

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ПРОГРАММА**

вступительного экзамена **Метеорология**

для поступающих на направление магистратуры

**05.04.04 ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ**

*профиль Метеорологическое обеспечение экономической деятельности  
и управления территориями*

Лица, желающие освоить программу подготовки магистра по направлению «Гидрометеорология» (05.04.04), допускаются к конкурсу на основании результатов сдачи вступительного экзамена по метеорологии в форме теста, задания которого составлены в соответствии с разделами данной программы.

Время выполнения теста – 60 минут.

Тест состоит из 35 заданий разной сложности. Максимальный суммарный балл – 80, минимальный положительный балл – 40.

**Общие сведения об атмосфере**

*История развития метеорологии.* Определение метеорологии как науки. Предмет и методы метеорологии. Основные этапы ее развития. Место метеорологии среди других наук и связи между ними. Ее значение для народного хозяйства.

*Состав и строение атмосферы.* Определение атмосферы. Современные представления о составе атмосферного воздуха. Постоянные и переменные составные части атмосферного воздуха. Атмосферные аэрозоли. Принципы деления атмосферы на слои. Основные сведения о слоях атмосферы.

*Уравнение состояния сухого и влажного воздуха.* Уравнение состояния сухого воздуха. Газовая постоянная. Уравнение состояния влажного воздуха. Виртуальная температура. Характеристики влажности воздуха и связь между ними.

*Уравнение статики.* Барометрические формулы. Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики, его следствия. Барический градиент и барическая ступень. Барометрические формулы. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой.

**Основная литература:**

1. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. 324 с.

**Дополнительная литература:**

1. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова; [Д.П. Беспалов и др.; ред.: Л.К. Сурыгина]. Санкт-Петербург: Д'АРТ, 2011. 248 с.

2. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии. М.: Издательский центр «Академия». 2016. 222 с.

3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. 780 с.

4. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.

5. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «Колосс», 2006.

## **Термодинамика атмосферы**

*Первое начало термодинамики. Адиабатический процесс.* Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Политропический процесс. Влажноадиабатический процесс. Частные случаи политропического процесса. Определение адиабатического процесса. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура.

*Критерии статической устойчивости атмосферы.* Критерии устойчивости атмосферы по методу частицы. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому и сухоадиабатическому движению частицы. Метод слоя.

*Анализ состояния атмосферы с помощью аэрологической диаграммы.* Определение и практическая значимость аэрологической диаграммы (АД). Виды АД. Основные семейства изолиний и шкалы на АД. Уровни конденсации и конвекции. Энергия неустойчивости. Инверсии. Тропопауза. Стандартная атмосфера.

### **Основная литература:**

1. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: учебник / Перм. гос. ун-т. Пермь. РГГМУ. СПб. Изд. второе, испр. Перм. кн. изд-во, 2009. 256 с.
2. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: практикум: учеб. пособие / Н.А. Калинин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 3-е изд., испр. Пермь, 2013. 80 с.
3. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. 324 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Ван Мигем Ж. Энергетика атмосферы. Под ред. Л.Т. Матвеева. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 328 с.
2. Воробьев В.И. Практикум по синоптической метеорологии. СПб.: Гидрометеиздат. 2006.
3. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии. М.: Издательский центр «Академия». 2016. 222 с.
4. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 296 с.
5. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 780 с.
6. Переведенцев Ю.П. Теория климата. Казань.: Изд-во Казан. ун-та, 2009. 320 с.
7. Петерсен С. Анализ и прогноз погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 652 с.

## **Тепловой режим атмосферы**

*Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы.* Лучистая энергия, ее характеристики и источники. Основные составляющие радиационного баланса и их характеристика. Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы земля-атмосфера.

*Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.* Поток и приток тепла. Основные процессы, определяющие приток тепла в турбулентной атмосфере. Уравнение притока тепла и его составляющие. Частные виды уравнения притока тепла.

*Тепловой режим приземного и пограничного слоев атмосферы.* Определение пограничного и приземного слоя. Распределение температуры с высотой в приземном слое. Суточный и годовой ход температуры. Приземные инверсии температуры в пограничном слое атмосферы. Теория суточного хода температуры воздуха в пограничном слое атмосферы.

*Тепловой режим свободной атмосферы.* Распределение температуры в тропосфере и стратосфере. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Инверсии температуры. Высота и температура тропопаузы.

*Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью. Тепловой баланс.* Деятельный слой. Уравнение теплопроводности почвы. Уравнение Фурье. Уравнение теплового баланса Земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы. Роль растительного и снежного покрова.

### **Основная литература:**

1. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: учебник / Перм. гос. ун-т. Пермь. РГГМУ. СПб. Изд. второе, испр. Перм. кн. изд-во, 2009. 256 с.
2. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: практикум: учеб. пособие / Н.А. Калинин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 3-е изд., испр. Пермь, 2013. 80 с.
3. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. 324 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Ван Мигем Ж. Энергетика атмосферы. Под ред. Л.Т. Матвеева. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 328 с.
2. Воробьев В.И. Практикум по синоптической метеорологии. СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
3. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 296 с.
4. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 780 с.
5. Переведенцев Ю.П. Теория климата. Казань.: Изд-во Казан. ун-та, 2009. 320 с.
6. Петерсен С. Анализ и прогноз погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 652 с.

### **Вода в атмосфере**

*Фазовые переходы воды в атмосфере.* Зависимость давления насыщения водяного пара от температуры и фазового состояния испаряющей поверхности. Диаграмма равновесия фаз. Условия конденсации водяного пара в атмосфере. Ядра конденсации.

*Водяной пар в атмосфере.* Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Распределение характеристик влажности с высотой. Испарение, методы расчета. Поле влажности.

*Облака.* Роль вертикальных движений различного масштаба, турбулентного перемешивания и радиационного выхолаживания в образовании облаков. Генетическая классификация: кучевообразные, слоистообразные и волнистообразные облака.

*Осадки.* Определение. Количественные характеристики осадков. Генетическая классификация. Морфологическая классификация. Факторы, вызывающие рост облачных капель: конденсационный и коагуляционный рост. Процесс образования осадков в различных облаках: водяных, ледяных, смешанных.

### **Основная литература:**

1. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. 324 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова; [Д.П. Беспалов и др.; ред.: Л.К. Сурыгина]. Санкт-Петербург: Д'АРТ, 2011. 248 с.
2. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2006.

### **Движение воздуха**

*Движение свободной атмосферы.* Силы, действующие в атмосфере. Уравнение движения атмосферы. Стационарное движение воздуха без трения. Градиентный ветер. Изменение геострофического ветра с высотой.

*Понятие об атмосферной турбулентности.* Турбулентность в атмосфере. Причины возникновения атмосферной турбулентности. Основные характеристики турбулентности. Турбулентный поток и приток субстанции.

*Движение воздуха вблизи подстилающей поверхности.* Ветер в пограничном слое атмосферы. Суточный ход скорости ветра в пограничном слое атмосферы. Влияние орографии

на воздушный поток. Местные ветры. Смерчи.

*Глобальное поле ветра.* Западный перенос воздушных масс. Длинные волны. Пассаты и антипассаты. Внутритропическая зона конвергенции (ВЗК). Ячейка Гадлея. Струйные течения. Муссоны. Тропические циклоны.

#### ***Основная литература:***

1. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: учебник / Перм. гос. ун-т. Пермь. РГГМУ. СПб., изд. второе, испр. Перм. кн. изд-во, 2009. 256 с.
2. Калинин Н.А. Динамическая метеорология: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 3-е изд., испр. Пермь, 2013. 80 с.
3. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. 324 с.

#### ***Дополнительная литература:***

1. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова; [Д.П. Беспалов и др.; ред.: Л.К. Сурыгина]. Санкт-Петербург: Д'АРТ, 2011. 248 с.
2. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2006.

#### **Видимость в атмосфере**

Общие сведения о видимости в атмосфере. Теория горизонтальной дальности видимости. Метеорологическая дальность видимости. Дальность видимости при полете, взлете и посадке самолета.

#### ***Основная литература:***

1. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. 324 с.

#### ***Дополнительная литература:***

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2006.
2. Атлас облаков / Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова; [Д.П. Беспалов и др.; ред.: Л.К. Сурыгина]. Санкт-Петербург: Д'АРТ, 2011. 248 с.
3. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974.

#### **Карты погоды**

Карты абсолютной и относительной барической топографии. Геопотенциал, геопотенциальный метр. Связь высоты изобарической поверхности в геопотенциальных и линейных метрах. Рабочая формула для вычисления абсолютной и относительной высоты изобарической поверхности. Назначение карт барической топографии. Анализ фронтов на картах погоды: приземной,  $OT_{1000}^{500}$ ,  $AT_{850}$ .

#### ***Основная литература:***

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2006. 582 с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991.
3. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. 92 с.
4. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология. Приемы анализа и прогноза погоды с помощью ГИС Метео: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. 86 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Воробьев В.И. Практикум по синоптической метеорологии. СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
3. Шакина Н.П. Атмосферные фронты. Л.: Гидрометеиздат, 1986.

### **Основные синоптические объекты**

*Воздушные массы (ВМ).* Определение ВМ. Внешние факторы формирования ВМ. Влияние радиационного режима подстилающей поверхности, циркуляционных условий. Внутренние факторы формирования ВМ.

Термодинамическая классификация ВМ. Факторы, определяющие состояние атмосферы. Погодные условия, суточный ход метеорологических элементов, синоптические условия в теплой и холодной устойчивой и неустойчивой ВМ.

Влияние орографии на воздушный поток: развитие вертикальных движений, процессы облако- и осадкообразования.

*Атмосферные фронты.* Классификация фронтов по горизонтальной и вертикальной протяженности и роли их в общей циркуляции атмосферы. Характерные признаки тропосферных, приземных и верхних фронтов. Термическая и географическая классификация.

Теплый фронт. Изменение комплекса метеорологических элементов. Вертикальный разрез, характер вертикальных движений. Типичная система надфронтальных облаков. Подфронтальные облака. Возможность отклонения от типичной схемы облачности с образованием Сb или St, или Ас, Сс. Суточный ход облачности, характер осадков. Продолжительность прохождения фронта. Явления погоды. Термобарическое поле.

Холодный фронт. Изменение комплекса метеорологических элементов. Скорость фронта и характер вертикальных движений, род фронта. Вертикальный разрез, система облачности в зависимости от рода фронта. Возможные отклонения от основных схем. Суточный ход облачности, характер осадков. Продолжительность прохождения фронта. Явления погоды. Термобарическое поле. Вторичный холодный фронт.

Фронт окклюзии. Процесс окклюдирования. Вертикальный разрез и термобарическое поле в зависимости от типа окклюзии: теплого, холодного. Признаки фронта на приземной карте, АТ<sub>850</sub>, ОТ<sub>1000</sub><sup>500</sup>. Облачные системы, осадки, явления. Секклюзия.

Влияние орографии на атмосферные фронты в зависимости от высоты хребтов, типа фронта и перемещения его относительно хребта. Характер и структура облачности, режим осадков на наветренном и подветренном склонах. Процессы волнообразования на фронте, обусловленные орографией.

Процессы фронтогенеза и фронтолиза. Образование, обострение и размывание фронтов. Основной показатель фронтогенеза и фронтолиза. Тропосферный и приземный фронтогенез. Метод адвективно-динамического анализа процессов Погосьяна-Таборовского. Условия фронтогенеза и фронтолиза во входе и дельте ВФЗ в зависимости от структуры термобарического поля. Условия приземного фронтогенеза в области ложбины, гребня, на периферии антициклона.

*Циклоны.* Типизация циклонов и антициклонов в зависимости от географического района и причин возникновения (направления перемещения, вертикальной протяженности, скорости перемещения).

Условия цикло- и антициклогенеза. Причины изменения давления. Факторы изменения вихря со временем. Термобарическое поле, благоприятное для цикло- и антициклогенеза.

Стадии развития циклона. Термобарическое поле. Особенности поля изогипс и изотерм. Расположение областей падения и роста давления под действием динамических и термических факторов. Влияние конвергенции трения на изменение давления. Развитие циклона с высотой. Наклон высотной оси. Изменение положения приземного центра относительно высотной фронтальной зоны (ВФЗ) и струйного течения (СТ). Перемещение и деформация ВФЗ.

Погодные условия в циклоне в зависимости от стадии развития и части барического объекта в различные сезоны года.

Процесс регенерации циклона. Регенерация за счет увеличения контрастов температуры при вхождении нового фронта. Регенерация за счет переноса вихря скорости извне. Схемы термобарического поля благоприятные для регенерации.

*Антициклоны.* Стадии развития антициклона. Антициклон у земли. Термобарическое поле. Факторы роста давления: вихревой, дивергентный, термический. Расположение зон роста и падения давления. Положение приземного центра относительно ВФЗ и СТ, его подвижность. Развитие антициклона на высоте. Наклон высотной оси. Роль вертикальных движений и приземной дивергенции трения.

Типы инверсий. Инверсии приземные: радиационные, адвективные, орографические, снежные. Инверсии высотные: оседания, фронтальные, динамические. Синоптические и метеорологические условия. Явления погоды.

Условия погоды в антициклоне на периферии и в центре в зависимости от времени года и стадии развития. Роль адвекции тепла в формировании погоды в антициклоне.

Процесс регенерации антициклонов за счет вхождения холодного воздуха в тыл циклона за холодным фронтом и за счет слияния с новым вихрем в виде заключительного антициклона. Схемы барического поля у земли, термобарического поля на высоте среднего уровня.

Образование циклонов на фронтах.

*Высотные фронтальные зоны.* Определение, терминология. Размеры ВФЗ. Нормальная и сложная ВФЗ. Динамические изменения давления, деформация ВФЗ. Система планетарных фронтальных зон Северного полушария.

#### **Основная литература:**

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2006. 582 с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991.
3. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. 92 с.
4. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология. Приемы анализа и прогноза погоды с помощью ГИС Метео: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. 86 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Воробьев В.И. Практикум по синоптической метеорологии. СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
3. Шакина Н.П. Атмосферные фронты. Л.: Гидрометеиздат, 1986.

#### **Прогноз синоптического положения**

*Прогноз перемещения синоптических объектов.* Условия перемещения циклонов и антициклонов. Роль факторов, обуславливающих перемещение по потоку и отклонение от него. Влияние изменения градиента геопотенциала со временем на отклонение. Ведущий поток.

Способы прогноза перемещения барических образований. Приемы физической экстраполяции. Метод ведущего потока на 12, 24 и 36 ч. Эмпирические правила: изобар теплого сектора, изаллобарического поля. Приемы формальной экстраполяции. Перемещение высоких барических образований.

Прогноз перемещения фронтов. Методы физической и формальной экстраполяции. Перемещение по ведущему потоку.

*Прогноз эволюции синоптических объектов.* Условия возникновения фронтальных барических образований. Роль вихревого, дивергентного и термического факторов. Термобарические поля, благоприятные для возникновения циклонов и антициклонов.

Процесс образования циклонов на фронтах: холодных, теплых, окклюзии, стационарных. Признаки образования фронта в поле изобар, барических тенденций, температуры, влажности, облачности. Роль изаллогипс на картах  $OT_{1000}^{500}$ ,  $AT_{700}$  или  $AT_{500}$ .

Методы оценки эволюции барических образований. Оценка вихревого и дивергентного факторов. Качественный учет влияния вихревого и дивергентного факторов по прогностическому и фактическому полю изаллогипс АТ500. Оценка термического фактора эволюции по контрасту температур на карте  $OT_{1000}^{500}$ .

Оценка эволюции путем учета пространственной структуры барических образований.

Процесс эволюции фронтов. Факторы, определяющие интенсивность восходящих движений на фронтах: характер барического поля и степень конвергенции воздушных течений, наклон фронтальной поверхности, уровень увлажнения, стратификация атмосферы, орография. Контрасты температуры на фронте. Процесс размывания фронтов.

#### ***Основная литература:***

1. Ермакова Л.Н. Краткосрочные прогнозы погоды: курс лекций. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. 138 с.
2. Практикум по синоптической метеорологии. Учебное пособие / Под ред. В.И. Воробьева. СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991.
4. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. 92 с.
5. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология. Приемы анализа и прогноза погоды с помощью ГИС Метео: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. 86 с.

#### ***Дополнительная литература:***

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1986. Ч. II, вып. 2.

### **Прогноз погоды**

*Прогноз обледенения.* Определение и причины обледенения. Зависимость интенсивности обледенения от микрофизической структуры облаков и режима полета. Метеорологические и синоптические условия обледенения. Синоптический метод прогноза обледенения. Метод прогноза температуры насыщения надо льдом по формуле Годске.

*Прогноз ветра на высотах и у земли.* Прогноз ветра в свободной атмосфере для стандартных изобарических поверхностей. Прогноз ветра на высотах на 24 ч методом Ильиной. Определение параметров струйного течения по методу Рейтера. Прогноз ветра в пограничном слое методом Петренко с учетом изменения барического поля и поправки на суточный ход скорости ветра. Метод прогноза скорости ветра Орленко с учетом стратификации атмосферы и подстилающей поверхности. Метод Менжитова.

*Прогноз температуры воздуха.* Факторы, влияющие на изменение температуры воздуха. Адвективные изменения температуры воздуха. Изменения температуры вследствие вертикальных движений воздуха. Учет суточного хода температуры воздуха. Прогноз температуры воздуха методами Глазовой, Федуловой, Куприяновой. Прогноз максимальной температуры воздуха по данным вертикального зондирования атмосферы. Прогноз заморозков.

*Прогноз туманов.* Физические условия образования тумана. Классификация туманов. Синоптические условия образования адвективных, радиационных, адвективно-радиационных, орографических, морозных туманов населенных пунктов, туманов испарения. Прогноз адвективного тумана. Прогноз радиационного тумана. Прогноз времени образования и рассеяния радиационного тумана. Прогноз радиационных туманов при сильных морозах.

*Прогноз конвективных явлений.* Синоптические условия, благоприятные для развития гроз: холодные фронты и фронты окклюзии по типу холодного, теплые фронты, малоподвижные фронты с волновыми возмущениями, заполняющиеся депрессии, ослабевающие антициклоны, тыловая часть циклона. Расчет стратификации температуры и влажности в атмосфере с использованием аэрологической диаграммы. Определение грозы. Метод частицы. Виды конвекции: термическая (1, 2, 3 варианты), свободная, вынужденная. Определение параметров конвекции. Прогноз гроз методом Решетова, Вайтинга.

Синоптические условия возникновения шквалов. Шквалы на стационарных фронтах с волнами, шквалы в тылу циклона, внутримассовые шквалы. Расчетные способы прогноза шквала: метод Решетова, Пескова-Снитковского.

#### ***Основная литература:***

1. Ермакова Л.Н. Краткосрочные прогнозы погоды: курс лекций. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. 138 с.
2. Практикум по синоптической метеорологии. Учебное пособие / Под ред. В.И. Воробьева. СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991.
4. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. 92 с.
5. Поморцева А.А. Синоптическая метеорология. Приемы анализа и прогноза погоды с помощью ГИС Метео: практикум: учеб. пособие. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. 86 с.

#### ***Дополнительная литература:***

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1986. Ч. II, вып. 2.

### **Использование спутниковой информации при анализе атмосферных процессов**

Основные требования к гидрометеорологической спутниковой информации. Изображения, получаемые в видимой части спектра. Инфракрасные спутниковые снимки.

Признаки дешифрирования снимков, получаемых с помощью МСЗ. Текстура изображения. Мезоструктура и макроструктура космических изображений.

Дешифрирование снимков облачности. Спутниковая классификация космических изображений облачности. Распознавание облачности на фоне подстилающей поверхности.

Оценка эволюции облачного поля. Признаки формирования и эволюции облачной полосы атмосферного фронта. Признаки циклогенеза. Эволюция облачной системы циклонического образования.

#### ***Основная литература:***

1. Калинин Н.А., Толмачева Н.И. Космические методы исследований в метеорологии: Учебник / Перм. ун-т. Пермь, 2005. 348 с.

#### ***Дополнительная литература:***

1. Справочник потребителя спутниковой информации/Под ред. В.В. Асмуса, О.Е. Милехина. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 105 с.
2. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1982.
3. Толмачева Н.И., Шкляева Л.С.. Космические методы экологического мониторинга. Пермь. Изд-во Перм. ун-та, 2005. 304 с.

### **Климатология**

Основные климатообразующие факторы. Внешние факторы: астрономические, геофизические. Внутренние факторы: постоянные и переменные составляющие атмосферы, физические свойства суши и океана, неравномерное распределение материков и океанов.

Глобальные поля температуры, влажности, зональной и меридиональной составляющей ветра.

Классификация климатов Б.П. Алисова, В.Кеппена, М.И. Будыко.

Лучистое равновесие. Распределение температуры с высотой при лучистом равновесии.

Моделирование климатической системы. Иерархия климатических моделей.

***Основная литература:***

1. Кислов А.В. Климатология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «География» и «Гидрометеорология». М.: Издательский центр «Академия», 2011. 224 с.

***Дополнительная литература:***

1. Климатология: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Метеорология» / О.А. Дроздов [и др.]. Л.: Гидрометеоздат, 1989. 567 с.

2. Толмачева Н.И. Физическая метеорология: учебное пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2012. 324 с.

3. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеоздат, 1974.

4. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2006.

***Составители программы:***

*Калинин Н.А., профессор, зав. кафедрой метеорологии и охраны атмосферы;*

*Лукин И.Л., старший преподаватель кафедры метеорологии и охраны атмосферы.*

*Программа одобрена Ученым советом географического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.*