

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра метеорологии и охраны атмосферы**

Авторы-составители: **Калинин Николай Александрович  
Лукин Илья Леонидович**

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ**  
Код УМК 93496

Утверждено  
Протокол №7  
от «12» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Физическая метеорология

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.04** Гидрометеорология  
направленность Метеорология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Физическая метеорология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.04** Гидрометеорология (направленность : Метеорология)

**ПК.7** владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.04 Гидрометеорология (направленность: Метеорология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2,3,4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	8
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	288
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	112
<b>Проведение лекционных занятий</b>	56
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	176
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (3) Письменное контрольное мероприятие (7)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (2 триместр) Экзамен (3 триместр) Экзамен (4 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Физическая метеорология. Первый триместр.**

Дисциплина знакомит с различными процессами и явлениями возникающими в атмосфере, поясняя механизм их образования. Излагаются современные сведения об атмосфере Земли, физических процессах в ней происходящих, факторах их формирования. Изучается состав и строение атмосферы, влажность воздуха и процессы конденсации, оптические и электрические явления происходящие в атмосфере. Внимание акцентируется при построении теории процессов физической постановке задачи, анализу исходных уравнений и результатов расчета. Затрагиваются различные точки зрения, которые обусловлены методами примененного анализа. Описываются методы исследования закономерностей протекания метеорологических процессов, метеорологических явлений в том числе и опасных. Важной задачей, как в научном, так и в прикладном плане современной метеорологии является описание мезомасштабных метеорологических процессов. Особую актуальность приобретает вопрос взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности. Дисциплина составлена в соответствии с программой подготовки специалистов в университетах. Программа направлена на формирование фундаментальных знаний в области метеорологии.

### **Раздел 1. Радиационный режим атмосферы**

Солнечная радиация. Ослабление солнечной радиации. Излучение земли и атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы.

#### **Тема 1. Солнечная радиация. Ослабление солнечной радиации.**

Основные понятия и законы излучения. Солнце и солнечная постоянная. Распределение солнечной радиации по земному шару при отсутствии атмосферы. Поглощение солнечной радиации в атмосфере Земли. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Законы ослабления радиации в земной атмосфере. Прямая солнечная радиация. Рассеянная радиация. Суммарная радиация. Альбеда.

#### **Тема 2. Излучение земли и атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы.**

Излучение земной поверхности. Излучение атмосферы. Полуэмпирические формулы для расчета излучения атмосферы и эффективного излучения земной поверхности. Влияние облачности на встречное и эффективное излучение. Суточный и годовой ход эффективного излучения. Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы и системы земная поверхность - атмосфера.

### **Раздел 2. Турбулентное состояние атмосферы.**

Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Простейшие характеристики турбулентности. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.

#### **Тема 1. Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Простейшие характеристики турбулентности.**

Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Простейшие характеристики турбулентности.

#### **Тема 2. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.**

Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Основные сведения из статистической теории турбулентности

### **Физическая метеорология. Второй триместр.**

Дисциплина знакомит с различными процессами и явлениями возникающими в атмосфере, поясняя механизм их образования. Излагаются современные сведения об атмосфере Земли, физических

процессах в ней происходящих, факторах их формирования. Изучается состав и строение атмосферы, влажность воздуха и процессы конденсации, оптические и электрические явления происходящие в атмосфере. Внимание акцентируется при построении теории процессов физической постановке задачи, анализу исходных уравнений и результатов расчета. Затрагиваются различные точки зрения, которые обусловлены методами примененного анализа. Описываются методы исследования закономерностей протекания метеорологических процессов, метеорологических явлений в том числе и опасных. Важной задачей, как в научном, так и в прикладном плане современной метеорологии является описание мезомасштабных метеорологических процессов. Особую актуальность приобретает вопрос взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности. Дисциплина составлена в соответствии с программой подготовки специалистов в университетах. Программа направлена на формирование фундаментальных знаний в области метеорологии.

### **Раздел 1. Тепловое состояние атмосферы**

Приземный слой атмосферы. Параметр шероховатости. Пограничный слой атмосферы. Уравнение теплопроводности почвы. Уравнение теплового баланса земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы. Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Инверсии температуры в атмосфере.

#### **Тема 1. Приземный слой атмосферы. Параметр шероховатости.**

Определение приземного слоя атмосферы и его высота. Формулы Прандтля и Росби. Структура приземного слоя атмосферы на основе теории подобия.

#### **Тема 2. Пограничный слой атмосферы.**

Определение пограничного слоя атмосферы и его высота. Суточный ход температуры воздуха в пограничном слое атмосферы. Распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы. Теория суточного хода температуры воздуха в пограничном слое атмосферы. Роль радиационных притоков тепла в пограничном слое атмосферы. Ночное понижение температуры. Заморозки.

#### **Тема 3. Уравнение теплопроводности почвы. Уравнение теплового баланса земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы.**

Поток тепла в почве. Теплопроводность почвы. Уравнение Фурье. Результирующий приток тепла. Уравнение теплового баланса земной поверхности. Вертикальное распределение температуры в почве. Роль растительного и снежного покрова. Суточные и годовые колебания температуры воды в морях и крупных водоемах.

#### **Тема 4. Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Инверсии температуры в атмосфере.**

Распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Термический режим стратосферы и мезосферы. Влияние температуры океанов на распределение температуры в атмосфере. Периодические изменения температуры воздуха в тропосфере и стратосфере. Основы теории распределения температуры воздуха по высоте. Инверсии температуры в атмосфере.

### **Раздел 2. Влажность воздуха**

Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Распределение характеристик влажности по высоте в приземном слое. Распределение влажности в тропосфере и стратосфере. Распределение и суточный ход характеристик влажности в пограничном слое атмосферы. Испарение. Круговорот воды на Земле.

### **Тема 1. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Распределение характеристик влажности по высоте в приземном слое.**

Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Распределение характеристик влажности по высоте в приземном слое. Распределение влажности в тропосфере и стратосфере. Распределение и суточный ход характеристик влажности в пограничном слое атмосферы.

### **Тема 2. Испарение**

Испарение. Круговорот воды на Земле. Атмосферный озон. Малые газы в атмосфере.

### **Раздел 3. Облака, туманы и осадки**

Раздел посвящен общим условиям фазовых переходов воды в атмосфере. Рассматриваются факторы влияющие на давление насыщения. Ядра конденсации. Анализируются основные причины возникновения облачности, ее классификации. Исследуется жизненный цикл облачных систем – слоистообразных, кучевообразных и волнистообразных. Приводятся статистические характеристики облачности. Изучаются физические условия образования и классификации туманов, их физические характеристики и модели образования. Рассматривается классификация осадков и их образование, теория испарения и роста капель, роль твердой фазы в образовании осадков. Характеризуется наземная конденсация и осадки. Анализируются характерные признаки зарождения, углубления и диссипации облачности, туманов, осадков.

### **Тема 1. Общие условия фазовых переходов воды в атмосфере**

Физические свойства льда, воды и водяного пара. Зависимость теплоты фазового перехода и давления насыщения от температуры. Другие факторы, влияющие на давления насыщения. Ядра конденсации.

### **Тема 2. Туманы**

Физические условия образования и классификации туманов. Физические характеристики туманов. Модели образования и строения туманов.

### **Тема 3. Облака**

Слоистообразные (фронтальные) облака. Кучевообразные (конвективные) облака. Волнистообразные облака. Статистические характеристики слоистообразных и волнистообразных облаков. Глобальное поле облачности.

### **Тема 4. Осадки**

Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков. Скорость падения твердых и жидких частиц в атмосфере. Коэффициент соударения (захвата). Теория испарения и роста капель под влиянием конденсации. Распределение капель облаков и осадков по размерам. Рост капель облаков и осадков под влияние гравитационной коагуляции. Роль различных факторов на коагуляцию капель. Формирование града. Наземная конденсация и осадки. Роль вертикальных движений в образовании осадков. Статистические характеристики осадков.

### **Физическая метеорология. Третий триместр.**

Дисциплина знакомит с различными процессами и явлениями возникающими в атмосфере, поясняя механизм их образования. Излагаются современные сведения об атмосфере Земли, физических процессах в ней происходящих, факторах их формирования. Изучается состав и строение атмосферы, влажность воздуха и процессы конденсации, оптические и электрические явления происходящие в атмосфере. Внимание акцентируется при построении теории процессов физической постановке задачи, анализу исходных уравнений и результатов расчета. Затрагиваются различные точки зрения, которые

обусловлены методами примененного анализа. Описываются методы исследования закономерностей протекания метеорологических процессов, метеорологических явлений в том числе и опасных. Важной задачей, как в научном, так и в прикладном плане современной метеорологии является описание мезомасштабных метеорологических процессов. Особую актуальность приобретает вопрос взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности. Дисциплина составлена в соответствии с программой подготовки специалистов в университетах. Программа направлена на формирование фундаментальных знаний в области метеорологии.

### **Раздел 1. Основы динамики атмосферы**

Раздел посвящен основам динамики атмосферы. Рассматривается движение свободной атмосферы, изменение геострофического ветра с высотой, градиентный ветер в циклонах и антициклонах, особенности глобального распределения ветра в атмосфере. Акцентируется внимание на исследовании ветра в пограничном слое атмосферы. Анализируется суточный ход ветра, вертикальные токи, общая и местная циркуляции.

#### **Тема 1. Уравнения движения атмосферы**

Силы, действующие в атмосфере. Уравнения движения турбулентной атмосферы. Уравнения движения атмосферы в векторной и координатной форме. Система уравнений погоды.

#### **Тема 2. Движения свободной атмосферы**

Геострофический ветер. Изменение геострофического ветра с высотой. Градиентный ветер в циклонах и антициклонах. Особенности глобального распределения скорости ветра в атмосфере. Уравнение переноса вихря скорости движения.

#### **Тема 3. Ветер в пограничном слое атмосферы. Местные ветры.**

Изменение результирующей силы трения с высотой. Распределение скорости ветра по высоте в пограничном слое атмосферы. Суточный ход скорости ветра в пограничном слое атмосферы. Вертикальные токи в пограничном слое атмосферы. Местные ветры возникающие под влиянием механического воздействия на воздушный поток и термического происхождения. Фён, бора, стоковый ветер, ветер горных проходов, бриз, ветер склонов и горно-долинные ветры,

#### **Тема 4. Смерчи и пыльные бури**

Смерчи (тормбы, торнадо): определение, география и последствия. Пыльные бури: возникновение и последствия.

### **Раздел 2. Оптические и электрические явления в атмосфере**

Яркость, поляризация и форма небесного свода. Видимость в земной атмосфере. Оптические явления в облаках, туманах и осадках. Оптические характеристики облаков, туманов и осадков. Загрязнение атмосферы, видимость, дымки, смоги и туманы в больших городах. Освещенность земной поверхности в разное время в разное время суток. Рефракция световых лучей в атмосфере. Ионизация атмосферы. Электрическое поле тропосферы. Механизм образования электрических зарядов в грозовых облаках. Электрическое поле и условия возникновения молний в грозовых облаках. Статистические характеристики гроз. Структура грозового облака. Рост града. Электрическое поле верхних слоев атмосферы Земли.

#### **Тема 1. Оптика атмосферы**

Яркость, поляризация и форма небесного свода. Видимость в земной атмосфере. Оптические явления в облаках, туманах и осадках. Оптические характеристики облаков, туманов и осадков. Загрязнение атмосферы, видимость, дымки, смоги и туманы в больших городах. Освещенность земной поверхности



в разное время в разное время суток. Рефракция световых лучей в атмосфере.

## **Тема 2. Атмосферное электричество**

Ионизация атмосферы. Электрическое поле тропосферы. Механизм образования электрических зарядов в грозовых облаках. Электрическое поле и условия возникновения молний в грозовых облаках. Статистические характеристики гроз. Структура грозового облака. Рост града. Электрическое поле верхних слоев атмосферы Земли.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Хромов, С. П. Метеорология и климатология : учебник / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 584 с. — ISBN 978-5-211-06334-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/54639.html>
2. Учение об атмосфере : учебное пособие / А. И. Байтелова, Т. Ф. Тарасова, М. Ю. Гарицкая, О. В. Чекмарева. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 125 с. — ISBN 978-5-7410-1501-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/69963.html>

### Дополнительная:

1. Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология:учебник/С. П. Хромов, М. А. Петросянц.-М.:Изд-во МГУ; Наука,2006, ISBN 5-02-035762-6.-582.
2. Переведенцев Ю. П., Мохов И. И., Елисеев А. В. Теория общей циркуляции атмосферы:учебное пособие для вузов по направлению "Гидрометеорология"/Ю. П. Переведенцев, И. И. Мохов, А. В. Елисеев.-Казань:Казанский университет,2013, ISBN 978-5-00019-087-6.-223.-Библиогр.: с. 197-207
3. Русин И. Н., Арапов П. П. Основы метеорологии и климатологии:курс лекций для студентов-географов/И. Н. Русин, П. П. Арапов.-Санкт-Петербург:Издательство РГГМУ,2008, ISBN 978-5-86813-208-7.-198.-Библиогр.: с. 196 (6 назв.)
4. Ермакова Л. Н., Толмачева Н. И. Метеорология и климатология:учеб. пособие/Л. Н. Ермакова, Н. И. Толмачева.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0857-Х.-332.-Библиогр.: с. 330-331
5. Толмачева Н. И. Физическая метеорология:учебное пособие для студентов и магистрантов географических факультетов/Н. И. Толмачева.-Пермь:Издательство Пермского государственного национального исследовательского университета,2012, ISBN 978-5-7944-1833-0.-324.-Библиогр.: с. 321-323
6. Семенченко Б. А. Физическая метеорология:Учеб. для вузов/Б. А. Семенченко.-М.:Аспект Пресс,2002, ISBN 5-7567-0167-2.-415.-Библиогр.: с. 405-411
7. Задачник по общей метеорологии:Учеб.пособие/Под ред.В.Г.Морачевского.-Л.:Гидрометеоздат,1984.-312.
8. Шевелев, В. Я. Практическая метеорология = Practical meteorology : учебное пособие / В. Я. Шевелев. — Новороссийск : Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2015. — 157 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/64855.html>
9. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы:Учеб. для вузов/Л. Т. Матвеев.-СПб.:Гидрометеоздат,2000, ISBN 5-286-01126-8.-778.-Библиогр.: с. 770
10. Психрометрические таблицы/Сост.Д.П.Беспалов и др..-2-е изд.испр.и доп..-Л.:Гидрометеоздат,1981.-270.

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- <http://ipk.meteorf.ru/> ИПК Росгидромета  
<http://meteo59.ru/> Метеоролог и я  
[www.method.meteorf.ru](http://www.method.meteorf.ru) Методический кабинет Гидрометцентра России  
[meteoperm.ru](http://meteoperm.ru) Пермский ЦГМС  
[meteorf.ru](http://meteorf.ru) Росгидромет  
<http://рмк-траст.рф> Российский метеорологический консорциум  
[www.iram.ru](http://www.iram.ru) Институт радарной метеорологии  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000488791> Учебное пособие по решению задач в курсах "Физическая метеорология" и "Общая физика"  
[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-0905101.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-0905101.pdf) Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь  
[meteoinfo.ru](http://meteoinfo.ru) Гидрометцентр России  
<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> Университет Вайоминга  
<https://cloudatlas.wmo.int/home.html> Международный атлас облаков  
<http://parusanarod.ru/bib/books/proh/index.htm> Л.З. Прох Словарь ветров

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая метеорология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Офисный пакет приложений

Дисциплина не предусматривает использования специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 2. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 3. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 4. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 5. Самостоятельная работа

Аудитория для самостоятельной работы, оснащённая компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физическая метеорология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.7**

**владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Владеет методами оценки поступления солнечной радиации к верхней границе атмосферы. Знает механизмы ослабления солнечной радиации при ее прохождении через атмосферу и способен применять их на практике для оценки инсоляции земной поверхности. Владеет понятием альbedo и демонстрирует способность расчета поглощенной деятельным слоем солнечной радиации. Владеет понятиями эффективное излучение, излучение деятельного слоя, встречное излучение и способен рассчитать длинноволновый радиационный баланс. Способен оценить радиационный баланс деятельного слоя и системы деятельный слой - атмосфера.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Теоретические знания по разделу "Радиационный режим" не достаточны для решения метеорологических задач, затрагивающих данный раздел.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Владеет методами оценки поступления солнечной радиации к верхней границе атмосферы. Знает механизмы ослабления солнечной радиации при ее прохождении через атмосферу, но допускает ошибки при оценке инсоляции земной поверхности. Владеет понятием альbedo. Владеет понятиями эффективное излучение, излучение деятельного слоя, встречное излучение и способен рассчитать длинноволновый радиационный баланс. Способен оценить радиационный баланс деятельного слоя и системы деятельный слой - атмосфера. Допускает арифметические ошибки при решении задач и некоторые неточности при описании процессов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Владеет методами оценки поступления солнечной радиации к верхней границе атмосферы. Знает механизмы ослабления солнечной радиации при ее прохождении через атмосферу и способен применять их на практике для оценки инсоляции земной поверхности. Владеет понятием альbedo и демонстрирует способность расчета поглощенной деятельным слоем солнечной радиации. Владеет понятиями эффективное излучение, излучение деятельного слоя, встречное излучение и способен рассчитать</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>длинноволновый радиационный баланс. Способен оценить радиационный баланс деятельного слоя и системы деятельный слой - атмосфера. Допускает арифметические ошибки при решении задач и некоторые неточности при описании процессов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Владеет методами оценки поступления солнечной радиации к верхней границе атмосферы. Знает механизмы ослабления солнечной радиации при ее прохождении через атмосферу и способен применять их на практике для оценки инсоляции земной поверхности. Владеет понятием альbedo и демонстрирует способность расчета поглощенной деятельным слоем солнечной радиации. Владеет понятиями эффективное излучение, излучение деятельного слоя, встречное излучение и способен рассчитать длинноволновый радиационный баланс. Способен оценить радиационный баланс деятельного слоя и системы деятельный слой - атмосфера.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Владеет методами определения коэффициента турбулентности. Владеет уравнением притока тепла в турбулентной атмосфере и способен применять его на практике для оценки факторов, определяющих тепловой режим атмосферы. Способен выделять факторы, вносящие основной вклад на изменение температуры воздуха во времени в пространстве.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает простейших характеристик турбулентности и не способен применять на практике уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Владеет методами определения коэффициента турбулентности. Владеет уравнением притока тепла в турбулентной атмосфере и способен применять его на практике для оценки факторов, определяющих тепловой режим атмосферы. Способен выделять факторы, вносящие основной вклад на изменение температуры воздуха во времени в пространстве. При построении графиков суточного или годового хода температуры воздуха допускает неточности, допускает</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>арифметические ошибки. Описание изменения температуры во времени и пространстве носит поверхностный характер, способен выделить лишь основные факторы, приводящие к изменению температуры воздуха.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Владеет методами определения коэффициента турбулентности. Владеет уравнением притока тепла в турбулентной атмосфере и способен применять его на практике для оценки факторов, определяющих тепловой режим атмосферы. Способен выделять факторы, вносящие основной вклад на изменение температуры воздуха во времени в пространстве. При построении графиков суточного или годового хода температуры воздуха допускает неточности, допускает арифметические ошибки.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Владеет методами определения коэффициента турбулентности. Владеет уравнением притока тепла в турбулентной атмосфере и способен применять его на практике для оценки факторов, определяющих тепловой режим атмосферы. Способен выделять факторы, вносящие основной вклад на изменение температуры воздуха во времени в пространстве.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Знает термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Знает уравнение теплопроводности почвы, механизм формирования теплового баланса земной поверхности, особенности вертикального распределения температуры почвы. Понимает механизмы формирования различных типов инверсий</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не демонстрирует знания основных тем раздела "Тепловое состояние атмосферы", не способен решать практические метеорологические задачи данного раздела.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает термический режим тропосферы и стратосферы, уравнение теплопроводности почвы, механизм формирования теплового баланса земной поверхности, особенности вертикального распределения температуры почвы, однако затрудняется определить роль</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>температуры в атмосфере. Знает распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы и механизм образования заморозков. Способен определять характеристики инверсий, выделять факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы, тепловой поток в почве и теплофизические характеристики почвы и водоёмов.</p>	<p><b>Удовлетворительн</b> растительного и снежного покрова. Знает различные типы инверсий температуры в атмосфере, распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы, заморозки, характеристики инверсий. Выделяет основные факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы. Способен определить теплофизические характеристики почвы и водоёмов.</p> <p><b>Хорошо</b> Знает термический режим тропосферы и стратосферы, уравнение теплопроводности почвы, механизм формирования теплового баланса земной поверхности, особенности вертикального распределения температуры почвы. Понимает механизмы формирования различных типов инверсий температуры в атмосфере. Знает распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы и механизм образования заморозков. Способен определять характеристики инверсий. Выделяет основные факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы. Способен определить теплофизические характеристики почвы и водоёмов.</p> <p><b>Отлично</b> Знает термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Знает уравнение теплопроводности почвы, механизм формирования теплового баланса земной поверхности, особенности вертикального распределения температуры почвы. Понимает механизмы формирования различных типов инверсий температуры в атмосфере. Знает распределение температуры воздуха по высоте в пограничном слое атмосферы и механизм образования заморозков. Способен определять характеристики инверсий, выделять факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы, тепловой поток в почве и теплофизические</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>характеристики почвы и водоёмов.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Умение выводить уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Знать особенности распределения характеристик влажности по высоте в приземном слое атмосферы, стратосфере и тропосфере. Знать распределение и суточный ход характеристик влажности в пограничном слое атмосферы. Владеть методами расчета испарения с поверхности суши и водоемов. Способность описать круговорот воды на Земле. Способность выбрать наиболее адекватный метод в условиях поставленной задачи. Умение пользоваться базами данных в сети Интернет.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает особенности распределения характеристик влажности в земной атмосфере. Не владеет методами расчета испарения с поверхности суши и водоемов. Не способен описать круговорот воды на Земле. Не способен адекватно оценить предложенный расчетный метод. Не способен использовать базы данных в сети Интернет.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере и способен оценить факторы, влияющие на перенос водяного пара в турбулентной атмосфере. Знает особенности распределения характеристик влажности в земной атмосфере. Владет методами расчета испарения с поверхности суши и водоемов. Знает круговорот воды на Земле. Способен использовать тот или иной расчетный метод. Умеет пользоваться базами данных в сети Интернет.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Умеет выводить уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Знает особенности распределения характеристик влажности в земной атмосфере. Владет методами расчета испарения с поверхности суши и водоемов. Способен описать круговорот воды на Земле. Способен оценить адекватность того или иного расчетного метода. Умеет пользоваться базами данных в сети Интернет.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет выводить уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Знает особенности распределения характеристик влажности по высоте в приземном слое атмосферы, стратосфере и тропосфере. Знает распределение и суточный ход характеристик влажности в пограничном слое атмосферы. Владет методами расчета</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>испарения с поверхности суши и водоемов. Способен описать круговорот воды на Земле. Способен выбрать наиболее адекватный метод в условиях поставленной задачи. Умеет пользоваться базами данных в сети Интернет.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Знать физические свойства льда, воды и водяного пара. Знать механизм зависимости скрытой теплоты фазового перехода и давления насыщенного водяного пара от температуры. Знать физические условия образования и классификацию туманов. Владеть методами расчета физических характеристик туманов. Знать генетическую классификацию облаков. Знать механизмы образования слоистообразных, кучевообразных и волнистообразных облаков. Знать особенности распределения глобального поля облачности. Знать классификацию осадков. Знать механизмы процессов укрупнения облачных элементов и образования осадков. Знать механизмы образования росы, инея, жидкого и твердого налета, изморози и гололеда. Знать особенности сезонных колебаний и распределения интенсивности осадков на Земном шаре.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает физических свойств льда, воды и водяного пара. Не способен объяснить процессы возникновения тумана, рассчитать физические характеристики тумана. Не знает качественно-физической модели образования облачности и статистических характеристик облаков. Не знает механизмов укрупнения облачных элементов, образования различного вида осадков, не способен их оценивать.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает физические свойства льда, воды и водяного пара, механизм зависимости скрытой теплоты фазового перехода и давления насыщенного водяного пара от температуры, физические условия образования и классификацию туманов, но допускает неточности в формулировках. Затрудняется в расчете физических характеристик туманов. Знает генетическую классификацию облаков, механизмы образования слоистообразных, кучевообразных и волнистообразных облаков, особенности распределения глобального поля облачности, но допускает неточности в формулировках. Допускает ошибки при расчетах микрофизических характеристик облаков, их нижней границы. Знает классификацию осадков, механизмы процессов укрупнения облачных элементов и образования осадков, механизмы образования росы, инея, жидкого и твердого налета, изморози и гололеда, особенности сезонных колебаний и распределения интенсивности осадков на Земном шаре, но допускает неточности в формулировках.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Допускает ошибки при оценке скорости падения капель и ледяных частиц в атмосфере, процессов укрупнения облачных элементов и образования осадков, испарения облачных и дождевых капель</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает физические свойства льда, воды и водяного пара, механизм зависимости скрытой теплоты фазового перехода и давления насыщенного водяного пара от температуры, физические условия образования и классификацию туманов. Затрудняется в расчете физических характеристик туманов.</p> <p>Знает генетическую классификацию облаков, механизмы образования слоистообразных, кучевообразных и волнистообразных облаков, особенности распределения глобального поля облачности. Допускает незначительные ошибки при расчетах микрофизических характеристик облаков, их нижней границы.</p> <p>Знает классификацию осадков, механизмы процессов укрупнения облачных элементов и образования осадков, механизмы образования росы, инея, жидкого и твердого налета, изморози и гололеда, особенности сезонных колебаний и распределения интенсивности осадков на Земном шаре.</p> <p>Допускает неточности при оценке скорости падения капель и ледяных частиц в атмосфере, процессов укрупнения облачных элементов и образования осадков, испарения облачных и дождевых капель</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает физические свойства льда, воды и водяного пара, механизм зависимости скрытой теплоты фазового перехода и давления насыщенного водяного пара от температуры, физические условия образования и классификацию туманов. Владеет методами расчета физических характеристик туманов.</p> <p>Знает генетическую классификацию облаков,</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>механизмы образования слоистообразных, кучевообразных и волнистообразных облаков, особенности распределения глобального поля облачности. Способен рассчитывать микрофизические характеристики облаков, их нижнюю границу.</p> <p>Знает классификацию осадков, механизмы процессов укрупнения облачных элементов и образования осадков, механизмы образования росы, инея, жидкого и твердого налета, изморози и гололеда, особенности сезонных колебаний и распределения интенсивности осадков на Земном шаре. Способен оценивать скорость падения капель и ледяных частиц в атмосфере, процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков, испарение облачных и дождевых капель</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Знание закономерностей распределения давления в пространстве. Умение определять барический градиент, находить характерные формы изобар на синоптической карте.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не понимает влияния факторов, влияющих на распределение давления в пространстве. Не способен выделять характерные формы изобар на синоптической карте, определить барический градиент.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает закономерности распределения давления в пространстве, но при их графическом отображении допускает неточности. Умеет определять барический градиент, с затруднениями находит характерные формы изобар на синоптической карте</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает закономерности распределения давления в пространстве. Умеет определять барический градиент, но с небольшими затруднениями находит характерные формы изобар на синоптической карте</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает закономерности распределения давления в пространстве. Умеет определять барический градиент, находить характерные формы изобар на синоптической карте.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Знает силы, действующие в атмосфере. Умеет получать систему уравнений движения атмосферы. Владеет методами расчета геострофического и градиентного ветра. Знает распределение ветра с высотой. Имеет представление об общей циркуляции атмосферы и глобальном распределении воздушных потоков. Понимает механизмы возникновения местных ветров различного происхождения.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не способен определять силы, действующие в атмосфере. Затрудняется в определении системы уравнений движения атмосферы. Не имеет представления об общей циркуляции атмосферы и глобальном распределении воздушных потоков. Не может объяснить механизм возникновения местных ветров.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Знает силы, действующие в атмосфере. Знает систему уравнений движения атмосферы. При расчете геострофического и градиентного ветра допускает ошибки. Знает распределение ветра с высотой. Имеет представление об общей циркуляции атмосферы и глобальном распределении воздушных потоков. Знает механизмы возникновения местных ветров различного происхождения.</p> <p><b>Хорошо</b> Знает силы, действующие в атмосфере. Умеет получать систему уравнений движения атмосферы, но при получении допускает неточности. Владеет методами расчета геострофического и градиентного ветра. Знает распределение ветра с высотой. Имеет представление об общей циркуляции атмосферы и глобальном распределении воздушных потоков. Понимает механизмы возникновения местных ветров различного происхождения.</p> <p><b>Отлично</b> Знает силы, действующие в атмосфере. Умеет получать систему уравнений движения атмосферы. Владеет методами расчета геострофического и градиентного ветра. Знает распределение ветра с высотой. Имеет представление об общей циркуляции атмосферы и глобальном распределении воздушных потоков. Понимает механизмы возникновения местных ветров различного происхождения.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных</p>	<p>Уметь определять видимость в земной атмосфере. Знать оптические явления и их</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не способен объяснять оптические и электрические явления атмосферы</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
гидрометеорологических дисциплин	<p>характеристики в облаках, туманах и осадках. Знать освещенность земной поверхности в разное время суток. Владеть механизмом образования электрических зарядов в грозовых облаках. Знать статистические характеристики гроз. Знать полярные сияния и радиационный пояс земли.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает оптические явления и их характеристики в облаках, туманах и осадках, допускает неточности в формулировках. Способен рассчитывать освещенность различных поверхностей, продолжительность сумерек. Владеет механизмом образования электрических зарядов в грозовых облаках, знает статистические характеристики гроз, полярные сияния и радиационный пояс земли. Способен рассчитывать напряженность электрического поля земной атмосферы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает оптические явления и их характеристики в облаках, туманах и осадках. Способен рассчитывать освещенность различных поверхностей, продолжительность сумерек. Владеет механизмом образования электрических зарядов в грозовых облаках, знает статистические характеристики гроз, полярные сияния и радиационный пояс земли. Способен рассчитывать напряженность электрического поля земной атмосферы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает оптические явления и их характеристики в облаках, туманах и осадках, освещенность земной поверхности в разное время суток. Способен рассчитывать дальность видимости, освещенность различных поверхностей, продолжительность сумерек. Владеет механизмом образования электрических зарядов в грозовых облаках, знает статистические характеристики гроз, полярные сияния и радиационный пояс земли. Способен рассчитывать напряженность электрического поля и токов земной атмосферы.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Тема 1. Солнечная радиация. Ослабление солнечной радиации. <b>Входное тестирование</b>	Введение в метеорологию Состав и строение атмосферы Термодинамика атмосферы
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 2. Излучение земли и атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Солнечная радиация на верхней границе атмосферы Ослабление в атмосфере и приход солнечной радиации на земную поверхность Излучение деятельного слоя и атмосферы Радиационный баланс
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 2. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Владение методами определения коэффициента турбулентности. Способность выделять факторы, вносящие основной вклад на изменение температуры воздуха во времени и в пространстве.



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 2. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание особенностей распространения солнечной радиации в земной атмосфере. Владение понятиями излучение земли и атмосферы, способен оценить коротковолновый и длинноволновый радиационный баланс. Владение уравнением притока тепла в турбулентной атмосфере. Понимание особенностей ламинарного и турбулентного состояния атмосферы, знание простейших характеристик турбулентности

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Тема 1. Солнечная радиация. Ослабление солнечной радиации.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
За каждый верный ответ на один из 20 тестовых вопросов – 1 балл	20

#### **Тема 2. Излучение земли и атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответы на вопросы в задачах, анализ полученных результатов демонстрируют владение материалом и не противоречат процессам и явлениям, происходящим в атмосфере	8
При решении задач верно и с требуемым уровнем точности записаны исходные данные и ответ к задачам, верно указаны единицы измерения метеорологических величин – 2 балла за каждую задачу	8
Построены графики и диаграммы, требуемые по условию задач, подписаны координатные оси, а подпись достаточно полно характеризует представленную на рисунке информацию	7
Верно рассчитаны искомые величины в задаче на тему «Солнечная радиация на верхней границе атмосферы»	4
Верно рассчитаны искомые величины в задаче на тему «Ослабление в атмосфере и приход солнечной радиации на земную поверхность»	4

Верно рассчитаны искомые величины в задаче на тему «Излучение деятельного слоя и атмосферы»	4
Верно рассчитаны искомые величины в задаче на тему «Радиационный баланс»	3
Решение и ответ представлены без помарок и зачеркивания	2

**Тема 2. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
При решении задачи по теме «Коэффициент турбулентности» верно и с требуемым уровнем точности записаны исходные данные и ответ к задаче, верно указаны единицы измерения метеорологических величин	5
Ход изменения метеорологической величины описан, выявлены и в полной мере описаны факторы, которые могли внести наибольший вклад в условиях данной задачи	5
Искомые величины в задаче по теме «Коэффициент турбулентности» рассчитаны верно	4
Исходные данные задачи по теме «Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере» верно нанесены на график, значения вспомогательных величин рассчитаны верно, верно заполнена таблица, если она предусмотрена условием задачи	2
Подпись построенного по условиям задачи рисунка в полной мере соответствует и полностью описывает отображенные на нём метеовеличины	1
Построенный по условиям задачи график содержит верно подписанные координатные оси, максимальные и минимальные значения которых позволяют его читать	1
Решение и ответ к задачам представлены без помарок и зачеркивания	1
Приложены промежуточные расчеты к задачам	1

**Тема 2. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый верный ответ на один из 17 тестовых вопросов – 1 балл. Всего максимально 17 баллов за ответы на все тестовые вопросы.	17
При защите вопросов, требующих развернутого ответа за каждый верный ответ на уточняющий вопрос – 1 балл. Максимально 10 баллов в случае верных ответов на все уточняющие вопросы	10
Письменный ответ на первый вопрос, требующий развернутого ответа	7
Письменный ответ на второй вопрос, требующий развернутого ответа	

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Тема 4. Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Инверсии температуры в атмосфере. <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Способность анализировать изменения температуры почвы и водоемов во времени и в пространстве. Способность определять характеристики инверсий и теплофизические характеристики почвы и водоёмов. Владение теоретическими законами распространения колебаний температуры в почве, теплового потока в почве и способность применять их на практике. Способность выделять факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Тема 2. Испарение <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание особенностей распределения характеристик влажности по высоте в приземном слое атмосферы, стратосфере и тропосфере. Владение методами расчета испарения с поверхности суши и водоемов. Способность выбрать наиболее адекватный метод в условиях поставленной задачи. Умение пользоваться базами данных в сети Интернет.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Тема 4. Осадки <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Способность определить направления фазовых переходов воды в атмосфере. Владение основами прогноза времени, продолжительности, водности и видимости в тумане.Способность к нахождению нижней границы кучевой, слоистообразной и волнистообразной облачности.Умение оценивать скорость падения и роста твердых и жидких частиц в атмосфере.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Тема 4. Осадки <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение выводить уравнение теплопроводности почвы, теплового баланса земной поверхности, переноса водяного пара в турбулентной атмосфере.Знание термического режима тропосферы, стратосферы и мезосферы, пограничного и приземного слоёв атмосферы, параметра шероховатости. Владение методами расчета испарения, характеристик облаков и туманов, скорости падения и роста осадков. Знание классификаций и характеристик облаков, туманов и осадков, диаграммы равновесия фаз, особенностей фазовых переходов воды в атмосфере.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Тема 4. Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Инверсии температуры в атмосфере.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Ход изменения метеорологической величины в задаче на тему «Изменения температуры почвы и водоёмов во времени и пространстве» и данные профилемера МТР 5 описаны, выявлены и ранжированы по величине вклада факторы, которые могли внести наибольший вклад в данных условиях	5
Искомые величины в задаче на тему «Факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы» рассчитаны верно	3

Искомые величины в задаче на тему «Теоретические законы распространения колебаний температуры в почве» или «Тепловой поток в почве» рассчитаны верно	3
При решении задач верно и с требуемым уровнем точности записаны исходные данные и ответ к задачам, верно указаны единицы измерения метеорологических величин	3
Ответы на вопросы в задачах, анализ полученных результатов демонстрируют владение материалом и не противоречат процессам и явлениям, происходящим в атмосфере	3
Исходные данные задачи по теме «Изменения температуры почвы и водоёмов во времени и пространстве» корректно нанесены на график, значения вспомогательных величин рассчитаны верно, верно заполнена таблица, если она предусмотрена условием задачи	2
Искомые величины в задаче на тему «Теплофизические характеристики почвы и водоёмов» рассчитаны верно	2
Верно определены характеристики инверсий по данным профилемера МТР 5	2
Построенные по условиям задач графики содержат верно подписанные координатные оси, максимальные и минимальные значения которых позволяют их читать	1
Подпись построенных по условиям задачи рисунков в полной мере соответствует и полностью описывает отображенные на них значения	1

## Тема 2. Испарение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4.1**

Показатели оценивания	Баллы
Значения испарения рассчитаны правильно	2.2
Определена наиболее точная формула расчета парциального давления на высотах. Заключение должно представлять собой связный текст с ясным обоснованием выбора наиболее точного метода расчета	1.5
Рассчитано испарение за сутки с поверхности неограниченного водоема	1
Вычислена ошибка расчета для каждого метода	1
Вычислено парциальное давление водяного пара и относительная влажность на высотах с помощью формулы Зюринга. Расчет должен быть верен, без помарок и зачеркиваний	1
Вычислено парциальное давление водяного пара на высотах с помощью формул Ганна (первой и второй). Расчет должен быть верен, без помарок и зачеркиваний	1
Вычислено парциальное давление водяного пара и относительную влажность на высотах с помощью формулы Н.Ф. Накоренко. Расчет должен быть верен, без помарок и зачеркиваний	1
Рассчитано испарение за сутки с поверхности снега	.8
Рассчитанные значения, указаны с требуемым уровнем точности	.3
Решение и ответ представлены без помарок и зачеркивания	.2

## Тема 4. Осадки

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на теоретические вопросы в задачах верно отражают физический смысл процессов и явлений	5
Искомые в задаче по теме «Туманы» величины рассчитаны верно	4
Дифференциальные, интегральные кривые распределения капель по размерам для облаков или аппроксимация функции $n(r)$ , нижняя граница облаков записаны правильно	3
Искомые в задаче по теме «Облака» величины рассчитаны верно	3
Искомые в задаче по теме «Фазовые переходы воды в атмосфере» величины рассчитаны верно	3
Искомые в задаче по теме «Осадки» величины рассчитаны верно	3
При решении задачи верно и с требуемым уровнем точности записаны исходные данные и ответ к задачам, верно указаны единицы измерения метеорологических величин	2
При решении задачи приведены промежуточные расчеты	2

#### Тема 4. Осадки

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый верный ответ на один из 15 тестовых вопросов – 1 балл. Всего максимально 15 баллов за ответы на все тестовые вопросы.	15
Ответы на вопросы заданий не противоречат современным представлениям о физике происходящих в природе процессов – 1 балл за каждое задание. Максимально 10 баллов в случае ответов на все задания.	10
При защите вопросов, требующих развернутого ответа за каждый верный ответ на уточняющий вопрос – 1 балл. Максимально 9 баллов в случае верных ответов на все уточняющие вопросы	9
Письменный ответ на второй вопрос, требующий развернутого ответа. В случае краткой записи ответа 1 балл, если ответ на вопрос записан достаточно полно – 3 балла.	3
Письменный ответ на первый вопрос, требующий развернутого ответа. В случае краткой записи ответа 1 балл, если ответ на вопрос записан достаточно полно – 3 балла.	3

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 2. Движения свободной атмосферы <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение определять на синоптической карте характерные формы изобар. Знание закономерностей распределения давления в пространстве. Умение определять барический градиент.
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 4. Смерчи и пыльные бури <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Уравнения динамики атмосферы Силы действующие в атмосфере Геострофический и градиентный ветер Ветер в пограничном слое атмосферы
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 2. Атмосферное электричество <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание основные разделов дисциплины Физическая метеорология: Тепловое состояние атмосферы Влажность воздуха Облака, туманы и осадки Радиационный режим атмосферы Турбулентное состояние атмосферы Основы динамики атмосферы Оптические и электрические явления в атмосфере
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Тема 2. Атмосферное электричество <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать оптические явления и их характеристики в облаках, туманах и осадках, освещенность земной поверхности в разное время суток. Способность рассчитывать дальность видимости, освещенность различных поверхностей, продолжительность сумерек. Владеть механизмом образования электрических зарядов в грозных облаках. Знать статистические характеристики гроз, полярные сияния и радиационный пояс земли. Способность рассчитывать напряженность электрического поля и токов земной атмосферы.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## Тема 2. Движения свободной атмосферы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
Способен объяснить схемы пространственного распределения атмосферного давления	2
Знает закономерности распределения давления в пространстве	2
Умеет определять барический градиент	2
Умеет определять на синоптической карте характерные формы изобар	1
Качественное сопоставление градиентов давления выполнено правильно	1
Схема пространственного распределения атмосферного давления над расположенными рядом теплой и холодной подстилающими поверхностями не противоречит основным законам физики атмосферы	1
Схема пространственного распределения атмосферного давления над областями повышенного и пониженного давления не противоречит основным законам физики атмосферы	1

## Тема 4. Смерчи и пыльные бури

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Ответы на вопросы задач верно отражают физику процессов	5
Задача по теме "Градиентный ветер" решена верно	4
Задача по теме "Движение воздуха при наличии трения" решена верно	4
Построенные по условиям задач схемы не нарушают основных законов физики атмосферы	4
Задача по теме "Силы, действующие при горизонтальном движении воздуха" или "Барическое поле и барический градиент" решена верно	3
Метеорологические величины в задачах указаны с требуемым уровнем точности	2
Приложены промежуточные расчеты к задачам	2
Единицы измерения метеорологических величин в задаче по теме "Градиентный ветер" указаны правильно, исходные данные записаны верно	2
Решение и ответ к задачам представлены без помарок и зачеркивания	2
Построенные схемы подписаны правильно	1
Единицы измерения метеорологических величин в задаче по теме "Силы, действующие при горизонтальном движении воздуха" или "Барическое поле и барический градиент" указаны правильно, исходные данные записаны верно	1

## Тема 2. Атмосферное электричество



Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
За каждый верный ответ на один из 23 тестовых вопросов – 1 балл. Всего максимально 23 балла за ответы на все тестовые вопросы.	23
При защите вопросов, требующих развернутого ответа за каждый верный ответ на уточняющий вопрос – 1 балл. Максимально 10 баллов в случае верных ответов на все уточняющие вопросы	10
Письменный ответ на первый вопрос, требующий развернутого ответа	4
Письменный ответ на второй вопрос, требующий развернутого ответа	3

## **Тема 2. Атмосферное электричество**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Искомые величины в задаче по теме «Оптика атмосферы» рассчитаны верно, ответ на вопросы в задаче верно отражает происходящие в атмосфере процессы и явления	7
Искомые величины в задаче по теме «Атмосферное электричество» рассчитаны верно, ответ на вопросы в задаче верно отражает происходящие в атмосфере процессы и явления	7
При решении задачи верно и с требуемым уровнем точности записаны исходные данные и ответ к задачам, верно указаны единицы измерения метеорологических величин	4
При решении задачи приведены промежуточные расчеты	2