механизмы электризации облаков	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
8	4	Молнии, виды и стадии	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
9	4	Методы место определения молниевых разрядов	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3
10	5	Глобальная атмосферно-электрическая цепь	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2

				ОПК-3 ПК-2 ПК-3
11	5	Баланс электрических токов в атмосфере.	Практическое занятие	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-2 ПК-3

Семинарских и лабораторных занятий программой 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

5.1.1. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.

5.1.2. Решение задач по разделам. Студентам предлагаются задачи для домашнего решения и последующей проверки.

5.1.3. Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой практической работы. На основании результатов коллоквиума студент допускается (не допускается) к выполнению работы.

5.1.4. Прием и проверка решаемых задач и ответов на контрольные вопросы.

а) Образцы заданий текущего контроля

Вопросы на лекции:

1. Как распределены линии напряженности магнитного поля Земли?

2. Какой основной источник ионизации атмосферы над океаном вдали от берегов? На высоте 60 км?
3. Что такое подвижность ионов?
4. Каков заряд легких ионов?
5. Каков метод измерения электрической проводимости воздуха на сети станций Росгидромета?
6. В чем разница градиента потенциала и напряженности электрического поля?
7. Какое электрическое поле называется однородным и электростатическим?
8. Физический смысл уравнения Пуассона.
9. Каковы основные недостатки коллекторного метода измерения потенциала электрического поля?
10. Какова типичная электрическая структура грозового облака?
11. Могут ли быть разряды молний в «теплых» облаках?
12. Почему главную стадию молнии «облако – земля» иногда называют «возвратный удар»?
13. На чем основан «Е-Н» метод дальнометрии разрядов молний?
14. Какой заряд преимущественно переносят на землю токи коронирования?

Образцы вопросов для тестирования студентов.

1. Основной ионизатор атмосферного воздуха в приземном слое над сушей?

- а) Космическое излучение
- б) Ультрафиолетовое излучение Солнца
- в) Радиоактивное излучение
- г) Термозмиссия.

(Правильный ответ – в)

2. Какая разница между нисходящими и восходящими молниями?

- а) Нисходящие молнии переносят отрицательный заряд, а восходящие – положительный
 - б) Нисходящие молнии имеют одну компоненту, а восходящие – несколько.
 - в) Нисходящие молнии переносят значительно больший ток чем восходящие.
 - г) У восходящих молний отсутствует главная стадия первой компоненты.
- (Правильный ответ – г)

Вопросы к коллоквиуму перед выполнением практической работы №2 «Электрическое поле в атмосфере».

- 1. Определите вектор напряженности электрического поля заданной системы точечных зарядов.
- 3. Напишите формулу связывающую напряженность электрического поля и потенциал. Объясните физический смысл формулы.
- 3. Уравнение Пуассона для потенциала. Объясните физический смысл формулы.
- 4. Уравнение Пуассона для напряженности поля. Объясните физический смысл формулы.

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

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, базовый учебник и презентации лекций, опубликованные в Интернете.

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу, пользуясь методическими указаниями.

Выполнение практических работ проходит при регулярных, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

5.3. Промежуточный контроль

Контроль по результатам 5-го учебного семестра – зачет.

Перечень вопросов к зачету

1. Основные физические поля Земли. Характеристики и параметры физ. полей Земли.
2. Электропроводность атмосферы. Как была обнаружена, чем обусловлена. Виды ионов, их заряды и размеры.
3. Характеристики ионов. От чего зависит подвижность ионов? Как связаны электропроводность, концентрация и подвижность ионов?
4. Основные ионизаторы воздуха в условиях «хорошей погоды». Пространственно-временная изменчивость интенсивности ионизации.
5. Процессы, участвующие в установлении ионного равновесия в атмосфере. Условия ионного равновесия. Характерные значения концентраций ионов и электрических проводимостей в различных условиях.
6. Принцип измерения электропроводности воздуха и концентрации ионов. Особенности самолетных измерений.

7. Потенциал и напряженность электрического поля Земли и атмосферы.
8. Уравнение Пуассона, его физический смысл. Оценка заряда Земли.
9. Пространственно- временное распределение E . Унитарная вариация E . Редукционный множитель.
10. Приборы для измерения электрического поля.
11. Особенности измерений E в атмосфере с помощью самолета. Измерение E в облаках и аэрозолях.
12. Основные механизмы микроэлектризации конвективных облаков.
13. Необходимые и достаточные условия начала организованной электризации К.О. по экспериментальным самолетным данным.
14. Типичная электрическая структура электризованного облака и ее эволюция во времени.
15. Характеристики электрического состояния конвективного облака и их связи с другими, контролировавшимися в экспериментах (Нвг, Твг, отражаемость, толщина переохлажденной части, сумма отражаемости и др.)
16. Условия перехода КО в грозовую стадию. Разновидности молний. Полярность молнии.
17. Стадии развития молний. Особенности развития положительных, восходящих и горизонтальных молний
18. Климатология гроз, переносимый заряд, основные очаги.
19. Шаровые молнии, молнии «облако – ионосфера».
20. Глобальная электрическая цепь, ее параметры. «Слой выравнивания», его потенциал.
21. Основные токи, отвечающие за баланс токов в ГЭЦ, принципы их измерения, характерные значения для Кэмбриджа.
22. Ионосфера, источники ионизации, слои, электронная концентрация. Почему необходимо изучать?
23. Теория «простого слоя», распространение электромагнитных волн в ионосфере.

24. Методы пеленгации молний. Методы местоопределения МР при однопунктных наблюдениях.

25. Методы местоопределения МР при многопунктных и космических наблюдениях.

Образцы тестов, заданий к зачету, билетов, тестов, заданий к зачету

Билет №2.

1. Характеристики ионов. От чего зависит подвижность ионов? Как связаны электропроводность, концентрация и подвижность ионов?

2. Необходимые и достаточные условия начала организованной электризации К.О. по экспериментальным самолетным данным.

Билет №10

1. Пространственно-временное распределение E. Унитарная вариация E. Редукционный множитель.

2. Методы местоопределения МР при многопунктных и космических наблюдениях.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кашлева Л.В. Атмосферное электричество. С.-П., изд. РГГМУ, – 105с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515133723.pdf

б) дополнительная литература:

1. Михайловский Ю.П., Кашлева Л.В. Методика и результаты исследований электризации конвективных облаков с помощью самолетов. Сборник трудов «Радиолокационная метеорология и активные воздействия», ГГО, С-Пб., 2012, стр.98-114.
2. Тверской П.Н. Курс метеорологии (физика атмосферы). Атмосферное электричество. - Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 698 с.
3. Чалмерс Дж. Л. Атмосферное электричество. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. -420 с.
4. Базелян Э.М., Ю.П.Райзер. Физика молнии и молниезащиты. -М.: Физматлит, 2001. – 222 с.
5. Имянитов И.М., Чубарина Е.В., Шварц Я.М. Электричество облаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 93 с.
6. Мучник В.М. Физика грозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 351 с.
7. Имянитов И.М. Электризация конвективных облаков. – Метеорология и гидрология. 1982 №3, с.
8. Earle R. Williams. The Tripole Structure of Thunderstorms. Journal of Geophysical Research, v 94, NoD11, p. 113151-13167.
9. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистические методы интерполяции метеорологических данных. - Л.: Гидрометеиздат, 1976, 359с.
10. Rakov.V.A., Uman M.A. Lightning/ Cambridge University Press, 2003.
10. Мазин И.П., Шметер С.М. 1983. Облака: строение и физика образования. – Л.: Гидрометеиздат. – 278 с.
11. Михайловский Ю.П. Эмпирическая модель электрически активных конвективных облаков и возможности ее использования для тестирования численной модели // Труды НИЦ ДЗА. 2002. №4 (552). С. 66 -75.

в) рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеОнлайн (учебники, учебные пособия, монографии, статьи по гидрометеорологии) <http://elib.rshu.ru/> -

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>

3. Электронная библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> -

4. Электронный ресурс - научное издательство Springer (материалы по геофизическим, экологическим географическим направлениям научных исследований, по общественным, социальным, гуманитарным наукам и информационным технологиям) <http://www.springer.com/>

5. Электронный ресурс - Annual Reviews - американское некоммерческое академическое издательство (книги и около 40 серий журналов и ежегодников, публикующих крупные обзорные статьи по естественным и социальным наукам). <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1391849/browse?type=e=source>

6. Электронный ресурс- Издательство Кембриджского университета (предоставляет академические некоммерческие электронные ресурсы для научных исследований) <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/905824/browse?type=source>

7. Электронный ресурс Издательство Оксфордского университета Oxford University Press предоставляет электронный архив научной периодики (в базе данных представлены журналы по различным отраслям знания, сгруппированные по 27 предметным рубрикам). <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1417890/browse?type=e=source->

8. Электронный ресурс- Nature — один из самых старых и авторитетных общенаучных журналов. Публикует оригинальные исследования, посвященные широкому спектру вопросов естественных наук.

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1947637/browse?type=source>

9. Электронный ресурс- SAGE Journals Online — архив научных журналов издательства SAGE Publications. Компания SAGE Publications является одним из ведущих международных издательств журналов, книг и электронных средств массовой информации для научных, образовательных и профессиональных сообществ. Компания издает более 600 журналов в области естествознания, гуманитарных и социальных наук, техники и медицины.

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/2757634/browse?type=source>

10. Электронный ресурс- Taylor & Francis Group — международное книжное издательство со штаб-квартирой в Великобритании (специализируется на публикации академической литературы и научных журналов).

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1563997/browse?type=source>

11. Электронный ресурс Приборы для метеорологических измерений, выпускаемые фирмой Vaisala -

<http://www.vaisala.ru/ru/defense/products/>

<http://www.vaisala.ru/ru/defense/products/weatherinstruments/Pages/WA15.aspx>

12. Электронный ресурс Погода по всему земному шару в реальном времени - <http://earth.nullschool.net/>

13. Электронный ресурс Погода в Европе Карты погоды и фотографии с ИСЗ в реальном времени - <http://www.wetterzentrale.wetterzentrale.de/>

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 с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>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 №1-5)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника и описаний лабораторных работ.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Подготовка специальной рабочей тетради для практических работ. Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.</p>

Подготовка к зачету При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

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 1-6	<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><u>образовательные технологии</u></p> <p>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</p> <p>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения</p>	<p>Компьютерные презентации лекций. Пакет Microsoft Word, Power Point</p> <p>Коммуникационная группа на сайте «в контакте»</p> <p>https://vk.com/</p> <p>Электронно-библиотечные системы РГГМУ</p>

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.