

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра метеорологии и охраны атмосферы**

Авторы-составители: **Ветров Андрей Леонидович**  
**Толмачева Наталья Игоревна**  
**Шкляев Владимир Александрович**  
**Поморцева Анна Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**УЧЕНИЕ ОБ АТМОСФЕРЕ**

Код УМК 80843

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Учение об атмосфере

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

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

Направление: **21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование  
направленность Дистанционное зондирование

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

В результате освоения дисциплины **Учение об атмосфере** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**21.03.03** Геодезия и дистанционное зондирование (направленность : Дистанционное зондирование)

**ОПКВ.2** владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (направленность: Дистанционное зондирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	0
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

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

### **Учение об атмосфере**

Формирование знаний о физических и химических процессах происходящих в атмосфере земли в их взаимосвязи с другими элементами географической оболочки и космическим пространством.

### **Характеристики состояния атмосферы. Атмосферное давление**

Состав атмосферы. Уравнение состояния газа. Парциальное давление. Водяной пар в атмосфере. Виртуальная температура.

Атмосферное давление. Ускорение свободного падения. Уравнение статики. Барометрическая формула. Поле давления. Сила барического градиента.

### **Термодинамика атмосферы**

Температура воздуха и ее распределение в атмосфере. Закон сохранения энергии и уравнение притока тепла. Адиабатический процесс. Устойчивость локального термодинамического равновесия. Неустойчивость и конвекция. Энергия неустойчивости. Аэрологическая диаграмма.

### **Основные метеорологические величины и закономерности их изменений. Вода в атмосфере.**

#### **Облака и осадки**

Влагооборот в атмосфере. Условие равновесия фаз воды. Испарение. Конденсация. Образование облаков. Образование атмосферных осадков. Географическое распределение осадков.

### **Солнечная радиация. Излучение Земли и атмосферы**

Электромагнитное излучение. Радиация и радиационный баланс. Законы излучения. Инсоляция. Отражение, рассеяние и поглощение солнечной радиации в атмосфере. Баланс солнечной радиации. Оптические явления в атмосфере. Излучение земной поверхности. Поглощение длинноволновой радиации. Парниковый эффект. Радиационный баланс.

### **Тепловой режим подстилающей поверхности. Турбулентный теплообмен**

Тепловой баланс земной поверхности. Теплоперенос внутри деятельного слоя. Изменение температуры различных подстилающих поверхностей. Особенности нагревания и охлаждения воздуха.

Турбулентный теплообмен. Суточный ход температуры воздуха. Инверсии.

### **Причины движения воздуха. Общая циркуляция атмосферы. Факторы формирования погоды**

Ветер. Силы, действующие на частицу воздуха. Географический ветер. Термический ветер. Влияние трения на ветер. Масштабы движений в атмосфере. Местный ветер. Системы, связанные с конвекцией. Причины существования общей циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы. Муссоны. Струйные течения. Факторы формирования погоды. Циклоны и антициклоны умеренных широт. Тропические циклоны. Роль планетарных систем в формировании погоды.

### **Понятие о климате. Изменения климата**

Факторы формирования климата. Классификации климата. Микроклимат. Причины изменения климата. Современные изменения климата.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Уравнение состояния газа. Атмосферное давление. Уравнение статики. Барометрическая формула. Температура воздуха и ее распределение в атмосфере. Адиабатический процесс. Неустойчивость и конвекция. Энергия неустойчивости. Влагооборот в атмосфере. Электромагнитное излучение. Радиация и радиационный баланс. Парниковый эффект. Радиационный баланс. Тепловой баланс земной поверхности. Суточный ход температуры воздуха. Инверсии. Ветер. Силы, действующие на частицу воздуха. Масштабы движений в атмосфере. Местный ветер. Причины существования общей циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы. Факторы формирования погоды. Циклоны и антициклоны

умеренных широт. Тропические циклоны. Роль планетарных систем в формировании погоды. Факторы формирования климата. Классификации климата. Микроклимат. Причины изменения климата.

## **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 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Байтелова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 125 с. — ISBN 978-5-7410-1501-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69963.html>  
<http://www.iprbookshop.ru/69963.html>

### Дополнительная:

1. Ермакова Л. Н., Толмачева Н. И. Метеорология и климатология: учеб. пособие / Л. Н. Ермакова, Н. И. Толмачева. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0857-X.-332.-Библиогр.: с. 330-331

2. Закинян, Р. Г. Динамическая метеорология. Общая циркуляция атмосферы : учебное пособие / Р. Г. Закинян, А. Р. Закинян. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 159 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/63082.html>



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

[http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=192&Itemid=75](http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=75) Учебные материалы

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

Образовательный процесс по дисциплине **Учение об атмосфере** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
- Офисный пакет приложений

Дисциплина не предусматривает использования специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнения 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**

Лекционные занятия и занятия семинарского типа (семинары, практические занятия), текущий контроль, групповые (индивидуальные) консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской и / или компьютерный класс с соответствующим программным обеспечением. Самостоятельная работа - аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный 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  
Учение об атмосфере**

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

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПКВ.2</b> владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук</p>	<p>Обладает знаниями о современной картине мира, знает законы и естественнонаучные методы</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не разбирается в процессах распространения электромагнитных волн, законах излучения. Не может объяснить факторы ослабления, поглощения и отражения различных видов радиации. Не знает основные составляющие радиационного баланса поверхности.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Разбирается в процессах распространения электромагнитных волн, путает законы излучения. Может объяснить лишь некоторые из факторов ослабления, поглощения и отражения различных видов радиации. Знает лишь некоторые составляющие радиационного баланса поверхности.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Разбирается в процессах распространения электромагнитных волн и законах излучения, допускает ошибки при проведении расчетов характеристик излучения. Может объяснить факторы ослабления, поглощения и отражения различных видов радиации. Знает основные составляющие радиационного баланса поверхности.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Разбирается в процессах распространения электромагнитных волн, законах излучения и может использовать их при проведении расчетов. Может объяснить факторы ослабления, поглощения и отражения различных видов радиации. Знает все составляющие радиационного баланса поверхности.</p>
<p><b>ОПКВ.2</b> владеть базовыми</p>	<p>Разбирается в факторах формирования климата. Знает</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не может объяснить, как формируется</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук</p>	<p>основные типы климатов Земного шара, используемые в различных классификациях. Различает понятия микроклимат, мезоклимат, может характеризовать микроклимат различных территорий. Знает основные причины климатических изменений как современного, так и прошлого климата.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> климат. Не знает классификаций климата. Не различает понятия микроклимат, мезоклимат. Не знает причин изменений современного климата.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Может объяснить лишь некоторые факторы формирования климата. Путается в различных классификациях. Различает понятия микроклимат, мезоклимат, но не может характеризовать микроклимат различных территорий. Знает лишь некоторые из причин изменений современного климата.</p> <p><b>Хорошо</b> Разбирается в факторах формирования климата. Знает основные типы климатов Земного шара, используемые в различных классификациях. Различает понятия микроклимат, мезоклимат, но не может характеризовать микроклимат различных территорий. Знает основные причины современных климатических изменений.</p> <p><b>Отлично</b> Разбирается в факторах формирования климата. Знает основные типы климатов Земного шара, используемые в различных классификациях. Различает понятия микроклимат, мезоклимат, может характеризовать микроклимат различных территорий. Знает основные причины климатических изменений как современного, так и прошлого климата.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**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

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Характеристики состояния атмосферы. Атмосферное давление <b>Входное тестирование</b>	Поступление солнечной радиации к Земле Сезонные изменения температуры, давления и влажности
<b>ОПКВ.2</b> владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	Основные метеорологические величины и закономерности их изменений. Вода в атмосфере. Облака и осадки <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение выводить и анализировать диагностические уравнения
<b>ОПКВ.2</b> владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	Солнечная радиация. Излучение Земли и атмосферы <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание законов излучения и умение использовать их для оценки составляющих радиационного баланса

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПКВ.2</b> владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	Причины движения воздуха. Общая циркуляция атмосферы. Факторы формирования погоды <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание законов распространения тепла в почве. Знание составляющих теплового баланса поверхности. Знание причин возникновения ветра, понятий геострофического, термического ветра. Умение анализировать диаграммы распределения сил, действующих на движущуюся частицу воздуха. Знание основных характеристик и элементов общей циркуляции атмосферы.
<b>ОПКВ.2</b> владеть базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов естественных наук	Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание факторов формирования климата и основных типов климата Земного шара. Знание различных параметров и характеристик, определяющих состояние атмосферы.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Характеристики состояния атмосферы. Атмосферное давление**

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>
Поступление солнечной радиации к Земле	3.7
Сезонные изменения температуры и влажности	3
Сезонные изменения давления	2.3

#### **Основные метеорологические величины и закономерности их изменений. Вода в атмосфере. Облака и осадки**

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

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

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

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание методов измерения давления, понятий барического градиента. Умение использовать уравнение статики и барометрические формулы. Знает, как обрабатываются результаты измерений атмосферного давления (3,5 балла, ошибка в определении одной характеристики -1,5балла). Может определить барический градиент, барическую ступень плотность воздуха на заданном уровне (4 балла, ошибка в определении одной характеристики -1,5балла). Может определить поправку для приведения давления к уровню	14.5

моря (4 балла, одна ошибка -1балл). Может рассчитать давление на различных высотах по барометрической формуле (3 балла, одна ошибка -1балл).	
Знание уравнений состояния сухого и влажного воздуха. Умение использовать различные характеристики влажности, переходить от одной характеристики к другой. Может безошибочно применять уравнение состояния для определения плотности, температуры (3 балла, ошибка в определении одной характеристики -1,5балла). Знает различные характеристики влажности и может их рассчитать, используя переходные формулы (3 балла, одна ошибка в определении одной характеристики -1,5балла)	6
Знание процессов образования конвективных явлений (ответ на 3 вопроса теста -4,5 балла)	4.5

### **Солнечная радиация. Излучение Земли и атмосферы**

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

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

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

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Оценка составляющих радиационного баланса. Расчет эффективного излучения 4 балла, ошибка в расчетах -1,5 балла. Расчет составляющих радиационного баланса 4 балла, ошибка в расчетах одной из характеристик -1 балл.	8
Длинноволновое излучение земной поверхности или атмосферы. Расчет длинноволнового излучения земной поверхности 3 балла, ошибка в расчетах -1,5 балла. Расчет встречного излучения 3 балла, ошибка в расчетах -1,5 балла.	6
Анализ законов излучения. Ответ на каждый из 3-х вопросов теста 2 балла	6
Поступление солнечной радиации на земную поверхность. Расчет количества поступившей на поверхность прямой радиации 3 балла, ошибка в определении -1,5 балла. Оценка ослабления прямой радиации 2 балла, ошибка в определении -1 балл.	5

### **Причины движения воздуха. Общая циркуляция атмосферы. Факторы формирования погоды**

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

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

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

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает законы распространения тепла в почве и может использовать их для оценки потоков тепла. Ошибка в использовании расчетных формул -1,5 балла.	7.5
Определение затрат тепла на испарение различными способами. Ошибка в расчетах -1балл. Неправильное использование формул -2балла.	7
Знание причин возникновения ветра. Ответ на каждый из 3-х вопросов теста 1.5 балла.	4.5
Знание понятия геострофического ветра. Оценка скорости градиентного ветра. Ошибка в расчетах -1,5 балла.	3

Знание основных характеристик и элементов общей циркуляции атмосферы. Ответ на каждый из 3-х вопросов теста 1 балл.	3
---	---

### **Итоговое контрольное мероприятие**

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

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

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

Проходной балл: **11**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание факторов формирования климата и основных типов климата Земного шара. Ответ на каждый из 4-х вопросов теста +1,5 балла.	6
Вычисление различных метеорологических характеристик. Ошибка в определении 1-й характеристики -1 балл.	5
Оценка составляющих радиационного и теплового баланса. Ошибка в определении 1-й составляющей -1 балл.	5
Оценка континентальности климата с помощью различных индексов. 1 ошибка -1,5 балла.	5
Знание основных видов метеорологических наблюдений. Ответ на 1 из 4-х вопросов теста +1 балл.	4