

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

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ  
ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

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**

Утверждаю  
Председатель УМС  **И.И. Палкин**

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 июня 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
13 мая 2019 г., протокол № 10  
Зав. кафедрой  **Дробжева Я.В.**  
Авторы-разработчики:

 **Коломеец Л.И.**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 **Дробжева Я.В.**

Санкт-Петербург 2019

Коломеец Л.И. – старший преподаватель кафедры метеорологических прогнозов  
Российского государственного гидрометеорологического университета;

© Л.И.Коломеец, 2019.  
© РГГМУ, 2019.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона» – подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных физических процессов, происходящих в полярных широтах.

Основные задачи дисциплины связаны с освоением студентами:

- теоретических основ физики пограничного слоя атмосферы в Арктике;
- методики измерения и расчета основных составляющих уравнения теплового баланса Арктического региона;
- методики применения радиоактивных изотопов для определения турбулентного состояния атмосферы Арктического региона.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам по выбору.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Динамическая метеорология», «Физика атмосферы».

Параллельно с дисциплиной «Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона» изучаются «Спутниковая гидрометеорология опасных явлений», «Цифровые методы обработки спутниковых изображений», «Физические основы форм климата», «Численное моделирование переноса примесей в земной атмосфере», «Основы теории солнечно-земных связей», «Региональные методы долгосрочных метеорологических прогнозов в тропической зоне», «Специальные главы геоинформационных систем», «Основные закономерности общей циркуляции атмосферы», «Космические методы исследования в экологии», «Текущее прогнозирование в метеорологии», «моделирование облаков».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона», могут быть использованы в преддипломной практике, а также при подготовке выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-2	Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОПК-3	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ.
ОПК-5	Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять

	результаты исследований.
<b>ПК-1</b>	Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона» обучающийся должен:

Знать:

- особенности измерения тепловых характеристик снега и льда в условиях Арктического района;
- физические основы радиационного баланса и его составляющих в условиях Арктического района;
- основные виды потоков тепла и влаги между ледяным покровом и атмосферой.

Уметь:

- выполнять тематическую обработку о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды Арктического региона

Владеть:

- навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера, синоптических ситуаций в условиях Арктики.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона» сведены в таблице.

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Второй этап (уровень) <b>(ОК-1)</b>	<p><b>Владеть:</b> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; – методикой планирования численных экспериментов.</p> <p><b>Уметь:</b> -квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование; -эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Знать:</b> – методы анализа гидрометеорологической информации;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; – методикой планирования численных экспериментов.</p> <p><b>Не умеет:</b> -квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование; -эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Не знает:</b> – методы анализа гидрометеорологической информации;</p>	<p><b>Недостаточно владеет:</b> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; – методикой планирования численных экспериментов.</p> <p><b>Затрудняется:</b> -квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование; -эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Плохо описывает:</b> – методы анализа гидрометеорологической информации;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; – методикой планирования численных экспериментов.</p> <p><b>Хорошо умеет:</b> -квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование; -эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Хорошо знает:</b> – методы анализа гидрометеорологической информации;</p>	<p><b>Свободно владеет:</b> - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой, наставлениями и руководящими документами; – методикой планирования численных экспериментов.</p> <p><b>Умеет самостоятельно:</b> -квалифицированно провести самостоятельное авторское научное исследование; -эффективно работать в составе научно-исследовательского коллектива.</p> <p><b>Свободно излагает:</b> – методы анализа гидрометеорологической информации;</p>
Второй этап	<b>Владеть:</b>	<b>Не владеет:</b>	<b>Недостаточно владеет:</b>	<b>Хорошо владеет:</b>	<b>Свободно владеет:</b>

<p>(уровень) <b>(ОК-2)</b></p>	<p>- навыками самостоятельной работы с наставлениями и руководящими документами; - использовать данные наземных измерений для анализа динамики атмосферы в Арктике</p> <p><b>Уметь:</b> - анализировать основные закономерности теплового режима Центральной Арктики; - действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения</p> <p><b>Знать:</b> - особенности ветрового дрейфа льдов в неоднородном поле давления; - методику расчета весеннего ледотаяния</p>	<p>- навыками самостоятельной работы с наставлениями и руководящими документами; - использовать данные наземных измерений для анализа динамики атмосферы в Арктике</p> <p><b>Не умеет:</b> - анализировать основные закономерности теплового режима Центральной Арктики; - действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения</p> <p><b>Не знает:</b> - особенности ветрового дрейфа льдов в неоднородном поле давления; - методику расчета весеннего ледотаяния</p>	<p>- навыками самостоятельной работы с наставлениями и руководящими документами; - использовать данные наземных измерений для анализа динамики атмосферы в Арктике</p> <p><b>Слабо умеет:</b> - анализировать основные закономерности теплового режима Центральной Арктики; - действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения</p> <p><b>Плохо описывает:</b> - особенности ветрового дрейфа льдов в неоднородном поле давления; - методику расчета весеннего ледотаяния</p>	<p>- навыками самостоятельной работы с наставлениями и руководящими документами; - использовать данные наземных измерений для анализа динамики атмосферы в Арктике</p> <p><b>Хорошо умеет:</b> - анализировать основные закономерности теплового режима Центральной Арктики; - действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения</p> <p><b>Хорошо знает:</b> - особенности ветрового дрейфа льдов в неоднородном поле давления; - методику расчета весеннего ледотаяния</p>	<p>- навыками самостоятельной работы с наставлениями и руководящими документами; - использовать данные наземных измерений для анализа динамики атмосферы в Арктике</p> <p><b>Умеет самостоятельно:</b> - анализировать основные закономерности теплового режима Центральной Арктики; - действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения</p> <p><b>Свободно излагает:</b> - особенности ветрового дрейфа льдов в неоднородном поле давления; - методику расчета весеннего ледотаяния</p>
<p>Второй этап (уровень) <b>(ОПК-3)</b></p>	<p><b>Владеть:</b> - современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - современными статистическими методами и другими количественными технологиями в научных исследованиях;</p>

	<p><b>Уметь:</b> - грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных; - пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Знать:</b> - методы оценки и интерпретации спутниковой информации об Арктическом районе</p>	<p><b>Не умеет:</b> - грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных; - пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Не знает:</b> - методы оценки и интерпретации спутниковой информации об Арктическом районе</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных; - пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Плохо описывает:</b> - методы оценки и интерпретации спутниковой информации об Арктическом районе</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> - грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных; - пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Хорошо знает:</b> - методы оценки и интерпретации спутниковой информации об Арктическом районе</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> - грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и цифровые электронные базы данных; - пользоваться электронными базами гидрометеорологических данных.</p> <p><b>Свободно описывает:</b> - методы оценки и интерпретации спутниковой информации об Арктическом районе</p>
<p>Второй этап (уровень) <b>(ОПК-5)</b></p>	<p><b>Владеть:</b> - методикой сбора, обработки, анализа и систематизации натурной информации о теплопроводности и температуропроводности льда и снега; - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p> <p><b>Уметь:</b> - проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - методикой сбора, обработки, анализа и систематизации натурной информации о теплопроводности и температуропроводности льда и снега; - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p> <p><b>Не умеет:</b> - проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - методикой сбора, обработки, анализа и систематизации натурной информации о теплопроводности и температуропроводности льда и снега; - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p> <p><b>Затрудняется:</b> - проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - методикой сбора, обработки, анализа и систематизации натурной информации о теплопроводности и температуропроводности льда и снега; - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p> <p><b>Хорошо умеет:</b> - проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - методикой сбора, обработки, анализа и систематизации натурной информации о теплопроводности и температуропроводности льда и снега; - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p> <p><b>Отлично умеет:</b> - проводить анализ и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</p>

	<p>- выполнять тематическую обработку и анализировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды.</p> <p><b>Знать:</b> -Излучательную способность , водность и вертикальная мощность облаков Арктического района</p>	<p>- выполнять тематическую обработку и анализировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды.</p> <p><b>Не знает:</b> -Излучательную способность , водность и вертикальная мощность облаков Арктического района</p>	<p>- выполнять тематическую обработку и анализировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды.</p> <p><b>Плохо описывает:</b> -Излучательную способность , водность и вертикальная мощность облаков Арктического района</p>	<p>- выполнять тематическую обработку и анализировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды.</p> <p><b>Хорошо знает:</b> -Излучательную способность , водность и вертикальная мощность облаков Арктического района</p>	<p>- выполнять тематическую обработку и анализировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды.</p> <p><b>Свободно описывает:</b> -Излучательную способность , водность и вертикальная мощность облаков Арктического района</p>
<p>Второй этап (уровень) <b>(ПК-1)</b></p>	<p><b>Владеть:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; – навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера, синоптических ситуаций в Арктическом регионе</p> <p><b>Уметь:</b> – выполнять тематическую обработку и анализировать</p>	<p><b>Не владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; – навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера, синоптических ситуаций в Арктическом регионе</p> <p><b>Не умеет:</b> – выполнять тематическую обработку и анализировать</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; – навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера, синоптических ситуаций в Арктическом регионе</p> <p><b>Затрудняется:</b> – выполнять тематическую обработку и анализировать</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; – навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера, синоптических ситуаций в Арктическом регионе</p> <p><b>Хорошо умеет:</b> – выполнять тематическую обработку и анализировать</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; – навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера, синоптических ситуаций в Арктическом регионе</p> <p><b>Отлично умеет:</b> – выполнять тематическую обработку и анализировать</p>



<p>получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды Арктического района.</p> <p><b>Знать:</b> - особенности распределения температуры в толще морского Арктического льда; - физические основы и методики получения информации обзорной и обзорно-измерительной аппаратуры, устанавливаемой во время экспедиций в Арктический регион</p>	<p>получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды Арктического района.</p> <p><b>Не знает:</b> - особенности распределения температуры в толще морского Арктического льда; - физические основы и методики получения информации обзорной и обзорно-измерительной аппаратуры, устанавливаемой во время экспедиций в Арктический регион</p>	<p>получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды Арктического района.</p> <p><b>Плохо описывает:</b> - особенности распределения температуры в толще морского Арктического льда; - физические основы и методики получения информации обзорной и обзорно-измерительной аппаратуры, устанавливаемой во время экспедиций в Арктический регион</p>	<p>получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды Арктического района.</p> <p><b>Хорошо знает:</b> - особенности распределения температуры в толще морского Арктического льда; - физические основы и методики получения информации обзорной и обзорно-измерительной аппаратуры, устанавливаемой во время экспедиций в Арктический регион</p>	<p>получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы, подстилающей земной поверхности, природной среды и погоды Арктического района.</p> <p><b>Свободно описывает:</b> - особенности распределения температуры в толще морского Арктического льда; - физические основы и методики получения информации обзорной и обзорно-измерительной аппаратуры, устанавливаемой во время экспедиций в Арктический регион</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2019 г. набора	Заочная форма обучения 2019 г. набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144 часа</b>	<b>144 часа</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>56</b>	<b>16</b>
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	<b>6</b>
практические занятия	<b>28</b>	<b>10</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	<b>128</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

##### 4.1. Структура дисциплины

Очное обучение (2019 г. 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	Практич. занятия	Самост. работа			
1	Структура, состав и основные характеристики атмосферы Арктического региона. Основные законы статики атмосферы в Арктическом регионе.	3	4	4	8	Коллоквиум	4	ОК-1 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
2	Основы термодинамики атмосферы Арктического региона. Потoki радиации в условиях полярной атмосферы	3	6	6	16	Коллоквиум	4	ОК-1 ОК-2 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
3	Радиационный баланс	3	10	10	34	Коллоквиум	4	ОК-1

	Арктического региона в система земля-атмосфера. Термический режим активного слоя атмосферы в полярной зоне.							ОК-2 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
<b>4</b>	Фазовые переходы воды в атмосфере Арктического региона. Основные закономерности динамики атмосферы Арктического региона	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	Коллоквиум	<b>6</b>	ОК-1 ОК-2 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
	<b>ИТОГО</b>		<b>28</b>	<b>28</b>	<b>88</b>		<b>18</b>	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена						<b>144</b>		

### Заочное обучение (2019 г. 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	Практич. занятия	Самост. работа			
<b>1</b>	Структура, состав и основные характеристики атмосферы Арктического региона. Основные законы статики атмосферы в Арктическом регионе.	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	Коллоквиум	<b>0</b>	ОК-1 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
<b>2</b>	Основы термодинамики атмосферы Арктического региона. Потоки радиации в условиях полярной атмосферы	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>34</b>	Коллоквиум	<b>2</b>	ОК-1 ОК-2 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
<b>3</b>	Радиационный баланс Арктического региона в система земля-атмосфера. Термический режим активного слоя атмосферы в полярной зоне.	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>34</b>	Коллоквиум	<b>2</b>	ОК-1 ОК-2 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1

<b>4</b>	Фазовые переходы воды в атмосфере Арктического региона. Основные закономерности динамики атмосферы Арктического региона	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>44</b>	Коллоквиум	<b>0</b>	ОК-1 ОК-2 ОПК-3 ОПК-5 ПК-1
	<b>ИТОГО</b>		<b>6</b>	<b>10</b>	<b>128</b>		<b>4</b>	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						<b>144</b>		

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Структура, состав и основные характеристики атмосферы Арктического региона. Основные законы статики атмосферы в Арктическом регионе

Особенности состава полярной атмосферы. Состав воздуха Арктики. Постоянные и переменные компоненты состава арктического воздуха. Вертикальная структура полярной атмосферы. Особенности вертикального строения арктической атмосферы. Тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера. Гомо- и гетеросфера. Озоносфера. Ионосфера. Пограничный и пограничный слой в Арктическом регионе. Полярные воздушные массы и фронты. Первый принцип термодинамики применимый к полярной атмосфере. Адиабатические процессы в Арктическом регионе. Концепция неадиабатических процессов для сурового Арктического региона. Вертикальное движение частицы Уровень конденсации в Арктике. Уровень полярной конвекции. Энергетическая неустойчивость атмосферы Арктического региона. Стратификация полярной атмосферы зимой и летом.

### 4.2.2. Основы термодинамики атмосферы Арктического региона. Потоки радиации в условиях полярной атмосферы

Арктическое электромагнитное излучение. Поток, интенсивность и инсоляция в полярной области. Распределение энергии в спектре и интегральный поток солнечной радиации у поверхности арктического региона. Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере Арктики. Особенности радиационных процессов в сухой арктической атмосфере. Распределение прямого, рассеянного и суммарного солнечного излучения в полярных регионах. (Их определяющие факторы). Отражение и поглощение солнечной радиации арктической поверхностью Земли. Коэффициенты отражения (альbedo) и поглощения в Арктике. Распределение длинноволнового излучения Арктики.

### 4.2.3. Радиационный баланс Арктического региона в система земля-атмосфера. Термический режим активного слоя атмосферы в полярной зоне.

Поверхность полярной Земли и излучение атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности Арктики. Радиационный баланс полярной атмосферы. Факторы, определяющие полярный радиационный баланс, его суточный и годовой ход. Уравнение теплового баланса полярной поверхности Земли. Факторы, влияющие на уравнение теплового баланса в Арктике. Основные теплофизические характеристики арктических почв, воды и воздуха. Основные законы распределения тепла в арктических почвах. Температура поверхности полярной зоны. Вертикальное распределение температуры почвы в Арктике. Поток тепла в почву. Полярная турбулентная атмосфера. Динамические факторы арктической атмосферной турбулентности. Поверхность и пограничный слой арктической атмосферы. Изменение скорости полярного ветра с высотой. Суточный ход ветра в Арктике. Потоки тепла в полярной атмосфере. Уравнение теплового потока в атмосфере Арктики. Уравнение теплового потока в турбулентной полярной атмосфере. Турбулентный обмен и коэффициент турбулентности в Арктике. Суточные и годовые колебания полярной температуры. Изменение температуры воздуха с высотой в Арктике. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере в полярном регионе. Высота полярной тропопаузы. Арктическое колебание. Положительные и отрицательные фазы Арктического колебания

### 4.2.4 Фазовые переходы воды в атмосфере Арктического региона. Основные закономерности динамики атмосферы Арктического региона

Фазовые водные условия в полярной атмосфере. Полярные стратосферные облака. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной полярной атмосфере. Уровень полярной конденсации. Измерение снега, свойств ледников и альbedo со спутника. Силы,

действующие в полярной атмосфер. Полярный вихрь. Формирование полярных мезоциклонов.

#### 4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Расчет вертикального градиента давления и барической ступени. Использование основных уравнений статики атмосферы в условиях изотермии, политропно и реальной атмосферы арктического региона. Анализ термического и динамического факторов турбулентности атмосферы Арктического региона	Практическая работа	ОК-1, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
2	1	Расчет эффективного излучения и длинноволнового радиационного баланса Арктики в летний и зимний периоды. Анализ результатов натурных наблюдений прихода солнечной энергии на земную поверхность Арктического региона	Практическая работа	ОК-1, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
3	2	Анализ теоретических законов распространения колебаний температуры в почве, снеге и льдах. Тепловой поток в почве, снеге, льде.	Практическая работа	ОК-2, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
4	2	Анализ суточного и годового хода характеристик влажности воздуха Арктики. Анализ плотности и водности снежного покрова Арктического региона.	Практическая работа	ОК-1, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
5	3	Микрофизические характеристики льда. Образование и рост зародышевых капель твердой фазы воды.	Практическая работа	ОК-2, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
6	3	Оптические характеристики атмосферы Арктического региона. Основные фотометрические величины и единицы их измерения. Молекулярное и аэрозольное рассеивание в условиях полярных широт.	Практическая работа	ОК-2, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
7	4	Силы, действующие при горизонтальном движении холодного воздуха. Движение арктических воздушных масс при наличии трения.	Практическая работа	ОК-1, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
8	4	Скорость падения ледяных частиц. Процессу укрупнения облачных элементов и образования ледяных фракций в облаках.	Практическая работа	ОК-1, ОПК-3 ОПК-5, ПК-1
9	4	Градиентный ветер Арктического региона.	Практическая работа	ОК-2, ОПК-3 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**

#### 5.1.1. Коллоквиум.

##### **а) Образцы заданий текущего контроля**

Образцы вопросов для коллоквиума

#### **Раздел 1. Структура, состав и основные характеристики атмосферы Арктического региона. Основные законы статике атмосферы в Арктическом регионе.**

1. Уравнение состояния сухого воздуха Арктического региона
2. Вертикальный градиент давления и барическая ступень Арктической атмосферы
3. Политропная и реальная атмосфера арктического региона.
4. Виртуальная температура арктического воздуха. Уравнение состояния влажного воздуха Арктики.
5. Ионосфера арктического региона.

##### **б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов**

Выполнение рефератов, эссе 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, 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).

### **5.3. Промежуточный контроль: экзамен**

#### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Турбулентный теплообмен между ледяным покровом и атмосферой.
2. Расчет коэффициента турбулентного обмена в море и оценка потока тепла из океанических вод .
3. Теплопроводность и температуропроводность льда и снега .
4. Расчет весеннего ледотаяния.
5. Ветровой дрейф льдов .
6. Мезомасштабные циклоны.
7. Степень тепловой трансформации на высотах в Арктике.
8. Термическая трансформация нижнего слоя атмосферы в Арктике (осеннее-

- зимний периоды).
9. Применение радиоактивных изотопов для определения турбулентности атмосферы.
  10. Полярный вихрь и его особенности.
  11. Ионы в арктическом воздухе. Ионная проводимость арктического воздуха.
  12. Основные соотношения для электрического поля тропосферы арктического региона
  13. Методика расчета поправок к земной рефракции.
  14. Теоретические законы распределения потока тепла в снеге и во льдах..
  15. Микрофизические свойства льда и снега.

### Образцы билетов к экзамену

#### Экзаменационный билет № 2

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

**Кафедра Метеорологический прогнозов**

**Дисциплина:** Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона

1. Микрофизические свойства льда и снега.
2. Ветровой дрейф льдов .

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Я.В. Дробжева

---

#### Экзаменационный билет № 8

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

**1. Кафедра Метеорологический прогнозов**

2. **Дисциплина:** Дополнительные главы физики атмосферы для Арктического региона
3. Турбулентный теплообмен между ледяным покровом и атмосферой.
4. Полярный вихрь и его особенности.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Я.В. Дробжева

---

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. N.P. Rusin “Antarctic notebooks”, Saint-Petersburg, 2013
2. As. Brekke “Physics of the Upper Polar Atmosphere”, Springer, 2013
3. Хромов С.П., Петросянц М.А.- Метеорология и климатология. Изд. МГУ, Наука, 2010,- 584
4. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат).  
<http://znanium.com/catalog.php>



5. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеиздат, 2010. 4. Тарасов Л.В.- Атмосфера нашей планеты, изд. Физматлит, 2012.– 420 с
  6. Восканян К.Л., Саенко А.Г. Актинометрические наблюдения. Пособие для учебной практики. Санкт-Петербург, 2010. – 54с.
  7. Андреев А.О., Дукальская М.В., Головина Е.Г. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Под ред. А.И.Угрюмова. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМУ, 2007. – 228с.
  8. Русин И.Н., Арапов П.П. Основы метеорологии и климатологии. Курс лекций – СПб.:изд. РГГМУ, 2008.-199 с.
  9. Бройдо А. Г. И др. Задачник по общей метеорологии. - Л.: Гидрометео-издат, 1984. – 312с
  10. Головина Е.Г., В.И. Ковалев. Методические указания по дисциплине "Фи-зика атмосферы, океана и вод суши" (Курс II) - СПб.: Изд. РГГМУ., 2002, 40 стр.
  11. Головина Е.Г., В.И. Ковалев. Методические указания по дисциплине "Фи-зика атмосферы, океана и вод суши" (Курс III) - СПб.: Изд. РГГМУ., 2002, 36 стр.
- б) Дополнительная литература

**б) дополнительная литература:**

1. Семенченко Б.А., Физическая метеорология учебник – М: Аспект Пресс, 2002, - 415с.
2. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000
3. Руководство по теплобалансовым наблюдениям. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 237с.
4. Гусев Е.М, Насонова О.Н. -Моделирование тепло- и влагообмена поверхности суши с атмосферой,-2010, 327 с.
5. Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. С-Пб, РГГМУ, 2012. – 306 с.
6. Данлоп С.-Атлас погоды. Атмосферные явления и прогнозы, изд. Амфора, 2010, –192 с. Насонова О.Н. -Моделирование тепло- и влагообмена по-верхности суши с атмосферой,- 2010, -327 с
7. Сухановская Т.О.- Физика атмосферы:комплекс словарей, изд. Флинта, Наука, 2009, – 224 с.
8. Метеорологические и геофизические исследования [Электронный ресурс] / гл. ред. Г.В. Алексеев. - М.: Paulsen, 2011. – 352 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=391608>

## **в) Интернет-ресурсы:**

1. Строение, состав, свойства атмосферы

<http://wiki.web.ru/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0>

2. Статика атмосферы

[http://cozyhomestead.ru/Voda\\_71656.html](http://cozyhomestead.ru/Voda_71656.html)

3. Основы термодинамики атмосферы

<http://www.myshared.ru/slide/933917/> <http://dok.opredelim.com/docs/index-69680.html>

4. Лучистая энергия в атмосфере

<http://atmosfers.3dn.ru/index/0-7> [http://cribs.me/meteorologiya-i-klimatologiya/solnechnaya-radiatsiya-raspredelenie-solnechnoi-radiatsii-na-poverkhnosti-zemli\\_](http://cribs.me/meteorologiya-i-klimatologiya/solnechnaya-radiatsiya-raspredelenie-solnechnoi-radiatsii-na-poverkhnosti-zemli_)

5. Радиационный баланс системы Земля – атмосферы

[http://studopedia.ru/2\\_74014\\_radiatsionniy-balans-atmosferi.html](http://studopedia.ru/2_74014_radiatsionniy-balans-atmosferi.html)

6. Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы

[http://fictionbook.ru/author/artur\\_nikolaevich\\_goliciyn/injenernaya\\_geoyekologiya/read\\_online.html?page=4](http://fictionbook.ru/author/artur_nikolaevich_goliciyn/injenernaya_geoyekologiya/read_online.html?page=4)

7. Фазовые переходы воды в атмосфере

<http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-154249.html>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0\\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%8B](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%8B)

8. Физические условия образования туманов, облаков и осадков

<http://mydocx.ru/5-38209.html> <http://pogoda.rovno.ua/usloviya-obrazovaniya-tumanov>

9. Основы динамики атмосферы

<http://ru-ecology.info/post/101374105700014/> <http://obatmosfere.ru/category/dinamika-atmosfery>

## **г) программное обеспечение**

windows 7 47049971 18.06.2010

office 2013 62398416 11.09.2013

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

## **д) профессиональные базы данных**

база данных Web of Science  
база данных Scopus  
электронно-библиотечная система eLibrary

**е) информационные справочные системы:**

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

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
<b>Лекции (разделы №1-4)</b>	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов 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>
<b>Практические занятия (разделы №1-9)</b>	<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.</p> <p>Решение тестовых заданий, подготовка отчет о выполнении практической работы и другие виды работ.</p>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

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

Раздел дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
-------------------	---------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

№ 1-4	<p><u>информационные технологии:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. проведение компьютерного тестирования</li> <li>2. использование баз данных</li> <li>3. использование он-лайн лекций при самостоятельной проработке материала</li> </ol> <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</li> <li>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</li> <li>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></li> <li>3. Электронно-библиотечная система Znanium, <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a></li> <li>4. Базы спутниковых данных <a href="https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/">https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/</a> <a href="http://www.eumetsat.int/website/home/index.html">http://www.eumetsat.int/website/home/index.html</a> <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a></li> <li>5. Курс лекций по спутниковой метеорологии EUMETSAT - <a href="http://meteovlab.meteor.ru/">http://meteovlab.meteor.ru/</a></li> <li>6. Курс лекций по спутниковой метеорологии Satellite Meteorology Course- <a href="http://www.comet.ucar.edu/class/satmet/index.htm">http://www.comet.ucar.edu/class/satmet/index.htm</a></li> <li>7. Курс лекций по вопросам физики атмосферы Всемирной метеорологической организации <a href="https://public.wmo.int/en/projects/establish-climate-services-arctic-polar-region">https://public.wmo.int/en/projects/establish-climate-services-arctic-polar-region</a></li> </ol>
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 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.

## **Лист изменений**

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на  
2020/2021 учебный год **без изменений**

Протокол заседания кафедры метеорологических прогнозов от 29.05.2020 г.  
№ 14