

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ
PHYSICS OF THE ATMOSPHERE**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению
подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Авиационная метеорология

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Авиационная метеорология»

Неёлова Л.О. Неёлова Л.О.

Утверждаю
Председатель УМС И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
20 февраля 2018 г., протокол № 7
Зав. кафедрой Дробжева Я.В.

Авторы-разработчики:
Коломеец Л.И.

Санкт-Петербург 2018

Составили:

Коломеец Л.И. – старший преподаватель кафедры метеорологических прогнозов.

©Л.И.Коломеец, 2018.

© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Физика атмосферы" является общепрофессиональная подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, позволяющем им понимать существо явлений и процессов, происходящих в атмосфере, и влиянии на них различных факторов.

Главная задача дисциплины – подготовка обучающихся к изучению профессиональных дисциплин.

Дисциплина изучается на английском языке.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина "Физика атмосферы" для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология профиль подготовки «Авиационная метеорология» относится к дисциплинам базовой части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Геофизика», «Механика жидкости и газа (гидродинамика)».

Дисциплина является базовой для освоения дисциплин:

«Метеорологическое обеспечение народного хозяйства», «Экология», «Динамическая метеорология», «Геоинформационные системы», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Численные методы математического моделирования», «Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений», «Методы зондирования окружающей среды», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология» и др..

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

| Код компетенции | Компетенция |
|-----------------|---|
| ОК-1 | способностью к логическому мышлению, обобщению, анализу, систематизации профессиональных знаний и умений, а также закономерностей исторического, экономического и общественно-политического развития |
| ОК-2 | способностью решать стандартные профессиональные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом требований информационной безопасности |
| ОПК-2 | способностью к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, участию по внедрению результатов исследований и разработок |
| ОПК-3 | способностью анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования |
| ОПК-4 | способностью давать качественную оценку фактов, явлений и процессов, происходящих в природной среде, возможных рисков и ущербов при наступлении неблагоприятных условий |

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Физика атмосферы» обучающийся должен:

Знать:

- строение, состав и общие свойства атмосферы;
- основные характеристики метеорологического режима атмосферы;
- основы термодинамики атмосферы;
- закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере,
- основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы;
- основы физики облаков, туманов и осадков;
- основы динамики атмосферы.

Уметь:

- рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение;
- выполнять наблюдения, производить измерения и обработку основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.);
- анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний, выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств.

Владеть:

- методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений;
- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством;

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Физика атмосферы» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

| Этап (уровень) освоения компетенц ии | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|--|---|--|---|---|
| | | 2 | 3 минимальный | 4 базовый | 5 продвинутый |
| Второй этап (уровень) ОК-1 | Владеть: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников | Не владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников | Слабо владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников | Хорошо владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников | Свободно владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников |
| | Уметь: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию | Не умеет: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию | Затрудняется: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию | Хорошо умеет: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию | Отлично умеет: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию |
| | Знать: - строение, состав и общие свойства атмосферы; | Не знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; | Плохо знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; | Хорошо знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; | Отлично знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; |
| Первый этап (уровень) ОК-2 | Владеть: -навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; | Не владеет: -навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; | Слабо владеет: -навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; | Хорошо владеет: -навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; | Уверенно владеет: -навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; |
| | Уметь: выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств | Не умеет: выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств | Затрудняется: выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств | Хорошо умеет: выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств | Отлично умеет: выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств |
| | Знать: -угрозы безопасности информации и основные методы защиты информации; | Не знает: -угрозы безопасности информации и основные методы защиты информации; | Плохо знает: -угрозы безопасности информации и основные методы защиты информации; | Хорошо знает: -угрозы безопасности информации и основные методы защиты информации; | Отлично знает: -угрозы безопасности информации и основные методы защиты информации; |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|---|--|--|
| Первый этап (уровень) ОПК-2 | Владеть: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Не владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Слабо владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Хорошо владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Уверенно владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; |
| | Уметь: выполнять наблюдения, производить измерения основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.) | Не умеет: выполнять наблюдения, производить измерения основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.) | Затрудняется: выполнять наблюдения, производить измерения основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.) | Хорошо умеет: выполнять наблюдения, производить измерения основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.) | Отлично умеет: выполнять наблюдения, производить измерения основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.) |
| | Знать: - строение, состав и общие свойства атмосферы; - основные характеристики метеорологического режима атмосферы; | Не знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; - основные характеристики метеорологического режима атмосферы; | Плохо знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; - основные характеристики метеорологического режима атмосферы; | Хорошо знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; - основные характеристики метеорологического режима атмосферы; | Отлично знает: - строение, состав и общие свойства атмосферы; - основные характеристики метеорологического режима атмосферы; |
| Первый этап (уровень) ОПК-3 | Владеть: знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством; | Не владеет: знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством; | Слабо владеет: знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством; | Хорошо владеет: знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством; | Уверенно владеет: знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством; |
| | Уметь: - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; | Не умеет: - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; | Затрудняется: - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; | Хорошо умеет: - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; | Отлично умеет: - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; |
| | Знать: - закономерности | Не знает: - закономерности | Плохо знает: - закономерности | Хорошо знает: - закономерности | Отлично знает: - закономерности |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|---|--|---|
| | распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы | распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы | распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы | распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы | распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы |
| Первый этап (уровень) ОПК-4 | Владеть: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Не владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Слабо владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Хорошо владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; | Уверенно владеет: методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; |
| | Уметь: рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение; | Не умеет: рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение; | Затрудняется: рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение; | Хорошо умеет: рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение; | Отлично умеет: рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение; |
| | Знать: - основы термодинамики атмосферы; - основы физики облаков, туманов и осадков; - основы динамики атмосферы; | Не знает: - основы термодинамики атмосферы; - основы физики облаков, туманов и осадков; - основы динамики атмосферы; | Плохо знает: - основы термодинамики атмосферы; - основы физики облаков, туманов и осадков; - основы динамики атмосферы; | Хорошо знает: - основы термодинамики атмосферы; - основы физики облаков, туманов и осадков; - основы динамики атмосферы; | Отлично знает: - основы термодинамики атмосферы; - основы физики облаков, туманов и осадков; - основы динамики атмосферы; |

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

| Объём дисциплины | Всего часов | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| | Очная форма обучения | |
| | 2015, 2016 гг. набора | 2017, 2018 гг. набора |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 288 часов | |
| Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 198 | 210 |
| в том числе: | | |
| лекции | 66 | 66 |
| практические занятия | 66 | 78 |
| лабораторные занятия | 66 | 66 |
| Самостоятельная работа (СРС) – всего: | 90 | 78 |
| в том числе: | | |
| курсовая работа | + | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | зачет/экзамен | |

4.1. Разделы дисциплины

Очное обучение
2015, 2016 гг. набора

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | | | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|--|---------|--|-------------------|----------------|---|--|---|
| | | | Лекции | Лаборат. Практич. | Самост. работа | | | |
| 1 | Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины. Structure, composition, properties of the atmosphere. Meteorological values. | 2 | 6 | 12 | 4 | Вопросы на лекции. | 2 | ОК-1 |
| 2 | Статика атмосферы. Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики Statics of the atmosphere Atmospheric models, barometric formula. Conclusions from the static | 2 | 12 | 24 | 6 | Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям | 3 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |

| | | | | | | | | |
|----|---|---|----|----|----|---|---|---|
| | equation. | | | | | | | |
| 3. | Основы Термодинамики атмосферы Atmosphere Thermodynamics | 2 | 12 | 24 | 8 | Вопросы на лекции, семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям | 5 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 4. | Лучистая энергия в атмосфере The radiant energy in the atmosphere. | 3 | 8 | 16 | 12 | Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям | 5 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 5. | Радиационный баланс системы Земля – атмосфера. Radiation balance of the active layer of the earth and atmosphere. | 3 | 4 | 8 | 10 | Вопросы на лекции, опрос перед контрольной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 2 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 6 | Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы Thermal regime of of the active layer of the Earth and the atmosphere. | 3 | 8 | 16 | 7 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 1 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 7 | Фазовые переходы воды в атмосфере Water phase state in the atmosphere | 3 | 6 | 12 | 4 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 4 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 8. | Физические условия образования туманов, облаков и осадков Physical conditions of fog, clouds and precipitation formation | | 8 | 16 | 8 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 4 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 9. | Основы динамики атмосферы | 3 | 2 | 4 | 4 | Вопросы на лекции, опрос | 1 | ОК-1; ОК-2; |

| | | | | | | | | |
|---|----------------------|--|-----------|------------|-----------|---|-----------|---------------------------|
| | Atmospheric dynamics | | | | | перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | | ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| | ИТОГО | | 66 | 132 | 63 | | 66 | |
| С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена (27 часов) | | | | | | 288 часов | | |

2017, 2018 гг. набора

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | | | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|--|---------|--|----------------------|-------------------|--|--|---|
| | | | Лекции | Лабора- Прак-тич. | Самост. работа | | | |
| 1 | Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины. Structure, composition, properties of the atmosphere. Meteorological values. | 2 | 6 | 12 | 4 | Вопросы на лекции. | 2 | ОК-1 |
| 2 | Статика атмосферы. Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики Statics of the atmosphere Atmospheric models, barometric formula. Conclusions from the static equation. | 2 | 12 | 24 | 6 | Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальны м заданиям | 3 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 3. | Основы Термодинамики атмосферы Atmosphere Thermodynamics | 2 | 12 | 24+6 | 6 | Вопросы на лекции, семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальны м заданиям | 5 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 4. | Лучистая энергия в атмосфере The radiant energy in the atmosphere. | 3 | 8 | 16 | 8 | Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет | 5 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------|------------|-----------|--|-----------|---|
| | | | | | | по индивидуальным заданиям | | |
| 5. | Радиационный баланс системы Земля – атмосфера. Radiation balance of the active layer of the earth and atmosphere. | 3 | 4 | 8 | 6 | Вопросы на лекции, опрос перед контрольной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 2 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 6 | Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы Thermal regime of of the active layer of the Earth and the atmosphere. | 3 | 8 | 16+6 | 5 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 1 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 7 | Фазовые переходы воды в атмосфере Water phase state in the atmosphere | 3 | 6 | 12 | 4 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 4 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 8. | Физические условия образования туманов, облаков и осадков Physical conditions of fog, clouds and precipitation formation | | 8 | 16 | 8 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 4 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 9. | Основы динамики атмосферы Atmospheric dynamics | 3 | 2 | 4 | 4 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 1 | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| | ИТОГО | | 66 | 144 | 51 | | 66 | |
| С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена (27 часов) | | | | | | 288 часов | | |

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Строение, состав, свойства атмосферы

Предмет и метод метеорологии, ее место среди других наук и связь между ними.

История атмосферы. Основные метеорологические величины и атмосферные явления. Состав атмосферы. Состав атмосферного воздуха. Постоянные и переменные составные части атмосферного воздуха. Изменение состава воздуха с высотой.

Вертикальное строение атмосферы. Краткая характеристика тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы. Гомо- и гетеросфера. Озоносфера. Ионосфера. Понятие пограничного и приземного слоя атмосферы. Понятие о воздушных массах и фронтах.

Уравнение состояния сухого и влажного воздуха. Виртуальная температура. Характеристики влажного воздуха и связь между ними.

4.2.1 Atmosphere's structure, composition, characteristics

Meteorology subject and method, links between meteorology and other sciences. Atmosphere's history. The main atmosphere parameters and phenomena. Atmosphere composition. Air composition. Constant and variable air components. Air composition change with altitude.

Vertical structure of the atmosphere. Troposphere, stratosphere, mesosphere, thermosphere, exosphere. Homo- and heterosphere. Ozonosphere. Ionosphere. Border and boundary layer. Air masses and fronts.

Dry and moist air state equation. Virtual temperature. The moist air characteristics.

4.2.2 Статика атмосферы

Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики, его следствие. Понятие локальной и полной производной метеорологических величин. Понятие градиента метеорологической величины. Барический градиент и барическая ступень. Барометрические формулы для однородной, изотермической, политропной и реальной моделей атмосферы. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера.

4.2.2 Statics of the atmosphere.

Forces, acting in the atmosphere in the state of equilibrium. The equation of statics, its consequence. The concept of local and total derivative of meteorological values. Baric gradient and baric level. Barometric formula for homogeneous, isothermal, polytrophic and real atmosphere model. Barometric- formula practical use. Air density changes with altitude. Standard atmosphere.

4.2.3 Основы термодинамики атмосферы

Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы. Сухадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства. Первое начало термодинамики при влажнодиабатическом процессе. Влажнодиабатический градиент, его зависимость от температуры и давления. Псевдодиабатические процессы. Эквивалентно-потенциальная и псевдопотенциальная температура, их свойства. Понятие о неадиабатических процессах.

Изменение параметров воздушной частицы при ее вертикальных перемещениях. Кривая состояния. Уровень конденсации. Уровень конвекции. Энергия неустойчивости. Аэрологическая диаграмма. Принципы построения термодинамических графиков, их использование.

Стратификация атмосферы. Критерии оценки вертикальной термической устойчивости атмосферы. Метод частицы.

4.2.3 Thermodynamics of the atmosphere

The first principle of thermodynamics applied to the atmosphere. Adiabatic processes. Dry adiabatic gradient. Potential temperature and its properties. The first principle of thermodynamics during wet adiabatic process. The pseudo adiabatic processes. Equivalent-potential and pseudopotential temperature properties. The concept of the non-adiabatic processes.

Particle's vertical motion changes. The state curve. Condensation level. Convection level. Energy Instability. Aerological diagram. The thermodynamic graphics and their usage.

Atmosphere stratification. Criteria of the atmosphere's vertical thermal stability. Particle's method.

4.2.4 Лучистая энергия в атмосфере

Определение понятий и величин, характеризующих электромагнитное излучение. Понятия потока, интенсивности и инсоляции. Распределение энергии по спектру и интегральный поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная.

Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Закон ослабления монохроматического и интегрального потоков радиации. Функции пропускания и поглощения. Спектральные и интегральные характеристики прозрачности атмосферы. Фактор мутности. Спектральный состав солнечной радиации у земной поверхности. Особенности радиационных процессов в загрязненной атмосфере. Распространение прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации. Факторы, влияющие на них. Отражение и поглощение солнечной радиации земной поверхностью. Коэффициенты отражения (альbedo) и поглощения. Альbedo различных естественных поверхностей, облаков и Земли как планеты. Суточный ход альbedo.

Длинноволновое излучение. Излучение земной поверхности и атмосферы. Распределение энергии по спектру. Радиационные свойства естественных поверхностей. Поглощение земного излучения в атмосфере. Уходящее и встречное излучение атмосферы. Эффективное излучение, факторы влияющие на него.

4.2.4 Radiant energy in the atmosphere.

Electromagnetic radiation. Flux, intensity and insolation. The energy distribution in the spectrum and the integrated flux of solar radiation at the top of the atmosphere. The solar constant.

Absorption and scattering of the solar radiation in the atmosphere. Law of integral and monochromatic radiation fluxes. Transmission and absorption functions. Spectral and integral characteristics of the atmosphere. Turbidity factor. The spectral composition of solar radiation at the earth's surface. Features of radiative processes in the polluted atmosphere. Direct, dissipated and total solar radiation distribution. Their determining factors. Reflection and absorption of solar radiation by the Earth surface. Reflection (albedo) and absorption coefficients. Albedo of different natural surfaces, clouds and Earth as a planet.

Long-wave radiation. Earth's surface and atmosphere's radiation. Energy distribution along the spectrum. Radiation properties of natural surfaces. Absorption of radiation in the earth's atmosphere. Leaving and counter-radiation of the atmosphere. Efficient emission factors affecting it.

4.2.5 Радиационный баланс системы Земля - атмосферы

Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы. Радиационный баланс Земли как планеты. Факторы, определяющие радиационный баланс, его суточный и годовой ход. Широтное распределение радиационного баланса поверхности Земли, атмосферы и системы Земля - атмосфера.

Уравнение теплового баланса земной поверхности. Факторы, влияющие на уравнение теплового баланса.

4.2.5 Radiation balance of Earth-atmosphere system

Radiation balance of earth surface. Atmosphere radiation balance. Radiation balance of Earth as a planet. Factors, determining radiation balance, its daily and annual course. Latitudinal distribution of the Radiation balance of earth surface, Atmosphere and Earth-atmosphere system.

The equation of the heat balance of the earth's surface. Factors affecting the heat balance equation.

4.2.6 Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы

Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Температура земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы. Поток тепла в почве. Особенности распространения тепла в водоемах.

Атмосфера – турбулентная среда. Динамические факторы возникновения атмосферной турбулентности. Основные характеристики турбулентности.

Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы. Изменение скорости ветра с высотой. Суточный ход ветра.

Потоки тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Методы его определения. Методы расчета турбулентного потока тепла. Суточный и годовой ход температуры.

Изменение температуры воздуха с высотой. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Инверсии температуры. Высота и температура тропопаузы.

4.2.6 The thermal regime active layer of the atmosphere and Earth

The thermophysical characteristics of the soil, water and air. Basic laws of heat distribution in the soil. Earth surface temperature. Vertical distribution of soil temperature. Heat flux in the soil. Distribution features of the heat in the lakes and oceans.

Atmosphere - a turbulent medium. Dynamic factors of atmospheric turbulence. The main characteristics of turbulence. Surface and boundary layer of the atmosphere. Wind speed changes with height. The diurnal wind variations.

Heat fluxes in the atmosphere. The heat flux equation in the atmosphere. The heat flux equation in the turbulent atmosphere. Turbulent exchange and turbulence coefficient. Methods of its determining. Methods of turbulent heat flux calculating. Diurnal and annual temperature variations

Air temperature changes with height. Periodic and non-periodic temperature changes in the troposphere. Temperature Inversions. Tropopause height and temperature

4.2.7 Фазовые переходы воды в атмосфере

Условия фазовых переходов вода в атмосфере. Диаграмма фазовых состояний воды в атмосфере. Испарение с земной поверхности и с поверхностями больших и малых водоемов. Равновесная относительная влажность. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере.

Конденсация. Работа образования зародышевых капель. Роль ядер конденсации. Образование зародышевых капель. Факторы, влияющие на их рост. Переохлаждение капель. Образование ледяных кристаллов в атмосфере.

4.2.7 Phase water transitions in the atmosphere

Phase water conditions in the atmosphere. The diagram of the water phase states in the atmosphere. Evaporation from the surface and from the surface of large and small water bodies. Equilibrium relative humidity. The equation of water vapor transport in a turbulent atmosphere.

Condensation. Droplets formation. Condensation nuclei Growth factors. Super-cooled water droplets. Ice crystal formation.

4.2.8 Физические условия образования туманов, облаков и осадков

Туманы. Физико-метеорологические условия образования туманов. Их классификация. Основные характеристики туманов. Модели образования и строения туманов. Прогноз радиационных туманов.

Облака. Физико-метеорологические условия образования облаков. Роль вертикальных движений различного масштаба, турбулентного перемешивания и радиационного выхолаживания в образовании облаков. Международная морфологическая классификация облаков. Генетическая классификация облаков. Физические характеристики облаков: водность, размер капель; капельные, кристаллические и смешанные облака; нижняя и верхняя границы облаков, их изменчивость во времени и пространстве.

Осадки. Классификация осадков. Процессы укрупнения капель и кристаллов в облаках. Скорость роста и испарения капель. Коэффициент соударения (захвата). Роль твердой фазы в образовании осадков. Осадки из капельных, кристаллических и смешанных облаков. Особенности образования града. Наземная конденсация и осадки.

Понятие о физическом механизме воздействия на облака, туманы, осадки. Представление о способах активного воздействия и их эффективности.

4.2.8 The physical conditions of fog, cloud and precipitation formation Fogs.

Conditions of fogs formation. Fogs classification. The main characteristics of the fogs. Formation and structure models of the fogs. Radiation fogs forecast.

Clouds. Conditions of clouds formation. The role of the vertical movements of different scale, turbulent mixing and radiative cooling in cloud formation. International almorphological cloud classification. Genetic clouds classification. The physical characteristics of clouds: water content, droplet size; drip, crystal and mixed clouds; lower and upper limits of clouds, their variability over time and space.

Precipitation. Classification of precipitation. Осадки. Growth processes of droplets and crystals in the clouds. Droplets growth speed and evaporation. Collision rate (capture). The role of the solid phase in the formation of precipitation. Precipitation of the drip, crystal and mixed clouds. Nail formation features. Surface condensation and precipitation.

The concept of the physical mechanism of influence on clouds, fog, precipitation. Introduction of active influence methods and its effectiveness.

4.2.9 Основы динамики атмосферы

Силы, действующие в атмосфере. Уравнение движения атмосферы. Установившееся движение воздуха без учета сил трения. Градиентный ветер. Геострофического ветер. Изменение геострофического ветра с высотой. Спираль Экмана. Градиентный ветер в циклоне и антициклоне с учетом и без учета силы трения.

Basics of atmospheric dynamics

The forces acting in the atmosphere. The equation of atmospheric motion. The steady movement of air without considering friction forces. The gradient wind. Geostrophic wind. Geostrophic wind changes with height. Ekman spiral. Gradient wind in a cyclone and an anticyclone with and without friction forces.

4. 3 Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

2015, 2016 гг. набора

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Форма проведения | Формируемые компетенции |
|-------|----------------------|---|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | Расчет метеорологических величин и плотности воздуха Calculation of meteorological quantities and air density | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 2 | 1 | Методы стандартных метеорологических наблюдений. Method of standard meteorological observations | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 3 | 2 | Барометрические формулы для различных моделей атмосферы. Barometric formula for different atmosphere models. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; |
| 4 | 3 | Первое начало термодинамики для атмосферы. Сухоадиабатический градиент. The first law of thermodynamics for the atmosphere. Dryadiabatic gradient.. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| | | Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы. Aerological diagram. Tasks solved by using the aerological diagrams. | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 5 | 3 | Первое начало термодинамики для воздуха насыщенного водяным паром. Влажноадиабатический градиент. The first law of thermodynamics for the steam-saturated air. Moist-adiabatic gradient. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 6 | 3 | Уровень конденсации. Ускорение конвекции. Уровень конвекции. Condensation level. Acceleration of convection. Convection level | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 7 | 3 | Термодинамические температуры Thermodynamic temperature | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 8 | 3 | Изменение характеристик влажности и термодинамических температур в адиабатически поднимающемся воздухе. Humidity and temperature characteristics changes in the thermodynamic adiabatically rising air | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 9 | 3 | Оценка стратификации атмосферы. Факторы, влияющие на устойчивость атмосферы. Энергия неустойчивости Evaluation of atmospheric stratification. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |

| | | | | |
|----|---|---|--------------------------------|------------------------------------|
| | | Factors affecting of the atmosphere stability. Instability energy | | |
| 10 | 4 | Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Соляной климат. Solar radiation at the top of the atmosphere. The solar constant. Solar climate. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 11 | 4 | Ослабление интегрального и спектрального потока солнечной радиации. Характеристики прозрачности атмосферы The weakening of the integral and spectral solar irradiance. Characteristics of atmospheric transparency. | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 12 | 4 | Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптические явления, связанные с рассеянием светового потока The scattering of solar radiation in the atmosphere. The optical phenomena associated with the scattering of the light flux. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 13 | 4 | Расчет энергетической светимости земной поверхности. Излучение атмосферы The calculation of ground irradiance. Atmospheric radiation | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 14 | 4 | Спектр излучения Земли и атмосферы Earth and atmosphere's spectrum radiation | Семинар и практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 15 | 5 | Радиационный баланс деятельного слоя Земли, атмосферы и системы Земля-атмосфера Earth, atmosphere and the Earth-atmosphere system active layer radiation balance | Лабораторная работа и Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 15 | 5 | Тепловой баланс деятельного слоя Земли Earth active layer heat balance | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 16 | 6 | Теоретические законы распространений колебаний температуры в почве Theoretical laws distributions of the soil temperature fluctuations | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 17 | 6 | Поток тепла в почве. Soil heat flux | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 18 | 6 | Вертикальное изменение температуры почвы и водоемов Soilandoccean's vertical temperature changes. | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |

| | | | | |
|----|---|---|--------------------------------|------------------------------------|
| 19 | 6 | Факторы турбулентности. Расчет коэффициента турбулентности. Factors of the turbulence. Turbulence coefficient calculation | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 20 | 6 | Турбулентное перемешивание в приземном слое атмосферы Turbulent mixing in the surface layer of the atmosphere | Семинар и практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 21 | 6 | Изменение температуры воздуха во времени и пространстве Air temperature changes during the time period and space. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 22 | 7 | Факторы, влияющие на фазовые переходы воды в атмосфере Factors affecting the phase transitions of water in the atmosphere | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 23 | 7 | Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши The calculation of the rate of evaporation from the surface of bodies of water and land | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 24 | 7 | Рост зародышевых капель в атмосфере. The growth of droplets in the atmosphere. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 25 | 8 | Условия образования тумана. Микрофизические характеристики тумана. Видимость в тумане. Fog formation conditions. Fog microphysical characteristics. Visibility in the fog. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 26 | 8 | Условия образования облачности. Микрофизические характеристики облаков Cloud formation conditions. Cloud microphysical characteristics | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 27 | 8 | Рост капель и ледяных частиц в облаках и туманах. Осадки. Droplets and ice particles growth in clouds and fogs. Precipitation | Лабораторные работы | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 28 | 9 | Силы, действующие в атмосфере The forces acting in the atmosphere | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 29 | 9 | Расчет скорости геострофического ветра Geostrophic wind speed calculation | Лабораторные работы | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 30 | 9 | Движение в циклоне и антициклоне Cyclonic and anticyclonic movement | Семинар и лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |

2017, 2018 г. набора

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ | Форма проведения | Формируемые компетенции |
|-------|----------------------|--|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | Расчет метеорологических величин и плотности воздуха Calculation of meteorological quantities and air density | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 2 | 1 | Методы стандартных метеорологических наблюдений. Method of standard meteorological observations | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 3 | 2 | Барометрические формулы для различных моделей атмосферы. Barometric formula for different atmosphere models. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; |
| 4 | 3 | Первое начало термодинамики для атмосферы. Сухоадиабатический градиент. The first law of thermodynamics for the atmosphere. Dryadiabatic gradient.. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| | | Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы. Aerological diagram. Tasks solved by using the aerological diagrams. | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 5 | 3 | Первое начало термодинамики для воздуха насыщенного водяным паром. Влажноадиабатический градиент. The first law of thermodynamics for the steam-saturated air. Moist-adiabatic gradient. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 6 | 3 | Уровень конденсации. Ускорение конвекции. Уровень конвекции. Condensation level. Acceleration of convection. Convection level | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 7 | 3 | Термодинамические температуры Thermodynamic temperature | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 8 | 3 | Изменение характеристик влажности и термодинамических температур в адиабатически поднимающемся воздухе. Humidity and temperature characteristics changes in the thermodynamic adiabatically rising air | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 9 | 3 | Оценка стратификации атмосферы. Факторы, влияющие на устойчивость атмосферы. Энергия неустойчивости Evaluation of atmospheric stratification. Factors affecting of the atmosphere stability. Instability energy | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |

| | | | | |
|----|---|---|--------------------------------|------------------------------------|
| 10 | 4 | Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Солярный климат. Solar radiation at the top of the atmosphere. The solar constant. Solar climate. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 11 | 4 | Ослабление интегрального и спектрального потока солнечной радиации. Характеристики прозрачности атмосферы The weakening of the integral and spectral solar irradiance. Characteristics of atmospheric transparency. | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 12 | 4 | Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптические явления, связанные с рассеянием светового потока The scattering of solar radiation in the atmosphere. The optical phenomena associated with the scattering of the light flux. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 13 | 4 | Расчет энергетической светимости земной поверхности. Излучение атмосферы The calculation of ground irradiance. Atmospheric radiation | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 14 | 4 | Спектр излучения Земли и атмосферы Earth and atmosphere's spectrum radiation | Семинар и практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 15 | 5 | Радиационный баланс деятельного слоя Земли, атмосферы и системы Земля-атмосфера Earth, atmosphere and the Earth-atmosphere system active layer radiation balance | Лабораторная работа и Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 15 | 5 | Тепловой баланс деятельного слоя Земли Earth active layer heat balance | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 16 | 6 | Теоретические законы распространений колебаний температуры в почве Theoretical laws distributions of the soil temperature fluctuations | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 17 | 6 | Поток тепла в почве. Soil heat flux | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 18 | 6 | Вертикальное изменение температуры почвы и водоемов Soilandocean's vertical temperature changes. | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 19 | 6 | Факторы турбулентности. Расчет коэффициента турбулентности. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; |

| | | | | |
|----|-----|---|--|------------------------------------|
| | | Factors of the turbulence. Turbulence coefficient calculation | | ОПК-3; ОПК-4 |
| 20 | 6 | Турбулентное перемешивание в приземном слое атмосферы Turbulent mixing in the surface layer of the atmosphere | Семинар и практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 21 | 6 | Изменение температуры воздуха во времени и пространстве Air temperature changes during the time period and space. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 22 | 7 | Факторы, влияющие на фазовые переходы воды в атмосфере Factors affecting the phase transitions of water in the atmosphere | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 23 | 7 | Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши The calculation of the rate of evaporation from the surface of bodies of water and land | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 24 | 7 | Рост зародышевых капель в атмосфере. The growth of droplets in the atmosphere. | Лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 25 | 8 | Условия образования тумана. Микрофизические характеристики тумана. Видимость в тумане. Fog formation conditions. Fog microphysical characteristics. Visibility in the fog. | Семинар | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 26 | 8 | Условия образования облачности. Микрофизические характеристики облаков Cloud formation conditions. Cloud microphysical characteristics | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 27 | 8 | Рост капель и ледяных частиц в облаках и туманах. Осадки. Droplets and ice particles growth in clouds and fogs. Precipitation | Лабораторные работы | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 28 | 9 | Силы, действующие в атмосфере The forces acting in the atmosphere | Практические занятия | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 29 | 9 | Расчет скорости геострофического ветра Geostrophic wind speed calculation | Лабораторные работы | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 30 | 9 | Движение в циклоне и антициклоне Cyclonic and anticyclonic movement | Семинар и лабораторная работа | ОК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4 |
| 31 | 4-8 | Проведение измерений метеорологических параметров | Дежурство на метеорологической станции | ОК-1, ОК-2 ПК-2 ОПК-2 |

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

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

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

5.1.3 Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждого индивидуального задания.

5.1.4 Прием и проверка отчета по каждому индивидуальному заданию.

5.1.5 Контрольные работы по каждому разделу дисциплины. Обсуждение результатов.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Вопросы на лекции:

1. How can we calculate the weight of oxygen in the atmosphere, using meteorological observations?
2. Why is greater a dry air density than the density of moist one at the same atmospheric pressure?
3. Why the pilots need to know atmosphere pressure at the aeroport?
4. How does atmosphere stratification affect the impurities distribution?
5. With the help of what kind of the thermodynamic temperature can be estimated the change of the total energy in the ambient air?
6. How affects cloudiness the solar radiation?
7. What does enter the equation of the radiation balance in the active layer?
8. When radiation balance in the active layer can be negative?
9. How differ diurnal surface temperature feature and air temperature one?
10. Enumerate humidity characteristics?
11. What does cloud forms give precipitation?
12. What does demonstrate equilibrium relative humidity?
13. What is solar constant?
14. What is turbulence?

Образцы вопросов для тестирования студентов.

1. In which air mass is greater barometric stage ?
 - a. arctic
 - b. temperate latitudes
 - c. tropical
2. How does the density of the air change in the isothermal atmosphere?
 - a. linearly
 - b. exponentially
 - c. doesn't change with height
3. What characteristics of the gas are related to equation Poisson ?
 - a) volume and pressure;
 - б) volume and temperature;
 - в) temperature and pressure;

- г) pressure and density.
4. Specify the relationship between the adiabatic temperature changes with saturated steam and air with unsaturated steam at the same descent.
- first is heated stronger than second one;
 - first is heated smaller than second one;
 - first is cooled stronger than second one;
 - first is cooled smaller than second one.

Вопросы к коллоквиуму перед выполнением индивидуального задания по теме “ основы термодинамики атмосферы”

- Humidity characteristics - definition and formula. The state equation for dry and moist air.
- The equation of atmosphere statics, methods of its solution, the barometric formula.
Howtouse them
- First law of thermodynamics for dry or wet, but not saturated air. Formula, designation, physical sense.
- Solution of the first law of thermodynamics for the adiabatic dry air moving particles.
Conclusions from the solution.
- Air temperature dry adiabatic vertical gradient, decreasing air temperature
- Potential temperature. Potential temperature changes
- First law of thermodynamics for moist air saturated with water vapor. The formula, designation, Physical sense.
- Moist-adiabatic vertical air temperature gradient of the particle, its dependence on the atmospheric pressure and air temperature. Compare moist-adiabatic and dry adiabatic vertical gradient of air particles. Explain the difference.
- Explain the physical meaning of the concepts of "stable", "neutral", "unstable" atmosphere.
- Atmosphere stratification. Main criteria for stratification.
- Condensation level, temperature equalization level.
- Atmosphere instability
- Aerological diagram construction
- Stratification curve, State curve.

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

- Thermodynamic processes in the atmosphere.
- Transformation of solar radiation in the atmosphere and at the Earth's surface.
- Molecular scattering of solar radiation. The optical phenomena associated with the scattering of light in the atmosphere.
- The physics of the absorption of electromagnetic radiation in the atmosphere.
- The attenuation of solar radiation in the atmosphere.
- The distribution of the radiation balance at the earth's surface.
- Precipitation of water, ice and mixed clouds.
- Formation conditions of hail, snow pellets, snow grains.
- Evaporation and factors determining it.
- Calculating methods for evaporation from different surfaces.
- Water cycle in the atmosphere
- The physical processes of formation and classification of fogs.
- The physical processes of formation and classification of clouds.

- 14 Factors affecting the value of the saturated vapor pressure above the surface.
- 15 Water vapor and air humidity characteristics.
- 16 Humidity features of a regimen of the atmosphere at high latitudes
- 17 Water droplet's formation and its evolution in the atmosphere.

Тема курсовой работы согласовывается с преподавателем. При этом студент получает от преподавателя указания по выполнению работы.

Приведенные темы являются обзорными, при выполнении которых студент должен достаточно полно раскрыть тему,, пользуясь литературой, лекциями и сведениями, почерпнутыми из Интернета (рекомендуется использовать поисковые системы, вводя в строку поиска название исследуемой темы). Обязательны ссылки на литературные источники. Описание должно быть составлено своими словами, с избеганием прямого «скачивания», что сразу же будет замечено при проверке. В конце работы должно быть приведено *собственное обзорное суждение студента* об изучаемом им вопросе, связанными с физикой атмосферой. Изложить где практически могут быть использованы рассматриваемые закономерности физики атмосферы.

В конце работы обязательно приводится список используемой литературы.

Если работа выполнена достаточно полно, тема подробно раскрыта, и в конце приведено собственное аргументированное суждение студента о достоинствах и недостатках методов измерения, такая работа оценивается на **ОТЛИЧНО**.

Если работа выполнена достаточно полно, тема раскрыта, но заключение студента отсутствует, такая работа оценивается на **ХОРОШО**.

Если работа выполнена самостоятельно, но недостаточно полно, тема раскрыта не полностью, заключение студента отсутствует, такая работа оценивается на **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**.

Примечание. При обнаружении дословного сходства сданных работ (или дословного сходства с одной из работ, сданных в предыдущие годы), такие работы не зачитываются и возвращаются для полной переделки.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник и презентации лекций, опубликованные в Интернете.

В третьем учебном семестре студенты выполняют курсовую работу, пользуясь списком примерных тем курсовых работ. Курсовая работа может быть выполнена на другую тему по согласованию с преподавателем. Выполнение работы проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ.

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

Контроль по результатам 2-го учебного семестра – зачет. Промежуточный контроль по результатам 3-го учебного семестра – экзамен.

Зачет проходит в устной форме на английском языке. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два, случайным образом выбранных вопроса.

Экзамен проходит в устной форме на английском языке. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета. Полный комплект экзаменационных билетов охватывает все разделы дисциплины.

Вопросы к зачету

1. Atmosphere structure and composition
2. Ozonosphere. Its role in atmosphere physical processes
3. Main characteristics of the state of the atmosphere
4. Meteorological variables fields. Meteorological variables fields. Vertical and horizontal fields.
5. Dry air equation state
6. Moist air equation, virtual temperature.
7. Air humidity characteristics.
8. Equation of atmospheric statics. The vertical pressure gradient
9. Barometric step - physical meaning, depending on meteorological variables
10. Barometric formula for different atmospheric models (homogeneous, isothermal, polytropic, real)
11. Vertical air gradient for homogeneous atmosphere.
12. Barometric formula practical using
13. Procedure for standard meteorological observations
14. First law of thermodynamics for dry air (equation, physics)
15. The first law of thermodynamics for dry air
16. Dry adiabatic temperature gradient
17. Potential temperature
18. Potential temperature calculation methods
19. Main characteristics of potential temperature
20. Aerological diagram. Base of construction.
21. Stratification curve and state curve
22. Convection. Convection speed-up.
23. Condensation level. Temperature equilibrium level.
24. Moist adiabatic temperature gradient
25. First law of thermodynamics for saturated air (equation, physics)
26. Thermodynamic temperatures
27. Atmosphere stratification.
28. Instability energy.

Перечень вопросов к экзамену

1. Main characteristics of the state of the atmosphere.
2. Meteorological variables fields.
3. Meteorological variables gradients. Vertical and horizontal gradients.
4. Dry air state equation.
5. Moist air state equation. Virtual temperature
6. Air humidity characteristics
7. Atmosphere static equation. Vertical baric gradient, variables affecting it.
8. Baric step. Physical sense.
9. Barometric formula for different atmosphere models (homogeneous, isothermal, polytropic, real)
10. Homogeneous atmosphere vertical gradient.
11. Practical using of barometrical formula
12. Standard atmosphere observation. .
13. The first law of thermodynamics for dry air Poisson equation.
14. Dry adiabatic vertical atmosphere gradient.
15. Convection speed-up.
16. Potential temperature.

17. Potential temperature characteristics.
18. Condensation level.
19. Hydrometric characteristics changes in adiabatic rising air non-saturated with water vapor.
20. Atmosphere stability in case of adiabatic processes
21. Moist adiabatic processes. First law of thermodynamics for air saturated with water vapor.
22. Moist adiabatic vertical temperature gradient
23. Hydrometric characteristics changes in vertical rising saturated air with water vapor
24. Atmospheric stability.
25. Thermodynamically temperatures
26. Aerological diagram.
27. Sun, sunactivity
28. Blackbody radiation laws
29. Sun and Earth radiation. Solar constant
30. Radiant energy absorption in the atmosphere.
31. Molecular scattering of solar radiation
32. Aerosol scattering of solar radiation
33. Law of solar radiation easing solar radiation
34. Atmospheric transmission characteristics
35. Direct, dispersed and total solar radiation.
36. Reflected solar radiation. Albedo
37. Theoretical, potential and actual daily amounts of solar radiation fluxes.
38. Earth and atmosphere radiation.
39. Earth's surface effective radiation
40. Radiation balance of short-wave radiation for the active layer of the Earth.
41. The radiation active layer balance of long-wave radiation of the Earth.
42. The total active layer radiation balance of the Earth.
43. Factors affecting the earth radiation balance of the active layer
44. Atmosphere radiation balance
45. Earth-Atmosphere system radiation balance
46. Heat active layer balance of the Earth
47. Humidity characteristics daily and annual variations.
48. Water vapor content change with altitude.
49. Water phase in atmosphere. Phase equilibrium graph.
50. Factors affecting the value of the saturated vapor pressure above the surface.
51. Evaporation. Factors affecting the rate of evaporation from the land surface.
52. Factors affecting the rate of evaporation from the surface of water bodies.
53. Vaporability.
54. Formation of water droplets. Condensation nuclei affecting to the water droplets formation
55. Nucleus growth formation of the liquid and solid phases of water in the atmosphere
56. Fog formation physical conditions. Fog classification
57. Microphysical characteristics of clouds and fogs.
58. Forecasting method of radiation fog.
59. Morphological and genetic classification of clouds.
60. Convective clouds. Formation conditions.
61. Large scale upward movements clouds. Characteristics and formation conditions.
62. The role of wave motions in the clouds formation
63. Condensation growth of cloud droplets.
64. Coagulation growth of cloud droplets.
65. Precipitation formation. Characteristics and type of precipitation.
66. Cloud and rain drops evaporation .
67. Basic thermal characteristics of the soil surface.
68. Theoretical laws of temperature fluctuations distribution in the soil.

69. Heat flux in the soil and water bodies.
70. Atmosphere turbulence factors
71. Convective and turbulent heat fluxes in the atmosphere.
72. Heat influx equation in the atmosphere.
73. Factors determining the thermal regime of the lower layer of the atmosphere.
74. Forces acting in the atmosphere
75. Geostrophic wind
76. Movement in cyclones and anticyclones

Образец экзаменационного билета

Экзаменационный билет № 1

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет
Кафедра Метеорологических прогнозов
Курс Физика атмосферы

1. Meteorological variables fields.
2. Factors affecting the value of the saturated vapor pressure above the surface.

Зав. кафедрой _____ Дробжева Я.В.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Русин И.Н., Арапов П.П. Основы метеорологии и климатологии. Курс лекций – СПб.:изд. РГГМУ, 2008.-199 с. - Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170603.pdf
2. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. - Л.:ГМИ, 2000
3. Восканян, К. Л. Актинометрические наблюдения [Текст] : пособие для учебной практики / К. Л. Восканян, А. Г. Саенко ; РГГМУ. - Санкт-Петербург : РГГМУ, 2010. - 53 с.- Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515134518.pdf

б) Дополнительная литература:

1. Задачник по общей метеорологии [Текст] : учебное пособие / ред. В. Г. Морачевский. - Ленинград : Гидрометеоиздат, 1984. - 311[1] с.- Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214171411.pdf
2. Андреев А.О., Дукальская М.В., Головина Е.Г. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Под ред. А.И.Угрюмова. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМУ, 2007. – 228с.
3. Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. С-Пб, РГГМУ, 2012. – 306 с. - Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f316451e6f934330ba4e95541bc9ce15.pdf
4. Murry L. Salby 2012 Physics of the Atmosphere and Physiks ISBN: 9780521767187
5. Психрометрические таблицы [Текст] : таблицы / ГГО им. А. И. Воейкова ; сост. Б. М. Ильин. - 3-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Летний сад, 2009. - 313(4) с
6. Семенченко Б.А., Физическая метеорология учебник – М: Аспект Пресс, 2002, - 415с.
7. Руководство по теплобалансовым наблюдениям. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 237с.

в) Интернет-ресурсы

1. Электронный ресурс. Основы термодинамики атмосферы. Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/933917/>
<http://dok.opredelim.com/docs/index-69680.html>
2. Электронный ресурс Метеорология и климатология. Лучистая энергия в атмосфере. Режим доступа: <http://cribs.me/meteorologiya-i-klimatologiya/solnechnaya-radiatsiya-raspredelenie-solnechnoi-radiatsii-na-poverkhnosti-zemli>
3. Электронный ресурс Курс физические основы воздействия на атмосферные процессы А.Е. Карелов. Тема Фазовые переходы воды в атмосфере. Режим доступа: <http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-154249.html>
4. Электронный ресурс Атмосфера и климат, раздел динамика атмосферы <http://obatmosfere.ru/category/dinamika-atmosfery>

г) программное обеспечение

windows 7 48130165 21.02.2011
office 2010 49671955 01.02.2012
windows 7 66233003 24.12.2015
office 2010 49671955 01.02.2012

д) профессиональные базы данных

не используются

е) информационные справочные системы:

Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|--|---|
| Лекции (темы №1-9) | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет |
| Лабораторные и практические занятия (темы №1-9) | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника и описаний лабораторных работ. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Подготовка специальной рабочей тетради для индивидуальных занятий. Заготовка шаблонов таблиц, и другого графического материала для |

заполнения при выполнении работы.

- Индивидуальные задания** Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 3 до 5 научных работ.
 Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
 Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.
- Подготовка к зачету и экзамену** При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

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

| Тема (раздел) дисциплины | Образовательные и информационные технологии | Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем |
|--------------------------|--|---|
| Темы 1-9 | <p><u>информационные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 3. проведение компьютерного тестирования <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. работа на лабораторных установках 4. проведение дежурств на метеорологической площадке | <ol style="list-style-type: none"> 1. Пакет Microsoft Word, Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL http://moodle.rshu.ru |

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей). Переносной ноутбук, экран.
2. **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
6. **Учебная лаборатория метеорологических измерений и физики атмосферы** – оснащена специализированной (учебной) мебелью, доской, стандартным метеорологическим оборудованием

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

Лист изменений

Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры метеорологических прогнозов от 28.04.2019 г. № 9:

1. Пункт 3. «Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины»:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

| Код компетенции | Компетенция |
|-----------------|---|
| ОК-1 | способностью к логическому мышлению, обобщению, анализу, систематизации профессиональных знаний и умений, а также закономерностей исторического, экономического и общественно-политического развития |
| ОПК-2 | способностью к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, участию по внедрению результатов исследований и разработок |
| ОПК-3 | способностью анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования |

2. Пункт 4. «Структура и содержание дисциплины»:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

| Объём дисциплины | Всего часов |
|---|-----------------------|
| | Очная форма обучения |
| | <i>2019 г. набора</i> |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 56 |
| в том числе: | |
| лекции | 28 |
| практические занятия | 28 |
| Самостоятельная работа (СРС) – всего: | 88 |
| в том числе: | |
| курсовая работа | + |
| контрольная работа | - |
| Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | Зачет, экзамен |

3. Пункт 4.1. «Структура дисциплины»:

Очная форма обучения
2019 г. набора

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и | Ф о р |
|-------|--------------------------|---------|--|--------------------------------------|----------------------|-------|
| | | | | | | |

| | | | Лекции | Лабора- т. Практич. | Самост. рабо- та | | | |
|----|--|---|--------|---------------------------|------------------------|---|---|---------------------------|
| 1 | Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины. Structure, composition, properties of the atmosphere. Meteorological values. | 2 | 2 | 2 | 4 | Вопросы на лекции. | 3 | ОК-1 |
| 2 | Статика атмосферы. Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики Statics of the atmosphere Atmospheric models, barometric formula. Conclusions from the static equation. | 2 | 6 | 6 | 6 | Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям | 4 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| 3. | Основы Термодинамики атмосферы Atmosphere Thermodynamics | 2 | 6 | 6 | 10 | Вопросы на лекции, семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям | 4 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| 4. | Лучистая энергия в атмосфере The radiant energy in the atmosphere. | 3 | 2 | 4 | 24 | Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям | 4 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| 5. | Радиационный баланс системы Земля – атмосфера. Radiation balance of the active layer of the earth and atmosphere. | 3 | 4 | 2 | 22 | Вопросы на лекции, опрос перед контрольной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 3 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------|-----------|-----------|---|-----------|---------------------------|
| 6 | Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы Thermal regime of of the active layer of the Earth and the atmosphere. | 3 | 2 | 2 | 8 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 3 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| 7 | Фазовые переходы воды в атмосфере Water phase state in the atmosphere | 3 | 2 | 2 | 4 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 4 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| 8. | Физические условия образования туманов, облаков и осадков Physical conditions of fog, clouds and precipitation formation | | 2 | 2 | 6 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 4 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| 9. | Основы динамики атмосферы Atmospheric dynamics | 3 | 2 | 2 | 4 | Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальном у заданию | 3 | ОК-1; ОПК-2; ОПК-3; |
| ИТОГО | | | 28 | 28 | 88 | | 32 | |
| С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена | | | | | | 144 часа | | |