

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ**

И.А.УРАЗМЕТОВ

**ОБЩАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ
ГЕОГРАФИЯ**

Конспект лекций.

Казань-2013

Уразметов И.А.

Общая физическая география. : Краткий конспект лекций / И.А.Уразметов,; Каз.федер.ун-т. -Казань, 2013. –36 с.

Целью данного курса является формирование представления о природе нашей планеты как целостной материальной системе, составные части которой (ее компоненты) находятся в тесном взаимодействии и непрерывном развитии, с вооружением студентов знаниями, необходимыми для восприятия последующих региональных курсов физической географии. В первой части курса рассматриваются космические факторы формирования и функционирования географической оболочки, а также атмосфера, ее состав и строение, солнечная радиация, радиационный и тепловой балансы, тепловой режим Земли; вода в атмосфере: влажность воздуха, осадки, увлажнение, закономерности его распространения и влияние на дифференциацию географической оболочки; давление атмосферы, ветры и их характеристика; воздушные массы и атмосферные фронты. Подготовленный материал можно изучать самостоятельно, выполняя предлагаемые задания и проводя самоконтроль усвоения материала.

Принято на заседании кафедры географии и краеведения

Протокол № 2 от 30.09.2013

© Казанский федеральный университет

© Уразметов И.А.

Содержание

1. Тема 1. Введение.

1.1. География - система наук, единственная (уникальная) среди других наук, сочетающая в себе два цикла дисциплин - естественный и социально-экономический. Содержание географии на разных этапах ее развития. Объект и предмет физической географии.

1.2. Понятие о географической оболочке, ее компонентах и природных комплексах.

1.3. Система физико-географических наук: отраслевые и комплексные (землеведение и региональная физическая география). Место физической географии среди других наук о Земле. Значение физической географии. Экономическая и социальная география, объект ее изучения. Взаимосвязи между географическими науками. Школьная география, ее структура и задачи. География в учебных планах педагогических вузов. Курс общего землеведения, его содержание и значение в подготовке учителя географии.

1.4. Вселенная. Понятие «Вселенная». Ее структура. Галактика: строение, форма и движения. Млечный Путь. Современные представления о происхождении и возрасте. Вселенной, методы ее изучения.

1.5. Солнечная система. Ее строение, размеры, положение в Галактике. Солнце и его излучение. Солнечно-земные связи. Работы А.Л. Чижевского и других исследователей о космическом воздействии на географическую оболочку.

1.6. Планеты. Законы их движения. Общий обзор планет. Сравнительная характеристика планет земной группы и планет-гигантов. Система Земля - Луна. Луна, ее параметры. Фазы Луны. Лунные и солнечные затмения. Гравитационное воздействие Луны и Солнца на Землю. Приливы и отливы и их значение. Физическая природа Луны.

1.7. Астероиды. Кометы, болиды, метеоры и метеориты. Значение их изучения. Условия возникновения жизни в Солнечной системе. Происхождение и эволюция Солнечной системы.

2. Тема 2. Планета Земля. Фигура, размеры и внутреннее строение Земли.

2.1. Развитие представлений о фигуре Земли: шар, эллипсоид вращения (трексоный), геоид.

2.2. Географическое значение фигуры и размеров Земли. Основные геосферы: земная кора, мантия, ядро и их характеристика.

2.3. Соотношение понятий: земная кора и литосфера. Тектоносфера. Источники энергии в недрах Земли. Процессы, протекающие в недрах Земли, и их географические следствия.

3. Тема 3. Осевое вращение Земли и его следствия.

3.1. Доказательства вращения Земли. Географические полюсы. Географическая сеть: экватор, параллели, меридианы. Роль осевого вращения в формировании фигуры Земли.

3.2. Отклоняющая сила вращения Земли (Кориолисово ускорение) и ее проявление в географической оболочке.

3.3. Смена дня и ночи. Сутки звездные и солнечные. Время солнечное, местное, поясное, летнее, всемирное. Сумерки гражданские, навигационные, астрономические. Линия перемены дат. Суточная ритмика природы.

3.4. Тормозящее действие приливов на скорость вращения Земли.

4. Тема 4. Движение Земли вокруг Солнца и его следствия.

4.1. Доказательства годового движения Земли. Особенности движения Земли по орбите: прямое направление движения, меняющаяся скорость, почти неизменное положение оси вращения Земли в пространстве и ее наклона к плоскости орбиты в течение года. Движение Солнца среди звезд по эклиптике как отражение годового движения Земли по орбите. Годы - звездный (сидерический) и тропический.

4.2. Изменение наклона солнечных лучей на разных широтах в течение года. Равноденствия и солнцестояния. Тропики и полярные круги. Смена времен года. Годовая ритмика природы.

4.3. . Изменение продолжительности дня и ночи в течение года. Полярные дни и ночи. Пояса освещенности (астрономические, тепловые пояса).

4.4. Системы летосчисления. Календарь.

5. Тема 5. Гравитационное и магнитное поле Земли.

5.1. . Сила тяжести и ее составляющие: сила притяжения и центробежная сила. Измерение силы тяжести. Теоретическое (нормальное) и реальное гравитационные поля. Аномалии силы тяжести. Изостазия. Влияние силы тяжести на фигуру Земли. Значение гравитационной силы для процессов, протекающих в недрах Земли и в географической оболочке.

5.2. Земной магнетизм и его природа. Элементы земного магнетизма: магнитное склонение, магнитное наклонение, напряженность. Магнитные полюса, меридианы и экватор. Теоретическое (нормальное) и реальное магнитные поля. Магнитные аномалии.

5.3. Понятие о палеомагнетизме. Вековые вариации элементов магнитного поля Земли. Миграции магнитных полюсов. Инверсии магнитного поля.

5.4. Магнитосфера - сфера взаимодействия магнитного поля Земли и солнечного ветра, ее форма и размеры. Радиационные пояса. Ионосфера. Магнитные бури, полярные сияния.

5.5. Магнитное поле и жизнь, магнитотропизм. Значение магнитного поля для географической оболочки.

6. Тема 6. Атмосфера. Солнечная радиация. Радиационный баланс.

6.1. Границы атмосферы. Состав воздуха: основные газы и их значение, водяной пар, аэрозоли и их роль. Гомосфера и гетеросфера.

6.2. . Расслоение атмосферы по вертикали: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера и их характеристика. Нейтросфера и ионосфера.

6.3. Происхождение атмосферы и ее эволюция.

6.4. Значение атмосферы. Взаимодействие ее с другими земными оболочками. Охрана воздуха от загрязнения. Организация и методы исследования атмосферы.

6.5. Солнечная радиация - основной источник энергии в географической оболочке. Спектральный состав солнечной радиации. Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Изменение солнечной радиации по широтам в зависимости от угла падения солнечных лучей и продолжительности дня. Ослабление солнечной радиации в атмосфере в результате отражения, поглощения и рассеяния. Прямая и рассеянная радиация на земной поверхности. Зависимость интенсивности (напряжения) прямой солнечной радиации от изменения длины пути луча в атмосфере и ее прозрачности. Солнечная инсоляция. Суточный и годовой ход прямой и рассеянной радиации. Суммарная радиация. Графическое распределение годовой величины суммарной солнечной радиации на поверхности Земли. Радиация, отраженная от земной поверхности. Альбедо. Поглощенная радиация. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Встречное излучение. Эффективное излучение, факторы его определяющие, изменение годовой величины по широтам. Тепличный (оранжерейный) эффект атмосферы. Роль в нем водяного пара и диоксида углерода.

6.6. Прогноз антропогенного потепления климата Земли. Радиационный баланс (остаточная радиация) и его составляющие. Схема радиационного баланса Радиационный баланс подстилающей поверхности, атмосферы и системы «Земля - атмосфера». Географическое распределение радиационного баланса земной поверхности.

7. Тема 7. Тепловой баланс подстилающей поверхности и атмосферы. Изменение температуры с высотой.

7.1. Тепловой баланс и его составляющие. Уравнение теплового баланса земной поверхности, атмосферы и системы «Земля-атмосфера». Схема теплового баланса земной поверхности. Особенности нагревания почвогрунтов и водной поверхности. Различия теплового режима суши и водоемов. Зонально-региональное распределение температуры подстилающей поверхности.

7.2. Процесс нагревания и охлаждения нижних слоев тропосферы. Турбулентный теплообмен, конвекция, адвекция, теплообмен при фазовых переходах воды (испарении, конденсации, сублимации).

7.3. Изменение температуры воздуха с высотой. Вертикальный температурный градиент.

7.4. Адиабатические процессы. Сухо- и влажноадиабатические градиенты. Инверсия температуры и ее типы.

8. Тема 8. Суточный и годовой ход температуры. Карты изотерм. Тепловые пояса.

8.1. Суточный ход температуры воздуха и суточная амплитуда температуры. Заморозки, их типы.

8.2. Годовой ход температуры воздуха и годовая амплитуда температуры. Основные типы годового хода температур: экваториальный, тропический, тип умеренных широт, полярный. Морской и континентальный ход температур.

8.3. Карты изотерм и изаномал. Зонально-региональные особенности распределения температуры воздуха. Термический экватор. Абсолютный максимум и минимум температуры воздуха на Земле.

8.4. Тепловые пояса Земли.

9. Тема 9. Вода в атмосфере. Характеристики влажности. Конденсация и сублимация. Гидрометеоры. Облака.

9.1. Формы воды в атмосфере. Влагооборот. Испарение и испаряемость. Факторы, определяющие величину и скорость испарения. Суточный и годовой ход испарения. Географическое распределение испарения на земной поверхности.

9.2. Характеристики влажности воздуха: абсолютная влажность, фактическая упругость водяного пара, упругость насыщения, относительная влажность, дефицит влажности, связь между ними и температурой воздуха. Температура точки росы.

9.3. Суточный и годовой ход влажности воздуха. Изменение характеристик влажности воздуха с высотой. Географическое распределение абсолютной и относительной влажности воздуха.

9.4. Конденсация и сублимация водяного пара на поверхности. Гидрометеоры: роса, иней, изморозь, жидкий и твердый налет, гололед. Обледенение самолетов.

9.5. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Ядра конденсации. Туманы, их типы и распространение. Смог. Облака, условия их образования. Международная классификация облаков. Генетические типы облаков: восходящего скольжения, конвективные, волнистые, турбулентного перемешивания. Водность облаков. Облачность, ее суточный и годовой ход на различных широтах и географическое распространение.

10. Тема 10. Атмосферные осадки. Их виды. Снежный покров. Карты изогий.

10.1. Атмосферные осадки. Их виды: жидкие - дождь, морось; твердые - снег, крупа, град; смешанные и условия их формирования. Типы осадков по условиям образования фронтальные и внутримассовые (конвективные и орографические). Типы осадков по продолжительности и характеру выпадения, ливневые, обложные, морозящие. Интенсивность осадков.

10.2. Суточный ход осадков на разных широтах. Основные типы годового режима осадков, экваториальный, муссонный, средиземноморский, умеренный морской и континентальный.

10.3. Снежный покров. Условия его образования. Характеристика снежного покрова: мощность, плотность, запасы воды, длительность залегания. Распространение снежного покрова на Земле. Роль снега в физико-географических процессах и в хозяйственной деятельности людей.

10.4. Изогии. Географическое распределение осадков. Самые влажные и самые сухие места на Земле. Атмосферное увлажнение.

10.5. Коэффициент увлажнения и радиационный индекс сухости - показатели соотношения тепла и влаги. Увлажнение достаточное, избыточное, недостаточное. Гумидные и аридные территории. Засуха. Закономерности атмосферного увлажнения и его влияние на зонально-региональную дифференциацию географической оболочки. Влияние человека на увлажнение территории через осушительные и оросительные мелиорации.

11. Тема 11. Атмосферное давление. Барическое поле. Центры действия атмосферы.

11.1. Единицы измерения давления. Нормальное атмосферное давление. Изменение давления с высотой Барическая ступень вертикальный барический градиент. Причины изменения давления.

11.2. Изобарические поверхности. Изобары. Системы изобар, замкнутые - минимумы и максимумы, и незамкнутые - ложбина, гребень, седловина Горизонтальный барический градиент.

11.3. Распределение давления в верхней тропосфере. Карты абсолютной и относительной барической топографии (АТ и ОТ).

11.4. Распределение давления в среднем на уровне моря в июле и январе. Центры действия атмосферы (максимумы и минимумы): постоянные и сезонные (обратимые).

12. Тема 12. Ветер и его характеристики. Геострофический и градиентный ветер. Местные ветры.

12.1. Ветер и его характеристики: направление, скорость, сила. Роза ветров. Факторы, определяющие характеристики ветра: горизонтальный барический градиент, отклоняющая сила вращения Земли, трение. Барический закон ветра.

12.2. Ветер в свободной атмосфере (вне слоя трения) и у земной поверхности в различных системах изобар (ветры циклонов и антициклонов).

12.3. Местные ветры: бризы, горно-долинные, ветры склонов, феи, бора, ледниковые и стоковые ветры. Суховеи. Использование энергии ветра.

13. Тема 13. Воздушные массы и атмосферные фронты. Циклоны и антициклоны

13.1. Понятие о воздушной массе, условия формирования воздушных масс. Теплые и холодные воздушные массы, их физические свойства и трансформация, зональные («географические») типы воздушных масс, воздух морской и континентальный.

13.2. Понятия «атмосферный фронт», «фронтальная поверхность», «линия фронта», «климатологический фронт». Условия возникновения фронтов. Их типы: теплый, холодный (первого и второго рода), окклюзии.

13.3. Главные климатологические фронты: арктический (антарктический), полярные, тропический и миграция их по сезонам. Струйные течения.

13.4. Понятия «циклон» и «антициклон». Классификация циклонов и антициклонов: термические циклоны и антициклоны, циклоны и антициклоны во фронтальных зонах.

13.5. Фронтальные циклоны внетропических широт, стадии их развития, характеристика метеоэлементов на разных стадиях. Серии циклонов и пути их движения. Центральные циклоны (минимумы).

13.6. Тропические циклоны, их особенности, районы возникновения и пути движения.

13.7. Антициклоны, стадии их развития и пути перемещения. Субтропические антициклоны (максимумы).

13.8. Малые атмосферные вихри: тромбы, смерчи.

• **Тема 1. Введение.**

- **Аннотация.** Данная тема раскрывает предмет и объект изучения «Общей физической географии», рассматриваются частные географические науки. Во второй части лекции рассматриваются понятия «галактика» и место в ней Солнечной системы и ее строение.

Ключевые слова: частные географические науки, географическая оболочка, галактика Млечного пути, Солнечная система, планеты, спутники, кометы, астероиды, солнечно-земные связи.

Методические рекомендации по изучению темы.

- Тема является вводной для данного курса.
- Более детально строение галактики и Солнечной системы будет рассмотрено в курсе «Земля и Вселенная».

1.1. География - система наук, единственная (уникальная) среди других наук, сочетающая в себе два цикла дисциплин - естественный и социально-экономический. Содержание географии на разных этапах ее развития. Объект и предмет физической географии.

Географическая оболочка, сформировавшаяся на планете, испытывает со стороны космоса и недр Земли постоянное воздействие. Факторы формирования можно разделить на космические и планетарные. К **космическим** факторам относятся: движение галактик, излучение звезд и Солнца, взаимодействие планет и спутников, воздействие небольших небесных тел - астероидов, комет, метеорных потоков. К **планетарным** - орбитальное движение и осевое вращение Земли, форма и размеры планеты, внутреннее строение Земли, геофизические поля.

1.2. Понятие о географической оболочке, ее компонентах и природных комплексах.

Географическая оболочка-это сложная материальная система, включающая нижнюю часть воздушной оболочки Земли(атмосферы), всю водную оболочку(гидросферу) и верхнюю часть твердой оболочки Земли(литосферы), с населяющими их живыми организмами.

1.3. Система физико-географических наук: отраслевые и комплексные (землеведение и региональная физическая география). Место физической географии среди других наук о Земле. Значение физической географии. Экономическая и социальная география, объект ее изучения. Взаимосвязи между географическими науками. Школьная география, ее структура и задачи. География в учебных планах педагогических вузов. Курс общего землеведения, его содержание и значение в подготовке учителя географии.

Система физико-географических наук включает в себя такие науки как метеорология и климатология, геоморфология, гидрология, океанология, лимнология, гляциология, биогеография, ландшафтоведение и др.

В школьном курсе географии физическая география изучается с 6 по 8 классы. Курс « Общей физической географии» наряду с «Физической географией материков и океанов», «Физической географией России» является базовой дисциплиной для изучения физической географии в школе.

1.4. Вселенная. Понятие «Вселенная». Ее структура. Галактика: строение, форма и движения. Млечный Путь. Современные представления о происхождении и возрасте Вселенной, методы ее изучения.

Изучение Вселенной, ее происхождения, границы и т.п. представляют огромный интерес для современной науки. Наша галактика Млечного пути одна из миллионов известных галактик. Более 99% вещества Вселенной составляют звезды. Рождение и продолжение жизни на Земле обязано своим происхождением Солнцу.

1.5. Солнечная система. Ее строение, размеры, положение в Галактике. Солнце и его излучение. Солнечно-земные связи. Работы А.Л. Чижевского и других исследователей о космическом воздействии на географическую оболочку.

А.Л. Чижевский-основатель современной гелиобиологии. Он одним из первых изучил влияние Солнца на Землю. Солнце не только источник тепла и света, оно воздействует на Землю через магнитное поле и корпускулярное излучение. Космические излучения также влияют на нашу планету, но механизмы этого влияния еще предстоит изучить.

Солнце - центральная звезда Солнечной системы. Это ближайшая к Земле звезда. Диаметр Солнца составляет 1,39 млн км, масса - $1,989 \cdot 10^{30}$ кг. Спектральный класс Солнца G2, т.е. Солнце является желтым карликом, лежит на главной последовательности диаграммы Герцшпрунга-Ресселла. Видимая звездная величина Солнца $-26,58^m$. Возраст Солнца оценивается в 5 - 4,6 млрд лет. Солнце вращается вокруг своей оси против часовой стрелки, в том же направлении движутся планеты вокруг Солнца. Солнце вращается не как твердое тело: один оборот вокруг оси экваториальные области делают за 25 земных суток, области вблизи полюсов - за 30 суток. Основное вещество, образующее Солнце, - водород. На его долю приходится 71 % массы светила. Почти 27 % принадлежит гелию, остальные 2 % приходятся на более тяжелые элементы: углерод, азот, кислород, металлы.

1.6. Планеты. Законы их движения. Общий обзор планет. Сравнительная характеристика планет земной группы и планет-гигантов Система Земля - Луна. Луна, ее параметры. Фазы Луны. Лунные и солнечные затмения. Гравитационное воздействие Луны и Солнца на Землю. Приливы и отливы и их значение. Физическая природа Луны.

Отметим, что планеты Марс, спутники Сатурна и Юпитера имеют черты схожести ряда процессов: вулканизм, эрозия, ледяные гейзеры на Энцелате, метановые дожди на Титане и др. Это говорит о схожести эволюции ряда планет на определенных этапах своего развития.

Лунный этап формирования географической оболочки. Приливы в геосферах. Механизмы приливо-отливных явлений в океане будут детально рассматриваться в разделе «Гидросфера». У Земли есть единственный естественный спутник - Луна, находящийся на расстоянии 384 тыс. км. Средний радиус Луны равен 1738 км, что составляет 0,27 радиуса Земли. Это не самый массивный спутник в Солнечной системе, его превосходят спутники Юпитера (Ио, Ганимед, Каллисто) и Сатурна (Титан). Масса Луны составляет $1/81$ массы Земли, только спутник Плутона Харон превышает это соотношение. По мнению ученых, можно говорить о существовании двойной планетной системы Земля - Луна. Эта система вращается вокруг общего центра масс (барицентра), находящегося внутри планеты Земля на расстоянии $0,73 R$ (радиуса Земли) от ее центра. Средняя плотность лунного вещества ($3,34 \text{ г/см}^3$) меньше, чем у Земли, сила лунного притяжения в 6 раз слабее.

- самостоятельно найти и познакомиться со снимками планет Солнечной системы.

1.7. Астероиды. Кометы, болиды, метеоры и метеориты. Значение их изучения. Условия возникновения жизни в Солнечной системе. Происхождение и эволюция Солнечной системы.

Астероиды (от греч. *asteroeideis* — звездopodobные) — малые планеты Солнечной системы. Они образуют тонкое кольцо между орбитами Марса и Юпитера. По правилу Тициуса - Боде, между орбитами Марса и Юпитера должна существовать планета на расстоянии 2,8 а.е. от Солнца. Долгое время астрономы пытались обнаружить здесь планету. 1 января 1801 г. в Палермо итальянский астроном Д. Пиацци обнаружил небесное тело - маленькую слабую звезду, которая двигалась по небу, как планета. Первый астероид был назван Церера. К 1880 г. астероидов было известно уже около 200, сейчас орбиты вычислены для более 40 000 астероидов. Самый большой астероид Церера имеет диаметр 1000 км, остальные гораздо меньше: диаметр Паллады - 608, Весты - 540, Гигии - 450 км.

Наблюдения показали, что практически все астероиды имеют неправильную форму, только самые крупные приближаются к шару. Орбиты большинства астероидов расположены между орбитами Марса и Юпитера. Их среднее расстояние от Солнца 2,8 - 3,6 а.е. Они образуют «главный пояс». Однако некоторые астероиды подходят ближе к Солнцу, чем Меркурий, и удаляются за орбиту Сатурна. Например, астероиды группы Аполлона очень близко подходят к орбите Земли, астероид Икар пересекает орбиту Меркурия. Астрономы многих обсерваторий мира наблюдали прохождение мимо Земли астероида Таутатис. 8 декабря 1992 г. он был от нас на расстоянии 3,6 млн км.

• 2. Тема 2. Планета Земля. Фигура, размеры и внутреннее строение Земли.

• **Аннотация.** В данной теме рассматривается эволюция представлений о форме Земли: от шарообразной до геоида. Рассматриваются географические следствия формы и размеров Земли. Также дается общее представление о внутреннем строении нашей планеты. Детально этот вопрос изучается в курсе «Учение о литосфере».

• **Ключевые слова:** сила тяжести, полярное сжатие, полярный радиус, экваториальный радиус, экваториальное сжатие, трехосный эллипсоид вращения, геоид, кардиоид, земная кора, мантия, ядро Земли, граница Мохо, литосфера, астеносфера.

• Методические рекомендации по изучению темы.

- перед изучением материала необходимо вспомнить такие понятия как географическая широта и долгота, один градус дуги географического меридиана, центробежная сила, лунные затмения.

- также полезным будет узнать какие способы наблюдений за Солнцем, Луной и другими небесными телами были доступны в древние времена и в эпоху Великих географических открытий.

2.1. Развитие представлений о фигуре Земли шар, эллипсоид вращения (трехосный), геоид.

Первые представления о форме и размерах Земли появились в Древней Греции. Пифагор (VI в. до н.э.) и его ученики провозгласили Землю шаром, считая, что это самая идеальная фигура. Шарообразную форму Земли Аристотель (IV в. до н.э.) доказывал лунными затмениями, изменением звездного неба при движении по меридиану и расширением горизонта при подъеме.

Эратосфен (III в. до н.э.) впервые произвел измерение длины меридиана. Он заметил, что в день летнего солнцестояния в Сиене (Асуан) Солнце освещает дно самых глубоких колодцев, следовательно, стоит в зените. В Александрии Солнце в это время отстоит от зенита на угол $7^{\circ} 12'$, что составляет $\frac{1}{50}$ часть окружности. Измерив расстояние между Сиеной и Александрией и умножив на пятьдесят, Эратосфен вычислил длину меридиана Земли, а следовательно, и радиус Земли. Полученные им размеры расходятся с результатами современных вычислений менее чем на 25 км.

В конце XVII в. благодаря работам И. Ньютона возникло предположение, что Земля ввиду осевого вращения должна быть сжата у полюсов.

2.2. Географическое значение фигуры и размеров Земли. Основные геосферы земная кора, мантия, ядро и их характеристика.

Географическое значение формы и размеров Земли заключается в том, что ее шарообразная форма обуславливает закономерное изменение угла падения солнечных лучей от экватора к полюсам. Образуется главная географическая закономерность - *географическая зональность компонентов и комплексов географической оболочки*.

Шаровая фигура при минимальном объеме концентрирует максимальную массу материи. Вещество планеты сжимается, внутри формируется центральное ядро и оболочки.

2.3. Соотношение понятий земная кора и литосфера. Тектоносфера. Источники энергии в недрах Земли. Процессы, протекающие в недрах Земли, и их географические следствия.

Земля, как и другие планеты, имеет оболочечное строение. К внешним оболочкам относятся атмосфера и гидросфера. Твердое тело Земли состоит из земной коры, мантии и ядра. Выделяют четыре типа земной коры, они соответствуют четырем наиболее крупным формам поверхности Земли. Существуют понятия «земная кора» и «литосфера». *Литосфера* - каменная оболочка Земли, образованная земной корой и частью верхней мантии. Мощность ее составляет 150 - 200 км, ограничена астеносферой. Только верхняя часть литосферы называется *земной корой*. *Астеносфера* (греч. *asthenes* - слабый) - слой пониженной твердости и прочности в верхней мантии Земли. Астеносфера - основной источник магмы, в ней располагаются очаги питания вулканов и происходит перемещение литосферных плит.

• 3. Тема 3. Осевое вращение Земли и его следствия.

• **Аннотация.** В данной теме рассматриваются вопросы осевого вращения Земли и его следствия: сила Кориолиса, и исчисление времени.

• **Ключевые слова:** угловая и линейная скорость вращения, маятник Фуко, звездные сутки, истинные солнечные сутки, средние солнечные сутки, уравнение времени, местное время, поясное время, всемирное время, декретное время, линия перемены дат, сумерки, белые ночи.

Методические рекомендации по изучению темы.

- при изучении данной темы важно не только пользоваться графическим материалом, но и самостоятельно начертить эллипсоид вращения, показать графически отклонение падающих тел при вращении Земли, показать отклонение движущихся тел по меридиану и другие чертежи и рисунки по теме..

- также полезным будет узнать историю опыта с маятником Фуко не только во Франции, но и в других странах.

3.1. Доказательства вращения Земли. Географические полюсы. Географическая сеть экватор, параллели, меридианы. Роль осевого вращения в формировании фигуры Земли.

Главным физическим доказательством вращения Земли служит *маятник Фуко*. Согласно законам физики, качающееся тело сохраняет неизменной плоскость своего качания относительно Мирового пространства. Если поместить под маятник круг с делениями, то окажется, что по отношению к Земле положение плоскости меняется, т. е. Земля поворачивается вокруг своей оси. Если маятник повесить над полюсом Земли, то ее вращение не будет оказывать никакого воздействия на направление плоскости качания, но наблюдателю на вращающейся Земле будет заметно кажущееся смещение плоскости движения маятника. За одни звездные сутки плоскость колебания маятника совершит полный оборот относительно поверхности Земли с угловой скоростью 15° за 1 ч. На экваторе плоскость качания маятника относительно земной поверхности будет сохранять свое положение и никакого кажущегося отклонения наблюдатель не заметит. На остальных широтах на Земле угол отклонения зависит от широты места. В Санкт-Петербурге отклонение в 1 ч составляет 13° , в Москве - $12,5^\circ$. Доказательством вращения Земли является фигура самой планеты, наличие сжатия земного эллипсоида. Сжатие возникает при участии центробежной силы, развивающейся в свою очередь на вращающейся планете. Любая точка на Земле находится под воздействием земного притяжения и центробежной силы. Равнодействующая этих сил направлена к экватору, оттого Земля в экваториальном поясе выпукла, у полюсов имеет сжатие.

3.2. Отклоняющая сила вращения Земли (Кориолисово ускорение) и ее проявление в географической оболочке.

Важным следствием осевого вращения Земли является кажущееся отклонение тел, движущихся в горизонтальном направлении, от направления их движения. По закону инерции, всякое движущееся тело стремится сохранить направление (и скорость) своего движения относительно Мирового пространства. Если движение происходит относительно перемещающейся поверхности, например вращающейся Земли, наблюдателю на Земле кажется, что тело отклонилось. В действительности тело продолжает двигаться в заданном направлении. Отклоняющее действие вращения Земли называют **силой Кориолиса**. *Сила Кориолиса всегда перпендикулярна движению, направлена вправо в Северном полушарии и влево - в Южном*. На экваторе сила Кориолиса равна нулю, величина ее возрастает к полюсам. Сила Кориолиса способствует образованию атмосферных вихрей, оказывает влияние на отклонение морских течений, благодаря ей подмываются правые берега рек в Северном полушарии и левые берега - в Южном полушарии.

3.3. Смена дня и ночи. Сутки звездные и солнечные. Время солнечное, местное, поясное, летнее, всемирное. Сумерки гражданские, навигационные, астрономические. Линия перемены дат. Суточная ритмика природы.

Период осевого вращения Земли называется сутками, это - естественная единица измерения времени. Выделяются понятия звездные и солнечные сутки. **Звездные сутки** - промежуток времени между двумя верхними кульминациями звезды (прохождениями звезды через меридиан точки наблюдения). Звездные сутки равны 23 ч 56 мин 4 с. Звездные сутки удобны для астрономических наблюдений, но неудобны для населения Земли. **Истинные солнечные сутки** - промежуток времени между двумя кульминациями центра Солнца, за начало суток принята нижняя кульминация - полночь. В течение года продолжительность истинных суток немного меняется из-за изменения скорости орбитального движения Земли и наклона экватора к эклиптике. Поэтому в практических целях используется **среднее солнечное время** - средняя продолжительность истинных солнечных суток, которая равна 24 ч. Разность между истинным солнечным временем и средним временем называется **уравнением времени**. Среднее солнечное время в любой момент равно истинному солнечному времени минус уравнение времени.

Сутки начинаются одновременно на всем меридиане. Среднее солнечное время на каждом меридиане свое, оно называется **местным временем**. **Линия перемены даты** - условная линия, служащая для разграничения мест, которые в один и тот же момент времени имеют разные календарные даты.

3.4. Тормозящее действие приливов на скорость вращения Земли.

Общепланетарное значение приливов заключается в замедлении осевого вращения Земли. Считается, что приливное воздействие Земли уже замедлило осевое вращение Луны, период осевого вращения самой Земли увеличивается на 1 с за 55 тыс. лет.

• 4. Тема 4. Движение Земли вокруг Солнца и его следствия.

- **Аннотация.** В данной теме рассматриваются вопросы движения Земли вокруг Солнца и его следствия: смена времен года, годовая ритмика природы, изменение продолжительности дня и ночи в течение года.

- **Ключевые слова:** эклиптика, перигелий, афелий, небесный экватор, сидерический и тропический год, прецессия, законы Кеплера, тропики и полярные круги, дни солнцестояний и равноденствий, пояса освещения, юлианский и григорианский календари.

• Методические рекомендации по изучению темы.

- при изучении данной темы важно не только пользоваться графическим материалом, но и самостоятельно начертить положение Земли в поле солнечных лучей в дни солнцестояний и равноденствий, а также прецессию Земной оси. .

- также полезным будет познакомиться со схемой небесной сферы, пространственными положениями небесного экватора и плоскости эклиптики.

4.1. Доказательства годового движения Земли. Особенности движения Земли по орбите прямое направление движения, меняющаяся скорость, почти неизменное положение оси вращения Земли в пространстве и ее наклона к плоскости орбиты в течение года. Движение

Солнца среди звезд по эклиптике как отражение годового движения Земли по орбите. Годы - звездный (сидерический) и тропический.

Планета Земля движется вокруг Солнца по орбите длиной 934 млн км со средней скоростью 29,8 км/с. Доказательством движения Земли является параллактическое смещение звезд дважды в год на один и тот же угол. Оно объясняется наблюдениями звезд с разных точек орбиты Земли. Вторым доказательством движения Земли вокруг Солнца является годовое абберационное смещение звезд, открытое в 1728 г. английским астрономом Дж. Брадлеем (1693-1762). Абберация - угол между наблюдаемым (видимым) и истинным направлением на светило. Дело в том, что пока свет от звезды доходит до окуляра прибора, наблюдатель вместе с прибором перемещается по орбите вокруг Солнца. Чтобы свет от звезды попал в объектив, нужно направить прибор не на истинное направление на звезду, а на расчетное. Годовое движение Земли вокруг Солнца можно наблюдать по непрерывному изменению положения Солнца на небе: изменяется полуденная высота Солнца, азимутальный угол восхода и заката.

Видимый годовой путь Солнца по небесной сфере, *эклиптика*, представляет собой *сечение небесной сферы плоскостью земной орбиты*. *Небесный экватор* - линия пересечения плоскости земного экватора с небесной сферой. Эклиптика с небесным экватором в современную эпоху образует угол $23^{\circ}27'$. Места их пересечения называются точками весеннего и осеннего равноденствия. В этих точках Солнце бывает 21 марта и 23 сентября. Движение Земли по орбите совершается против часовой стрелки, в том же направлении происходит и вращение Земли вокруг своей оси. Ось вращения сохраняет практически неизменное направление в пространстве - направление на Полярную звезду (Северный полюс Мира). Земля движется по эллиптической орбите, поэтому расстояние от нее до Солнца меняется в течение года: в ближайшей к Солнцу точке орбиты - перигелии - расстояние равно 147 млн км, в дальней точке орбиты - афелии - расстояние увеличивается до 152 млн км. Полный оборот Земля совершает за 365 сут 6 ч 9 мин 9,6 с. Этот промежуток времени называется *звездным сидерическим годом*. *Тропический год* - промежуток времени между двумя прохождением Солнца через точку весеннего равноденствия. Тропический год на 20 мин 24 с короче звездного, так как точка весеннего равноденствия движется навстречу годовому движению Солнца. Подобное явление объясняется *прецессией* – движением оси вращения Земли вокруг перпендикуляра к плоскости вращения с вершиной в центре Земли, при котором ось описывает круговую коническую поверхность. Наклон оси при этом не меняется. Период прецессии составляет 26 000 лет. Если сейчас Северный полюс Мира направлен к окрестности Полярной звезды, то через 13 000 лет он будет смотреть на Бегу (*α* Лиры). Изменение положения оси вращения приводит к смещению сезонов года. Через 13 000 лет лето в Северном полушарии будет приходиться на 12, 1, 2-й месяцы.

4.2 Изменение наклона солнечных лучей на разных широтах в течение года. Равноденствия и солнцестояния. Тропики и полярные круги. Смена времен года. Годовая ритмика природы.

Географическими следствиями годового движения Земли является *смена сезонов года, изменение продолжительности дня и ночи, образование поясов освещения, годовой ритм в географической оболочке*. В день зимнего солнцестояния 22 декабря Солнце стоит в зените на Южном тропике и освещает больше Южное полушарие. Земля находится вблизи точки перигелия своей орбиты. Область около Южного полюса, ограниченная Южным полярным кругом, освещается незаходящим Солнцем. В Северном полушарии за Северным полярным кругом

начинается полярная ночь. Продолжительность ее разная на разных широтах и увеличивается от Полярного круга до полюса от одного дня до полугода. День в Северном полушарии короче ночи, в Москве продолжительность самого короткого дня около 7 часов. День зимнего солнцестояния - начало астрономической зимы в Северном полушарии. В дни весеннего и осеннего равноденствий 21 марта и 23 сентября Солнце стоит в зените на экваторе и равномерно освещает оба полушария. Светораздельная линия (терминатор) проходит через географические полюсы. В эти дни ночь равна дню на всех широтах Земли (12 часов). Дни весеннего и осеннего равноденствий - начало астрономических весны и осени в соответствующем полушарии. В день летнего солнцестояния 22 июня Солнце стоит в зените на Северном тропике и освещает больше Северное полушарие. Земля находится вблизи точки афелия. На небе Северного полушария в полдень Солнце занимает самое высокое положение. За Северным полярным кругом начинается полярный день, здесь Солнце не заходит за горизонт. В Южном полушарии за Южным полярным кругом Солнце вообще не появляется на небосводе. Продолжительность полярной ночи равна одному дню на Южном полярном круге и увеличивается на полюсе до полугода. День в Северном полушарии длиннее ночи, в Москве продолжительность самого длинного дня составляет 17 часов. День летнего солнцестояния - начало астрономического лета в Северном полушарии. Земля движется по орбите с различной скоростью: в точке перигелия скорость наибольшая, наименьшая скорость у Земли при прохождении точки афелия. Отсюда следует, что в Северном полушарии летний сезон самый продолжительный, зимний - самый короткий. Более того, поскольку Северное полушарие зимой ближе к Солнцу, а летом немного дальше, температурный режим его более благоприятный, чем Южного полушария: лето (по астрономическим причинам) более продолжительное и немного прохладнее, а зима короче и немного теплее.

4.3. . Изменение продолжительности дня и ночи в течение года. Полярные дни и ночи. Пояса освещенности (астрономические, тепловые пояса).

Пояса освещения, или астрономические тепловые пояса, выделяются по высоте Солнца над горизонтом и продолжительности освещения. В *жарком* поясе, расположенном между тропиками, Солнце дважды в год в полдень бывает в зените. На линиях тропиков Солнце стоит в зените только один раз в году: на Северном тропике (тропик Рака) Солнце стоит в зените в полдень - 22 июня, на Южном тропике (тропик Козерога) - 22 декабря. Продолжительность дня в жарком поясе в течение года изменяется мало (от 11 до 13 часов). Между тропиками и полярными кругами выделяются *два умеренных* пояса. В них Солнце никогда не стоит в зените, продолжительность дня и высота Солнца над горизонтом сильно меняются в течение года. Однако в течение суток обязательно бывает смена дня и ночи. Между полярными кругами и полюсами расположены *два холодных* пояса, здесь бывают полярные дни и ночи. Следовательно, в году бывают дни, когда Солнце вообще не показывается из-за горизонта или не опускается за горизонт.

4.4. Системы летосчисления. Календарь.

Календарь - система измерений длительных промежутков времени. За историю человечества было разработано множество вариантов календарей. Все они делятся на солнечные, лунные и лунно-солнечные. В основе солнечных календарей лежит продолжительность тропического года, в основе лунных - продолжительность лунного (синодического) месяца. Лунно-солнечные основаны на обоих принципах. Примером лунного календаря является магометанский календарь,

лунный год которого состоит из 12 лунных месяцев и содержит 354 или 355 средних солнечных суток.

• 5. Тема 5. Гравитационное и магнитное поле Земли.

5.1. . Сила тяжести и ее составляющие сила притяжения и центробежная сила. Измерение силы тяжести. Теоретическое (нормальное) и реальное гравитационные поля. Аномалии силы тяжести. Изостазия. Влияние силы тяжести на фигуру Земли. Значение гравитационной силы для процессов, протекающих в недрах Земли и в географической оболочке.

Гравитационное поле на Земле - это поле силы тяжести. Сила тяжести - равнодействующая сила между силой притяжения и центробежной силой, возникающей при вращении Земли. Центробежная сила достигает максимума на экваторе, но и здесь она мала и составляет $1/288$ от силы тяжести. На силу притяжения должно влиять космическое окружение планеты, распределение масс внутри Земли и на ее поверхности. По закону всемирного тяготения, силы взаимодействия зависят от массы тел и расстояний между ними. Влияние ближайших космических тел - Солнца и Луны - мало из-за огромных расстояний. Следовательно, сила тяжести на Земле в основном зависит от силы притяжения, на которую оказывает влияние распределение масс внутри Земли и на поверхности. Сила тяжести действует повсеместно, на Земле и направлена по отвесу к поверхности геоида. Напряженность гравитационного поля равномерно уменьшается от полюсов к экватору (на экваторе больше центробежная сила), от поверхности вверх (на высоте 36 000 км равна нулю) и от поверхности вниз (в центре Земли сила тяжести равна нулю).

5.2. Земной магнетизм и его природа. Элементы земного магнетизма магнитное склонение, магнитное наклонение, напряженность. Магнитные полюса, меридианы и экватор. Теоретическое (нормальное) и реальное магнитные поля. Магнитные аномалии.

Земной магнетизм - свойство Земли, обуславливающее существование вокруг нее магнитного поля, вызываемого процессами, происходящими на границе ядро - мантия. Впервые о том, что Земля - магнит, человечество узнало благодаря работам У. Гильберта. В трактате «О магните, магнитных телах и большом магните - Земле» (1600) Гильберт последовательно рассмотрел магнитные явления.

Магнитосфера - область околоземного пространства, заполненная заряженными частицами, движущимися в магнитном поле Земли. Она отделена от межпланетного пространства магнитопаузой. Это внешняя граница магнитосферы. Влияние магнитного поля проявляется в том, что магнитная стрелка компаса устанавливается в направлении магнитных силовых линий. Северный конец стрелки магнитного компаса всегда показывает на магнитный полюс Северного полушария. Плоскость большого круга, в котором устанавливается стрелка компаса, называется **магнитным меридианом**.

5.3. Понятие о палеомагнетизме. Вековые вариации элементов магнитного поля Земли. Миграции магнитных полюсов. Инверсии магнитного поля.

При изучении магнитного поля Земли, существовавшего в прошлые эпохи, пользуются *палеомагнитными* и *археомагнитными* методами. Палеомагнитный метод подтвердил мнение ученых о неоднократном изменении полярности магнитного поля. Обращения (изменения полярности) магнитного поля происходили многократно в течение геологической истории.

Полярность не меняется внезапно; напряженность магнитного поля постепенно уменьшается до нуля, затем медленно увеличивается в обратном направлении. Породы сохраняют в себе «ископаемое» магнитное поле, которое существовало в момент их образования.

5.4. Магнитосфера - сфера взаимодействия магнитного поля. Земли и солнечного ветра, ее форма и размеры. Радиационные пояса. Ионосфера. Магнитные бури, полярные сияния.

Магнитосфера имеет каплевидную форму. На стороне, обращенной к Солнцу, ее радиус равен 10 радиусам Земли, на ночной стороне под влиянием «солнечного ветра» увеличивается до 100 радиусов. Форма обусловлена воздействием солнечного ветра, который наталкиваясь на магнитосферу Земли, обтекает ее. Заряженные частицы, достигая магнитосферы, начинают двигаться по магнитным силовым линиям и образуют **радиационные пояса**. Внутренний радиационный пояс состоит из протонов, имеет максимальную концентрацию на высоте 3500 км над экватором. Внешний пояс образован электронами, простирается до 10 радиусов. У магнитных полюсов высота радиационных поясов уменьшается, здесь возникают области, в которых заряженные частицы вторгаются в атмосферу, ионизируя газы атмосферы и вызывая полярные сияния.

5.5. Магнитное поле и жизнь, магнитотропизм. Значение магнитного поля для географической оболочки.

Географическое значение магнитосферы очень велико: она защищает Землю от корпускулярного солнечного и космического излучения. С магнитными аномалиями связан поиск полезных ископаемых. Магнитные силовые линии помогают ориентироваться в пространстве туристам, кораблям. Живые организмы обладают *магнитотропизмом*, они способны ориентироваться в магнитном поле Земли.

• 6.Тема 6. Атмосфера. Солнечная радиация. Радиационный баланс.

6.1. Границы атмосферы. Состав воздуха основные газы и их значение, водяной пар, аэрозоли и их роль. Гомосфера и гетеросфера.

Атмосфера - воздушная оболочка Земли, удерживаемая силой притяжения и участвующая во вращении планеты. Сила земного притяжения удерживает атмосферу вблизи поверхности Земли. Наибольшее давление и плотность атмосферы наблюдаются у земной поверхности, по мере поднятия вверх давление и плотность уменьшаются. На высоте 18 км давление убывает в 10 раз, на высоте 80 км - в 75 000 раз. Нижней границей атмосферы является поверхность Земли. Верхней границей условно принята высота 1000-1200 км. **Атмосферный воздух** - механическая смесь газов, в которой во взвешенном состоянии содержатся пыль и вода. Чистый сухой воздух состоит из 78,09 % азота и 20,95 % кислорода, 0,93 % аргона, 0,03 % углекислого газа. Остальные газы: неон, гелий, криптон, водород - составляют менее 0,1 %. Процентное соотношение газов сохраняется неизменным до высоты 80-100 км, здесь простирается *гомосфера*. Выше происходит диссоциация (расщепление) молекул газа на атомы под действием ультрафиолетовой и корпускулярной радиации Солнца; атмосфера выше 100 км называется *гетеросферой*. До высоты 200 - 250 км преобладают атомарный азот и кислород, до 700 км - атомарный кислород, выше - атомарный водород. В верхних слоях атмосферы обнаружено новое соединение - гидроксил ОН. Наличие этого соединения объясняет образование водяного пара на больших высотах в атмосфере.

6.2. . Расслоение атмосферы по вертикали тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера и их характеристика. Нейтросфера и ионосфера.

По температурному режиму и другим свойствам атмосферу подразделяют на несколько слоев: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Два нижних слоя активно участвуют в круговоротах, взаимодействуя с другими геосферами географической оболочки, именно здесь формируются воздушные массы. По содержанию заряженных ионов атмосфера подразделяется на *нейтросферу* - слой с нейтральным составом до высоты 80 км и *ионосферу* - ионизированный слой.

6.3. Происхождение атмосферы и ее эволюция.

Сравнительный анализ атмосфер планет земной группы, планет-гигантов и атмосферы Земли позволяет сделать следующие выводы. Атмосфера Земли прошла в своем развитии три этапа. Первичная атмосфера планеты состояла из водорода и гелия - газов первичного протопланетного облака. Такая атмосфера наблюдается у планет-гигантов. Очевидно, из-за большого притяжения планет и удаленности от Солнца они сохранили первичные атмосферы. Планеты земной группы первичные атмосферы потеряли.

6.4. Значение атмосферы. Взаимодействие ее с другими земными оболочками. Охрана воздуха от загрязнения. Организация и методы исследования атмосферы.

В жизни географической оболочки атмосфера имеет огромное значение. Она является защитным экраном, не пропуская к Земле.

6.5. Солнечная радиация - основной источник энергии в географической оболочке. Спектральный состав солнечной радиации. Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Изменение солнечной радиации по широтам в зависимости от угла падения солнечных лучей и продолжительности дня. Ослабление солнечной радиации в атмосфере в результате отражения, поглощения и рассеяния. Прямая и рассеянная радиация на земной поверхности. Зависимость интенсивности (напряжения) прямой солнечной радиации от изменения длины пути луча в атмосфере и ее прозрачности. Солнечная инсоляция. Суточный и годовой ход прямой и рассеянной радиации. Суммарная радиация. Графическое распределение годовой величины суммарной солнечной радиации на поверхности Земли. Радиация, отраженная от земной поверхности. Альбе́до. Поглощенная радиация. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы. Встречное излучение. Эффективное излучение, факторы его определяющие, изменение годовой величины по широтам. Тепличный (оранжерейный) эффект атмосферы. Роль в нем водяного пара и диоксида углерода.

Солнечная радиация - поток электромагнитного излучения, поступающий от Солнца. На верхней границе атмосферы интенсивность (плотность потока) солнечной радиации равна $8,3 \text{ Дж}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$. Количество теплоты, которое получает 1 см^2 черной поверхности в 1 мин при перпендикулярном падении солнечных лучей, называется **солнечной постоянной**. В зависимости от изменения расстояния от Земли до Солнца в течение года происходят колебания солнечной постоянной: в начале января она увеличивается, в начале июля уменьшается. Годовые колебания солнечной постоянной составляют 3,5 %. При прохождении через атмосферу солнечная радиация испытывает качественные и количественные изменения. Интенсивность напряжения солнечной радиации при перпендикулярном падении солнечных лучей зависит от прозрачности и длины пути луча в атмосфере - **закон Бугера-Ламберта** . При прохождении через атмосферу

солнечная радиация претерпевает качественные изменения: она частично поглощается атмосферой, рассеивается и отражается. К земной поверхности в виде потока лучей подходит около 31 % всей солнечной радиации, поступившей на верхнюю границу атмосферы, она называется **прямой радиацией**. Сумма прямой и рассеянной радиации (52 %) называется **суммарной радиацией**. Распределение суммарной радиации по земной поверхности зонально. Суммарная солнечная радиация, поступившая на земную поверхность, частично отражается обратно. Отношение отраженной радиации к суммарной, выраженное в процентах, называется **альбедо**. Поглощая радиацию, Земля сама становится источником излучения. Тепловое излучение Земли (**земная радиация**) является длинноволновым, так как длина волны зависит от температуры. Атмосферное излучение, направленное к земле, называется **встречным излучением атмосферы**, оно тоже длинноволновое. В атмосфере встречаются два потока длинноволновой радиации - излучение поверхности (земная радиация) и излучение атмосферы. Разность между ними, определяющая фактическую потерю теплоты земной поверхностью, называется **эффективным излучением**, оно направлено в Космос, так как земное излучение больше. Наибольшее эффективное излучение в тропических пустынях (380 кДж/см^2 в год), что объясняется большой суммарной радиацией, а также отсутствием облаков, большой сухостью воздуха и продолжительностью ночи на 20° широты (изменяется от 13 ч 13 мин до 10 ч 47 мин). В экваториальных широтах эффективное излучение снижается до $125 - 210 \text{ кДж/см}^2$ в год из-за большой влажности и облачности. В умеренных широтах его величина составляет 125 кДж/см^2 в год, в полярных - 85 кДж/см^2 в год. В целом для Земли эффективное излучение равно 190 кДж/см^2 в год. Углекислый газ вместе с водяным паром вызывает парниковый эффект атмосферы. **Парниковый эффект** - нагрев внутренних слоев атмосферы, объясняющийся способностью атмосферы пропускать коротковолновое излучение Солнца и не выпускать длинноволновое излучение Земли. Если бы углекислого газа в атмосфере было в два раза больше, средняя температура Земли достигла бы 18°C , сейчас она равна $14-15^\circ\text{C}$.

6.6. Прогноз антропогенного потепления климата Земли. Радиационный баланс (остаточная радиация) и его составляющие. Схема радиационного баланса Радиационный баланс подстилающей поверхности, атмосферы и системы «Земля - атмосфера». Географическое распределение радиационного баланса земной поверхности.

Земля одновременно получает радиацию и отдает ее. Разность между получаемой и расходуемой радиацией называется **радиационным балансом**, или **остаточной радиацией**. Радиационный баланс складывается из баланса поверхности и атмосферы. Приход радиационного баланса поверхности составляет суммарная радиация (Q) и встречное излучение атмосферы, расход - отраженная радиация (R_k) и земное излучение. Разность между земным излучением и встречным излучением атмосферы - эффективное излучение ($E_{\text{эф}}$) имеет знак минус и является частью расхода в радиационном балансе:

$$R_6 = Q - E_{\text{эф}} - R_k$$

Радиационный баланс распределяется зонально, уменьшается от экватора к полюсам.

• 7.Тема 7. Тепловой баланс подстилающей поверхности и атмосферы. Изменение температуры с высотой.

7.1. Тепловой баланс и его составляющие. Уравнение теплового баланса земной поверхности, атмосферы и системы «Земля-атмосфера». Схема теплового баланса земной поверхности.

Особенности нагревания почвогрунтов и водной поверхности. Различия теплового режима суши и водоемов. Зонально-региональное распределение температуры подстилающей поверхности.

Тепловой баланс - алгебраическая сумма потоков теплоты, приходящих на земную поверхность в виде радиационного баланса и уходящих от нее. Он складывается из теплового баланса поверхности и атмосферы. В приходной части теплового баланса земной поверхности стоит радиационный баланс, в расходной – затраты теплоты на испарение (LE , где L - скрытая теплота парообразования; E - количество испарившейся воды), на нагрев атмосферы (P) от Земли (главным образом за счет турбулентного теплообмена и конвекции), на нагрев почв (A):

$$T_{\sigma} = R_{\sigma} - LE - A - P$$

Непосредственно солнечными лучами нагревается земная поверхность, а уже от нее - атмосфера. Поверхность, получающая и отдающая теплоту, называется *действенной поверхностью*. В температурном режиме поверхности выделяется суточный и годовой ход температур. **Суточный ход температур поверхности** - изменение температуры поверхности в течение суток. **Годовой ход температур поверхности** - изменение среднемесячной температуры поверхности в течение года. Годовой ход температур поверхности обусловлен ходом солнечной радиации и зависит от широты места. В умеренных широтах максимум температур поверхности суши наблюдается в июле, минимум - в январе; на океане максимумы и минимумы запаздывают на месяц. **Годовая амплитуда температур поверхности** равна разнице между максимальными и минимальными среднемесячными температурами. Годовая амплитуда температур поверхности возрастает с увеличением широты места, что объясняется возрастанием колебаний величины солнечной радиации. Наибольших значений годовая амплитуда температур достигает на континентах; на океанах и морских берегах годовые амплитуды температур значительно меньше. Самая маленькая годовая амплитуда температур отмечается в экваториальных широтах, где она составляет 2 - 3°. Самая большая годовая амплитуда - в субарктических широтах на материках - более 60°.

7.2. Процесс нагревания и охлаждения нижних слоев тропосферы. Турбулентный теплообмен, конвекция, адвекция, теплообмен при фазовых переходах воды (испарении, конденсации, сублимации).

Атмосферный воздух незначительно нагревается непосредственно солнечными лучами, так как воздушная оболочка свободно пропускает солнечные лучи. *Атмосфера нагревается от подстилающей поверхности*. В дневные часы почва отдает теплоту прилегающим слоям воздуха. В ночные часы почва ее теряет вследствие излучения. Воздух ночью, как более теплый, отдает теплоту почве и сам теряет ее за счет собственного излучения в мировое пространство. Источником нагревания нижних слоев атмосферы является турбулентный поток теплоты от подстилающей поверхности. Теплота в атмосферу передается *конвекцией, адвекцией и конденсацией водяного пара*. Слои воздуха, нагреваясь от почвы, становятся более легкими и поднимаются вверх, а более холодный, следовательно, более тяжелый воздух опускается вниз. В результате тепловой конвекции идет прогревание высоких слоев воздуха. Тепловая конвекция особенно хорошо протекает летом, скорость вертикального подъема воздуха может достигать 10 м/с. В умеренных широтах тепловая конвекция протекает только в летний сезон, в низких широтах - в течение всего года. Днем конвекция наблюдается на суше, ночью - над водной поверхностью. Второй процесс передачи теплоты - адвекция - горизонтальный перенос воздуха. Роль адвекции заключается в передаче теплоты из низких в высокие широты, в зимний сезон

тепло передается от океанов к материкам. Конденсация водяного пара - важный процесс, осуществляющий передачу теплоты высоким слоям атмосферы. При испарении теплота забирается от испаряющей поверхности, при конденсации в атмосфере эта теплота выделяется. С высотой температура убывает.

7.3. Изменение температуры воздуха с высотой. Вертикальный температурный градиент.

Изменение температуры воздуха на единицу расстояния называется **вертикальным температурным градиентом**, в среднем он равен $0,6^\circ$ на 100 м. В приземном слое атмосферы вертикальный температурный градиент может достигать нескольких сот градусов на 100 м. Большой коэффициент шероховатости почвы замедляет турбулентный поток теплоты, поэтому в приземном слое воздуха температура на 5° выше, чем на высоте 2 м. Следовательно, вертикальный температурный градиент равен 250° на 100 м.

7.4. Адиабатические процессы. Сухо- и влажноадиабатические градиенты. Инверсия температуры и ее типы.

В поднимающемся воздухе температура изменяется адиабатически. **Адиабатический процесс** - процесс изменения температуры воздуха при его вертикальном движении без теплообмена с окружающей средой. Поднимающийся воздух адиабатически охлаждается, так как при подъеме он попадает в разреженные слои и энергия затрачивается на увеличение объема. В сухом ненасыщенном водяными парами воздухе температура уменьшается на Γ на каждые 100 м при подъеме. Эту величину принято называть **сухоадиабатическим градиентом**. Во влажном воздухе, у которого относительная влажность почти 100 %, градиент равен $0,5^\circ$ на 100 м, так как теплота, выделенная при конденсации, компенсирует потери. Эта величина называется **влажноадиабатическим градиентом**. Опускающийся воздух нагревается, опускаясь, он попадает в более плотные слои атмосферы, при сжатии энергия выделяется. Нагрев идет на Γ на 100 м. Адиабатические процессы наблюдаются при конвекции, подъеме воздуха по склону или по фронтальной поверхности. В атмосфере при увеличении высоты температура воздуха закономерно уменьшается; однако в атмосфере существуют слои, в которых наблюдается увеличение температуры. Эти слои называются инверсионными, а процесс увеличения температуры воздуха с высотой – **инверсией**. В образовании инверсий участвуют различные факторы. Большое влияние оказывает подстилающая поверхность. Выделяют две группы инверсий: приземные и в свободной атмосфере. К группе приземных инверсий *относят радиационные, орографические, адвективные*.

• 8. Тема 8. Суточный и годовой ход температуры. Карты изотерм. Тепловые пояса.

8.1. Суточный ход температуры воздуха и суточная амплитуда температуры. Заморозки, их типы.

Суточным ходом температуры воздуха называется изменение температуры воздуха в течение суток. Суточный ход температуры воздуха, в общем, отражает ход температуры земной поверхности, но моменты наступления максимумов и минимумов несколько запаздывают, максимум наблюдается в 14 часов, минимум - после восхода Солнца. Суточные колебания температуры воздуха зимой заметны до высоты 0,5 км, летом - до 2 км. **Суточная амплитуда температуры воздуха** - разница между максимальной и минимальной температурами воздуха в течение суток. Суточная амплитуда температуры воздуха наибольшая в тропических пустынях - до 40° , в экваториальных и умеренных широтах она уменьшается (рис. 5.8). Суточная амплитуда

температуры меньше зимой и в облачную погоду. Над водной поверхностью она значительно меньше, чем над сушей; над растительным покровом меньше, чем над оголенными поверхностями. Заморозками называют кратковременные понижения температуры воздуха ниже нуля, когда среднесуточная температура его выше нуля. В умеренных широтах заморозки случаются в переходные сезоны года, когда ночью температура воздуха опускается ниже нуля. По времени образования бывают заморозки ранне- и поздневесенние (май - июнь) и ранне- и поздне-осенние (август-октябрь).

8.2. Годовой ход температуры воздуха и годовая амплитуда температуры. Основные типы годового хода температур: экваториальный, тропический, тип умеренных широт, полярный. Морской и континентальный ход температур.

Годовой ход температуры воздуха определяется, прежде всего, широтой места. **Годовой ход температуры воздуха** - изменение среднемесячной температуры в течение года. **Годовая амплитуда температуры воздуха** - разница между максимальной и минимальной среднемесячными температурами. Выделяют четыре типа годового хода температуры; в каждом типе два подтипа - *морской* и *континентальный*, характеризующиеся различной годовой амплитудой температуры.

8.3. Карты изотерм и изаномал. Зонально-региональные особенности распределения температуры воздуха. Термический экватор. Абсолютный максимум и минимум температуры воздуха на Земле.

Географическое распределение температуры воздуха показывают с помощью **изотерм** - линий, соединяющих на карте точки с одинаковыми температурами. Распределение температуры воздуха зонально, годовые изотермы в целом имеют субширотное простираие и соответствуют годовому распределению радиационного баланса. **Изаномалы** - линии, соединяющие точки с одинаковыми аномалиями температур. Аномалии представляют собой отклонения фактических температур от среднеширотных. Аномалии бывают положительные и отрицательные.

8.4. Тепловые пояса Земли.

Тропики и полярные круги нельзя считать действительными границами **тепловых (температурных) поясов**, так как на распределение температур влияет еще ряд факторов: распределение суши и воды, течений. За границы тепловых поясов приняты изотермы. Жаркий пояс располагается между годовыми изотермами 20°C и оконтуривает полосу дикорастущих пальм. Границы *умеренного* пояса проводятся по изотерме 10°C самого теплого месяца. В Северном полушарии граница совпадает с распространением лесотундры. Граница *холодного* пояса проходит по изотерме 0°C самого теплого месяца. Пояса (области) *мороза* располагаются вокруг полюсов.

• 9. Тема 9. Вода в атмосфере. Характеристики влажности. Конденсация и сублимация. Гидрометеоры. Облака.

9.1. Формы воды в атмосфере. Влагооборот. Испарение и испаряемость. Факторы, определяющие величину и скорость испарения. Суточный и годовой ход испарения. Географическое распределение испарения на земной поверхности.

Влагооборот - непрерывный процесс перемещения воды под действием солнечной радиации и силы тяжести. Процесс этот незамкнут, поэтому правильнее говорить «влагооборот», а не

«круговорот воды». Благодаря влагообороту в атмосфере возникают облака, на землю выпадают осадки. Выделяют *малый, большой и внутриматериковый* влагооборот. Малый влагооборот наблюдается над океаном, здесь взаимодействуют атмосфера, гидросфера, в процессе участвует живое вещество. Благодаря испарению в атмосферу поступает водяной пар, образуются облака и осадки выпадают на океан. *Испарение* - процесс перехода воды из жидкого состояния в газообразное. Одновременно идет обратный процесс - водяной пар переходит в жидкость, испарение идет тогда, когда первый процесс преобладает. В процессе испарения молекулы воды преодолевают силы молекулярного притяжения и вылетают в воздух. Суточный ход испарения параллелен суточному ходу температур. Наибольшее испарение наблюдается в середине дня, минимум - в ночные часы. В годовом ходе испарения максимум приходится на лето, минимум наблюдается зимой. Величина испарения распределяется зонально по поверхности Земли. Максимальное испарение наблюдается в тропических широтах над океанами - 3000 мм/год, на суше величина испарения в тропических пустынях резко сокращается до 100 мм/год. На экваторе на суше и океане величина испарения примерно одинакова - 1500 - 2000 мм/год. В лесной зоне умеренных широт испарение составляет 600 мм/год, в пустынях уменьшается до 100 мм/год. Минимальное испарение характерно для полярных широт - 100 мм/год. *Испаряемость* - максимально возможное испарение при неограниченных запасах воды. Испарение и испаряемость совпадают над океанами, над сушей испарение всегда меньше испаряемости. Максимальная испаряемость характерна для суши тропических широт: 2500 - 3000 мм в Северном полушарии, 2000 мм в Южном. В экваториальных широтах испаряемость равна 1500 мм/год, в умеренных широтах - 450 - 600 мм/год, в полярных широтах - менее 200 мм/год.

9.2. Характеристики влажности воздуха: абсолютная влажность, фактическая упругость водяного пара, упругость насыщения, относительная влажность, дефицит влажности, связь между ними и температурой воздуха. Температура точки росы.

Абсолютная влажность воздуха (a) - реальное количество водяного пара в 1 м³ воздуха, г/м³. В единицах давления ей соответствует фактическая упругость водяного пара (e), гПа. Значения a и e близки, при температуре 16,4⁰ С совпадают. С увеличением температуры абсолютная влажность увеличивается, так как теплый воздух может содержать больше водяных паров. **Максимальная влажность (A)** - предельное содержание водяных паров при данной температуре, г/м³. В единицах давления ей соответствует упругость насыщения (E), гПа. **Относительная влажность** — отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах, или отношение фактической упругости водяного пара к упругости насыщения. **Дефицит влажности (D)** - разность между максимальной влажностью и абсолютной, г/м³, или между упругостью насыщения и фактической упругостью водяного пара, гПа. **Точка росы** - температура, при которой воздух становится насыщенным при данном содержании водяного пара и неизменном давлении. При достижении температуры точки росы в воздухе начинается конденсация водяных паров.

9.3. Суточный и годовой ход влажности воздуха. Изменение характеристик влажности воздуха с высотой. Географическое распределение абсолютной и относительной влажности воздуха.

В природных условиях наблюдается два типа суточного хода абсолютной влажности. Первый тип характерен для океанов: в этом типе максимум абсолютной влажности наблюдается в середине дня, минимум - перед восходом Солнца. Второй тип формируется над сушей. Здесь выделяется два максимума. Годовой ход абсолютной и относительной влажности имеет простой режим. Максимум в годовом ходе абсолютной влажности приходится на лето, минимум - на зимние

месяцы. Относительная влажность имеет годовой ход, обратный годовому ходу температур: максимум приходится на зиму, минимум - на лето. Географическое распределение влажности зависит от температуры воздуха, испарения и переноса паров воды.

9.4. Конденсация и сублимация водяного пара на поверхности. Гидрометеоры: роса, иней, изморозь, жидкий и твердый налет, гололед. Обледенение самолетов.

Гидрометеорами называют продукты конденсации, образовавшиеся при непосредственном контакте водяного пара с земной поверхностью. К гидрометеорам относятся роса, иней, твердый и жидкий налет, изморозь. Гололед является особым типом атмосферных осадков. *Роса* - капельки воды, образующиеся в летнее время года, когда поверхность охлаждается до точки росы, но не до отрицательной температуры. Водяной пар при соприкосновении с холодными предметами (трава, почва) конденсируется - образуется роса. Днем роса испаряется. *Иней* - твердый белый осадок, появляющийся в случае заморозков на почве. При этом водяной пар, соприкасаясь с холодной поверхностью, имеющей отрицательную температуру, сублимируется на ней в виде кристаллов. *Жидкий и твердый налеты* образуются в холодную половину года при вторжении теплого воздуха. Если температура воздуха чуть выше нуля, то при соприкосновении водяного пара с холодными предметами (вертикальные стенки, ветви деревьев) образуется тонкая пленка воды - жидкий налет, если его температура ниже нуля, появляется корка льда - твердый налет. *Изморозь* - белый рыхлый легко осыпавшийся осадок, похожий на бахрому, образуется зимой в туманную погоду на деревьях, проводах. Изморозь может образоваться при соприкосновении водяного пара с предметами или при намерзании капелек воды. В первом случае изморозь называется кристаллической, во втором - зернистой. Толщина изморози небольшая, около 1 см, опасности она не представляет. *Гололед* - слой гладкого прозрачного льда на земле, деревьях, проводах, мощность его может достигать метра. Образуется зимой при выпадении переохлажденного дождя. При гололеде увеличивается число дорожных происшествий, в воздухе происходит обледенение самолетов. От гололеда следует отличать *гололедицу* - явление подмораживания воды и мокрого снега ночью после оттепели.

9.5. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Ядра конденсации. Туманы, их типы и распространение. Смог. Облака, условия их образования. Международная классификация облаков. Генетические типы облаков: восходящего скольжения, конвективные, волнистые, турбулентного перемешивания. Водность облаков. Облачность, ее суточный и годовой ход на различных широтах и географическое распространение.

Поднимаясь, водяной пар достигает уровня конденсации и переходит в жидкое состояние. Та высота, на которой воздух достигает предела насыщения, называется **уровнем конденсации**. Кроме испарения в воздухе может начаться сублимация - переход водяного пара, в твердое состояние минуя жидкую фазу. Сублимация происходит при температуре около - 10°C. Конденсация водяного пара в атмосфере приводит к образованию туманов и облаков. Туманы возникают в приземном слое воздуха, облака - в свободной атмосфере. **Облака** - видимое скопление продуктов конденсации в виде капелек воды и кристаллов льда на некоторой высоте в атмосфере. В 1929 - 1932 гг. Международной облачной комиссией была разработана международная классификация облаков, в ее основу положены такие признаки, как внешний вид, форма облаков. По происхождению выделяют облака *конвективные, восходящего скольжения, волнистые и турбулентного перемешивания*. Степень покрытия неба облаками называется

облачностью, она выражается в баллах. Если все небо покрыто облаками - 10 баллов, если небо ясное - 0 баллов. В суточном ходе облачности над сушей обнаруживаются два максимума - ранним утром и после полудня. Распределение облачности на Земле зонально. Наиболее покрыто небо облаками в экваториальных широтах: на суше - 5 - 6 баллов, на океане до 7 баллов, развиты конвективные облака. В пустынях тропических широт облачность очень мала - 2 - 4 балла, в умеренных и полярных широтах облачность составляет 6 - 7 баллов. При увеличении широты возрастает доля облаков восходящего скольжения. Для Земли в целом облачность составляет 6 баллов.

• **10. Тема 10. Атмосферные осадки. Их виды. Снежный покров. Карты изогийет.**

10.1. Атмосферные осадки. Их виды: жидкие - дождь, морось; твердые - снег, крупа, град; смешанные и условия их формирования. Типы осадков по условиям образования фронтальные и внутримассовые (конвективные и орографические). Типы осадков по продолжительности и характеру выпадения, ливневые, обложные, морозящие. Интенсивность осадков.

Атмосферными осадками называют капли и кристаллы воды, выпавшие на земную поверхность из атмосферы. По агрегатному состоянию выделяют *жидкие, твердые* и *смешанные* осадки. К жидким осадкам относятся *дождь* и *морось*. Капли дождя имеют диаметр от 0,05 до 7 мм, максимальный размер капли 9,4 мм. Капли диаметром до 0,5 мм образуют *морось*, падение капелек мороси на глаз незаметно. К твердым осадкам относятся *снежная* и *ледяная крупа, снег* и *град*. По характеру выпадения атмосферные осадки подразделяют на *ливневые, обложные* и *морозящие*. По происхождению осадки могут быть внутримассовыми (конвективными) и фронтальными. Внутримассовые осадки формируются в одной воздушной массе при развитии конвекции в результате нагрева поверхности или при подъеме по склону гор. Фронтальные осадки образуются при соприкосновении двух воздушных масс. Осадки выпадают всегда из более теплой воздушной массы, именно теплый воздух поднимается, достигает уровня конденсации и в нем происходит конденсация водяных паров.

10.2. Суточный ход осадков на разных широтах. Основные типы годового режима осадков, экваториальный, муссонный, средиземноморский, умеренный морской и континентальный.

В годовом режиме осадков выделяют четыре *типа годового хода осадков*. Для *экваториального* типа годового хода осадков характерно практически равномерное выпадение осадков в течение года с двумя небольшими максимумами после дней равноденствия, общее количество составляет 1500-2000 мм. В *муссонном* типе годового хода осадков наблюдается один абсолютный летний максимум осадков, зимой осадков мало. Количество осадков в тропических широтах равно 1500 мм, во внетропических широтах оно уменьшается до 1000 - 700 мм. *Средиземноморский* тип годового хода осадков отличается зимним максимумом, связанным с активизацией полярного фронта. Летом при господстве тропической воздушной массы количество осадков резко уменьшается. В этом типе общее количество осадков уменьшается от 1000 мм на западных берегах материков до 300 мм внутри континента. В умеренном типе выделяется два подтипа - морской и континентальный. В *умеренном морском* подтипе наблюдается практически равномерное выпадение осадков в течение года с небольшим зимним максимумом; общее количество осадков 1000 - 700 мм. Зимний максимум осадков связан с усилением циклонической активности в зимний сезон. В *умеренном континентальном* подтипе отмечается летний максимум осадков, количество зимних осадков немного меньше. Летний максимум осадков объясняется увеличением абсолютной влажности воздуха при повышении

температур. Кроме того, прибавляются конвективные осадки, которых зимой нет. Для Московской области среднегодовое количество осадков составляет 560 - 600 мм.

10.3. Изогии. Географическое распределение осадков. Самые влажные и самые сухие места на Земле. Атмосферное увлажнение.

Осадки по земной поверхности распределены зонально. Наглядное представление о распределении осадков дает карта изогнет. **Изогеты** - линии, соединяющие на карте точки с одинаковым количеством осадков. Максимальное количество осадков приходится на области пониженного давления с восходящими токами воздуха: в экваториальных 1500 - 2000 мм в год и в умеренных широтах до 1000 мм в год. На экваторе осадки внутримассовые, объясняются термической конвекцией и неустойчивой стратификацией воздуха; в умеренных широтах осадки, в основном фронтальные, образуются на фронтах при движении атмосферных вихрей - циклонов. Минимальное количество осадков характерно для областей с повышенным давлением и нисходящими токами воздуха. В тропических широтах количество осадков составляет 100 - 200 мм в год (кроме восточных берегов), в полярных широтах над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии - до 100 мм в год. Абсолютный максимум осадков приходится на предгорья Гималаев (Черрапунджи - 12 660 мм), Анд (Тутунен-до, Колумбия 11 770 мм). Минимальное количество осадков характерно для пустыни Атакама - 1 мм.

10.4. Снежный покров. Условия его образования. Характеристика снежного покрова: мощность, плотность, запасы воды, длительность залегания. Распространение снежного покрова на Земле. Роль снега в физико-географических процессах и в хозяйственной деятельности людей.

В зимнее время в умеренных и в высоких широтах весь год осадки выпадают в виде снега. Снежный покров характеризуется высотой и плотностью. Высота снежного покрова измеряется в сантиметрах или метрах и зависит от количества осадков, плотности снега, рельефа местности. Снежный покров, сохраняющийся в течение месяца, называется *устойчивым*. На Крайнем Севере он сохраняется 8 - 9 месяцев, в центральных районах 4 - 6 месяцев, на Черноморском побережье 40 дней. В Северном полушарии площадь снежного покрова зимой достигает 100 млн км², к концу лета она сокращается до 47 млн км². Общая площадь покрытых снегом территорий (вместе со снежным покровом Южного полушария и морскими льдами) равна 105 млн км², или 21 % поверхности Земли.

10.5. Коэффициент увлажнения и радиационный индекс сухости - показатели соотношения тепла и влаги. Увлажнение достаточное, избыточное, недостаточное. Гумидные и аридные территории. Засуха. Закономерности атмосферного увлажнения и его влияние на зонально-региональную дифференциацию географической оболочки. Влияние человека на увлажнение территории через осушительные и оросительные мелиорации.

Большое значение для земной поверхности имеет увлажнение, оно зависит не только от осадков, но и от величины испаряемости. Для оценки условий увлажнения пользуются **коэффициентом увлажнения**, он представляет собой отношение количества выпавших осадков к испаряемости (Н.Н.Иванов, Г.Н.Высоцкий). Для территорий с избыточным увлажнением $K > 1$ (100%); к ним относятся заболоченная тундра, тайга, экваториальные леса. Саванны, лесостепи являются территориями с нормальным увлажнением, здесь коэффициент равен 0,8 - 1 (80-100 %). К территориям с недостаточным увлажнением относятся степи - K равен 0,3-0,6 (30-60%),

полупустыни - 0,1-0,3 (10-30% и пустыни - 0,12 (меньше 12 %). Увлажнение характеризуется также радиационным индексом сухости (М. И. Будыко).

• 11. Тема 11. Атмосферное давление. Барическое поле. Центры действия атмосферы.

11.1. Единицы измерения давления. Нормальное атмосферное давление. Изменение давления с высотой Барическая ступень вертикальный барический градиент. Причины изменения давления.

Атмосфера оказывает давление на земную поверхность*. Давление на каждый квадратный сантиметр поверхности на уровне океана равно 1033,3 г. **Нормальное атмосферное давление** - вес атмосферного столба сечением 1 см² на уровне океана при 0 °С на 45° широты. Оно уравнивается столбиком ртути в 760 мм. Нормальное атмосферное давление равно 760 мм ртутного столба или 1013,25 мб (миллибар). Давление в СИ измеряется в паскалях (Па): 1 мб = 100 Па. Нормальное атмосферное давление равно 1013,25 гПа. Давление с высотой понижается, так как мощность вышележащего слоя атмосферы уменьшается. Расстояние в метрах, на которое надо подняться или опуститься, чтобы атмосферное давление изменилось на 1 мб, называется **барической ступенью**. Барическая ступень на высоте от 0 до 1 км составляет 10,5 м, от 1 до 2 км - 11,9 м; на высоте 2 - 3 км барическая ступень равна 13,5 м. Величина барической ступени зависит от температуры: с повышением температуры она увеличивается на 0,4 %. В теплом воздухе барическая ступень больше. Следовательно, теплые области атмосферы в высоких слоях имеют большее давление, чем холодные. Величина, обратная барической ступени, называется **вертикальным барическим градиентом**, это изменение давления на единицу расстояния; за единицу расстояния принимается 100 м.

11.2. Изобарические поверхности. Изобары. Системы изобар, замкнутые - минимумы и максимумы, и незамкнутые - ложбина, гребень, седловина Горизонтальный барический градиент.

Давление изменяется в результате перемещения воздуха - его оттока из одного места и притока в другое. Движение воздуха обусловлено изменением плотности воздуха (г/см³), возникающим в результате неравномерного нагрева подстилающей поверхности. Над одинаково нагретой поверхностью в слое воздуха с высотой давление равномерно понижается и **изобарические поверхности** - поверхности, проведенные через точки с одинаковым давлением, - расположатся параллельно друг другу и подстилающей поверхности. Если начнется нагрев одного из участков (например, поля), возникнет конвекция, плотность воздуха уменьшится, объем увеличится, но масса останется без изменения, значит, давление на подстилающую поверхность пока не изменится. Изменение давления в атмосфере показывается с помощью изобарических поверхностей. В области повышенного давления изобарические поверхности обращены выпуклостью вверх, в области пониженного давления - выпуклостью вниз. На земной поверхности давление показывается с помощью **изобар** - линий, соединяющих точки с одинаковым давлением. Изобары представляют собой линии пересечения изобарических поверхностей с земной поверхностью. Изобары образуют замкнутые и незамкнутые системы. К замкнутым барическим системам относятся **барические максимумы** и **минимумы**, к незамкнутым - **барические гребень, ложбина** и **седловина**.

11.3. Распределение давления в верхней тропосфере. Карты абсолютной и относительной барической топографии (АТ и ОТ).

Давление на высоте в атмосфере чаще всего показывают с помощью карт абсолютной и относительной барической топографии, т.е. барического рельефа, отражающего положение в

пространстве изобарической поверхности. Если на карте указано положение изобарической поверхности над уровнем океана, она называется *картой абсолютной барической топографии* (АТ). Если приведено положение одной изобарической поверхности над другой - карта носит название *относительной барической топографии* (ОТ). Высота выражается в геопотенциальных метрах. На уровне моря при нормальном ускорении силы тяжести геопотенциальные метры по величине равны метрам.

11.4. Распределение давления в среднем на уровне моря в июле и январе. Центры действия атмосферы (максимумы и минимумы): постоянные и сезонные (обратимые).

Давление по земной поверхности распределено зонально. На экваторе в течение года располагается пояс пониженного давления - экваториальная депрессия. В июле она перемещается в Северное полушарие на 15 - 20° с.ш., в декабре - в Южное, на 5° ю.ш. В тропических широтах давление в течение года повышенное, зимой над океанами и над сушей возникает сплошной пояс повышенного давления, летом повышенное давление сохраняется только над океанами, над сушей давление уменьшается, возникают термические депрессии. В умеренных широтах Северного полушария летом формируется сплошной пояс пониженного давления, зимой над материками из-за сильного охлаждения поверхности возникают барические максимумы. В Южном полушарии в умеренных и субполярных широтах над водной поверхностью весь год существует полоса пониженного давления. В полярных широтах, над ледяными щитами Антарктиды и Гренландии давление в течение года повышенное. Существуют территории, над которыми в течение года давление сохраняется постоянным, здесь формируются *постоянные* барические системы. *Сезонные* барические системы образуются в том случае, если давление по сезонам изменяет знак на обратный: на месте барического максимума возникает барический минимум и наоборот. Все барические системы смещаются вслед за Солнцем в летнее полушарие: в июле они занимают крайнее северное положение, в декабре - крайнее южное. Все барические системы оказывают большое влияние на воздушные течения, погоду и климат на значительных территориях. Их называют *центрами действия атмосферы*.

• 12. Тема 12. Ветер и его характеристики. Геострофический и градиентный ветер. Местные ветры.

12.1. Ветер и его характеристики: направление, скорость, сила. Роза ветров. Факторы, определяющие характеристики ветра: горизонтальный барический градиент, отклоняющая сила вращения Земли, трение. Барический закон ветра.

Движение воздуха в горизонтальном направлении называется ветром. Ветер характеризуется скоростью, силой и направлением. *Скорость* - расстояние, которое проходит воздух за единицу времени, выражается в м/с, км/ч. *Сила ветра* - давление, оказываемое воздухом на площадку в 1 м², расположенную перпендикулярно движению. Сила ветра определяется в килограммах на квадратный метр (кг/м²) или в баллах по шкале Бофорта (0 баллов - штиль, 12 баллов - ураган). Скорость ветра определяется *горизонтальным барическим градиентом* - изменением давления на единицу расстояния в сторону уменьшения давления и перпендикулярно изобарам. За единицу расстояния принимается 100 км. Замедляет движение воздуха трение о земную поверхность, которое сказывается до высоты 1000 м. Этот слой атмосферы называется слоем трения, выше него скорость ветра больше. *Направление ветра* определяется той точкой горизонта, откуда дует ветер, оно выражается в румбах или азимутом. Наглядное представление о повторяемости ветров

определенных направлений дает диаграмма *«роза ветров»*. Она показывает, какие ветры преобладали на данной территории за определенный промежуток времени.

12.2. Ветер в свободной атмосфере (вне слоя трения) и у земной поверхности в различных системах изобар (ветры циклонов и антициклонов).

Направление ветра зависит от направления барического градиента, силы Кориолиса и силы трения. Движение воздуха начинается по направлению горизонтального барического градиента. Однако как только начинается движение, появляется сила Кориолиса, которая приводит к отклонению движения. Отклонение возрастает при увеличении скорости ветра и увеличивается от экватора к полюсам. 15 Северном полушарии поток отклоняется вправо от направления движения, в Южном полушарии - влево. Хотя сила Кориолиса невелика, но действует она постоянно и влияние ее значительно вне слоя трения на высоте более 1000 м. Движение воздуха при отсутствии силы трения называется *градиентным ветром*. Градиентный ветер, дующий вдоль параллельных прямолинейных изобар, называется *геострофическим*, вдоль криволинейных замкнутых изобар - *геоциклострофическим*. На воздух,двигающийся на высоте более 1000 м над земной поверхностью, действует две силы - градиентная сила и сила Кориолиса, причем наблюдается уравнивание этих сил. При движении воздуха вдоль криволинейных изобар возникают три силы: градиентная, Кориолиса и центробежная, направленная от центра системы. В результате уравнивания данных сил воздух начинает двигаться по криволинейным изобарам. В барическом минимуме барический градиент направлен в центр системы, сила Кориолиса и центробежная сила уравнивают его. Поэтому в барическом минимуме наблюдается движение против часовой стрелки в Северном полушарии. Такое движение называется циклоническим. В барическом максимуме сила барического градиента направлена от центра к периферии, в том же направлении действует и центробежная сила. Равновесие достигается благодаря силе Кориолиса. Воздух в барическом максимуме двигается по часовой стрелке в Северном полушарии, движение называется антициклоническим. В нижнем слое атмосферы отклонение ветра от направления барического градиента уменьшается силой трения: над сушей ветер отклоняется от барического градиента на 45 - 50°, над водой - на 70 - 80°. Следовательно, в барическом минимуме будет наблюдаться движение по спирали от периферии к центру против часовой стрелки в Северном полушарии. В барическом максимуме - движение по спирали от центра на периферию по часовой стрелке в Северном полушарии.

12.3. Местные ветры: бризы, горно-долинные, ветры склонов, феи, бора, ледниковые и стоковые ветры. Суховеи. Использование энергии ветра.

Местные ветры - ветры, возникающие на ограниченных участках территории в результате влияния местных причин. К местным ветрам термического происхождения относятся бризы, горно-долинные ветры, влияние рельефа вызывает образование фенов и боры.

• 13. Тема 13. Воздушные массы и атмосферные фронты. Циклоны и антициклоны.

13.1. Понятие о воздушной массе, условия формирования воздушных масс. Теплые и холодные воздушные массы, их физические свойства и трансформация, зональные («географические») типы воздушных масс, воздух морской и континентальный.

Вследствие различий солнечного тепла на Земле и самой подстилающей поверхности (суша, океан), которые по-разному преобразуют солнечное тепло, основные свойства воздушных масс - *температура, влажность, прозрачность* - неодинаковы. В результате воздух тропосферы в

горизонтальном направлении расчленяется на отдельные *воздушные массы*. Это крупные объемы воздуха, обладающие относительно однородными физическими свойствами и движущиеся как одно целое в одном из течений планетарной циркуляции атмосферы. Размеры воздушных масс определяются тысячами километров - по горизонтали, т. е. соизмеримы с большими частями материков и океанов, и вплоть до тропопаузы - по вертикали. Друг от друга они отделяются *атмосферными фронтами*.

Процесс изменения свойств воздушных масс называется *трансформацией*. Воздушные массы по скорости перемещения делятся на местные (малоподвижные) и движущиеся. *Движущиеся* воздушные массы по отношению к подстилающей поверхности делятся на *теплые (ТВ)* и *холодные (ХВ)*. По влажности воздушные массы делятся на относительно сухие и относительно влажные. По физическим свойствам различают четыре зональных типа воздушных масс: *арктический (антарктический) воздух* - АВ, *полярный* (по международной классификации) или *воздух умеренных широт* - ПВ (ВУШ), *тропический* - ТВ и *экваториальный* - ЭВ. Первые три типа делятся на *континентальный* и *морской* подтипы. В экваториальном воздухе больших различий в свойствах нет, где бы он ни сформировался. Эту классификацию с полным правом можно назвать и *географической* и *генетической*, поскольку в ней учитываются зональные радиационные условия и характер подстилающей поверхности.

13.2. Понятия «атмосферный фронт», «фронтальная поверхность», «линия фронта», «климатологический фронт». Условия возникновения фронтов. Их типы: теплый, холодный (первого и второго рода), окклюзии.

Различные воздушные массы находятся обычно в постоянном движении. При этом они могут сближаться и встречаться, образуя так называемые *фронтальные зоны* - переходные зоны между воздушными массами с разными физическими свойствами. Ширина их - первые сотни километров, длина - тысячи километров. В них наблюдаются быстрые изменения всех метеорологических величин по горизонтали - температуры, давления, влажности, так как фактически они представляют собой «поле битвы» между теплым и холодным воздухом. Во фронтальных зонах возникают поверхности раздела между теплыми и холодными воздушными массами, которые называются *фронтальными поверхностями* (лат. *frons* (род. п. *frontis*) - лоб, передняя сторона). Атмосферные фронты бывают стационарные и движущиеся. В зависимости от направления перемещения движущиеся фронты подразделяют на теплые и холодные. *Холодный фронт первого рода* образуется в случае медленного наступания холодного воздуха. При этом теплый воздух спокойно поднимается по фронтальной поверхности и линия фронта движется медленно. *Холодный фронт второго рода* возникает при быстром движении холодного воздуха и резком подтекании его под теплый воздух, который подбрасывается вверх. *Фронты окклюзии* (лат. *occlusio* - запираение) образуются при соединении двух холодных воздушных масс, а теплый воздух при этом вытесняется в верхние слои тропосферы и теряет связь с земной поверхностью.

13.3. Главные климатологические фронты: арктический (антарктический), полярные, тропический и миграция их по сезонам. Струйные течения.

На климатических картах можно выделить зоны, где чаще всего встречаются разные типы воздушных масс, здесь проходят климатические фронты. **Климатические фронты** - средние многолетние, наиболее типичные положения серий атмосферных фронтов, возникающих между типами или подтипами воздушных масс. Главные климатические фронты разделяют типы воздушных масс, вторичные - подтипы воздушных масс. Существуют *арктический*

(антарктический) фронт, разделяющий арктическую и полярную воздушные массы, *полярный фронт* - между полярной и тропической воздушными массами, *тропический фронт*, разделяющий тропическую и экваториальную воздушные массы. Любой фронт выражен лучше, когда взаимодействующие воздушные массы резко различаются по своим свойствам. При взаимодействии воздушных масс, слабо различающихся по физическим свойствам, фронт размывается и порой исчезает. Следовательно, климатические фронты не опоясывают весь земной шар, они разделены на отдельные ветви (Иранская, Средиземноморская). Некоторые фронты сохраняются в течение всего года, другие - обостряются в один из сезонов. Фронты смещаются вслед за Солнцем: в июне занимают крайнее северное (летнее в Северном полушарии) положение, в декабре - крайнее южное (зимнее в Северном полушарии). Анализ положения климатических фронтов позволяет сделать вывод, что на Земле существуют зоны, где в течение года господствует только одна воздушная масса, и зоны, где воздушные массы меняются по сезонам. Процессы формирования и смещения воздушных масс, образования фронтов положены в основу генетической классификации климатов Б.П.Алисова.

13.4. Понятия «циклон» и «антициклон». Классификация циклонов и антициклонов: термические циклоны и антициклоны, циклоны и антициклоны во фронтальных зонах.

В атмосфере при встрече двух воздушных масс с разными характеристиками постоянно возникают крупные атмосферные вихри - циклоны и антициклон. Они сильно усложняют схему общей циркуляции атмосферы. *Циклон* - плоский восходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью пониженного давления с системой ветров от периферии к центру против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой - в Южном. *Антициклон* - плоский нисходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью повышенного давления, с системой ветров от центра к периферии по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой - в Южном. Вихри плоские, так как их горизонтальные размеры - тысячи квадратных километров, а вертикальные - 15-20 км. В центре циклона наблюдаются восходящие токи воздуха, в антициклоне - нисходящие. В настоящее время имеется несколько теорий формирования атмосферных вихрей: волновая, адвективно-динамическая и др. Наибольшее число сторонников имеет волновая теория, разработанная в 1920 г. норвежскими учеными Я. Бьеркнисом и Г. Сульбергом. Циклоны и антициклоны образуются во фронтальных зонах, их возникновение обусловлено разными факторами, главным выступает разрыв между скоростями воздушных течений, разделяемых фронтом. Возникает изгиб - волна с длиной 1000 км. В теплом секторе волны давление понижено, здесь возникает циклон. В тыловой части, где господствует холодный воздух, формируется антициклон. Адвективно-динамическая теория (Х. П. Погосян) связывает возникновение атмосферных вихрей с процессами, происходящими в верхней тропосфере. Приземные циклоны и антициклоны развиваются в связи с высотными ложбинами и гребнями. Последние образуются на высоте за счет неравномерного нагрева поверхности и, соответственно, подъема или опускания воздуха. На месте подъема воздуха (материки летом) на высоте образуется область повышенного давления - гребень. Изобары отклоняются от широтного направления в сторону полюса, расстояние между ними возрастает, так как обращены они в сторону пониженного давления.

13.5. Фронтальные циклоны внетропических широт, стадии их развития, характеристика метеоэлементов на разных стадиях. Серии циклонов и пути их движения. Центральные циклоны (минимумы).

Фронтальные циклоны образуются на арктическом и полярном фронтах. Летом наиболее активен арктический фронт, так как увеличивается различие в свойствах арктической и полярной воздушных масс. Зимой наиболее существенна разница в свойствах между тропической и полярной воздушными массами и активизируется полярный фронт. В стадии молодости циклон обрисовывается одной замкнутой изобарой, в нем хорошо развит теплый сектор, ограниченный теплым и холодным фронтами. Фронты проходят через центр циклона, являясь, собственно, двумя ветвями единого фронта. Ветры в циклонах дуют от периферии к центру против часовой стрелки в Северном полушарии. Одновременно происходит поднятие воздуха, и растекание его в верхней части циклона. Холодный фронт движется быстрее теплого, в результате площадь теплого сектора уменьшается и циклон переходит в стадию зрелости. Стадия зрелости - максимальная стадия развитая циклона, он обрисовывается несколькими замкнутыми и изобарами, занимает огромную площадь в тысячи квадратных километров. В стадии разрушения - окклюзии - холодный фронт смыкается с теплым фронтом, теплый воздух вытесняется вверх, у подстилающей поверхности взаимодействуют два холодных воздуха. Если они имеют одинаковую температуру, циклон прекращает свое развитие, если разную - циклон может активизироваться. Циклоны обычно существуют несколько суток, двигаясь с запада на восток со скоростью около 20 - 30 км/ч. На фронте возникает серия циклонов, в серии по три-четыре циклона. Каждый следующий циклон находится на более молодой стадии развития и движется быстрее. Циклоны нагоняют друг друга, смыкаются, образуя центральные циклоны - второй тип циклона. Благодаря малоподвижным центральным циклонам поддерживается область пониженного давления над океанами в умеренных широтах. Различают циклоны низкие и высокие. Низкие циклоны - теплые, высокие - холодные. Теплые циклоны формируются в пределах нижней и средней тропосферы. В центре циклона наблюдается самая высокая температура. Над низким циклоном наверху располагается антициклон. Высокие циклоны холодные. Они захватывают всю тропосферу и могут вторгаться в стратосферу. Изобары в нем вогнутые, температура в центре - низкая.

13.6. Тропические циклоны, их особенности, районы возникновения и пути движения.

Тропические циклоны образуются на тропических фронтах чаще всего между 5 и 20° северной и южной широты, на экваторе сила Кориолиса равна нулю и циклоны не образуются. Возникают они над океанами в конце лета и осенью, когда вода нагрета до температуры 27 - 28 °С. Мощный подъем теплого и влажного воздуха приводит к выделению огромного количества теплоты при конденсации, что определяет кинетическую энергию циклона и низкое давление в центре. Появляется грозовое облако высотой до 14-18 км, в самом центре существует «глаз бури» - область чистого неба с нисходящими потоками воздуха. Вокруг «глаза бури» наблюдаются восходящие токи воздуха, сопровождающиеся развитием кучевых облаков. Форма «глаза бури» овальная, диаметром до 55 км, расширяющаяся вверху до 700 км в виде воронки, вращающейся с колоссальной скоростью. Температура в циклоне постоянно повышается благодаря конденсации влаги: в центре циклона она может быть на 15 °С выше, чем на его периферии. Высокая температура способствует испарению и увеличению влажности воздуха. Циклоны двигаются с востока на запад по экваториальной периферии постоянных барических максимумов на океанах. Если тропический циклон достигает умеренных широт, он расширяется, теряет энергию и уже как внетропический циклон начинает двигаться с запада на восток. Скорость движения самого циклона небольшая - 20 - 30 км/ч, но ветры в нем могут иметь скорость до 100 м/с. Наибольшая скорость в урагане «Ида» составляла 113 м/с.

13.7. Антициклоны, стадии их развития и пути перемещения. Субтропические антициклоны (максимумы).

Антициклоны подразделяются на *фронтальные, субтропические антициклоны динамического происхождения* и *стационарные*. В умеренных широтах в холодном воздухе возникают фронтальные антициклоны. В стадии молодости антициклон представляет собой небольшой нисходящий вихрь. Фронт через него не проходит, а окаймляет его по периферии, так как воздушные массы в антициклоне не соприкасаются. В стадии зрелости он достигает наибольшего развития, в стадии старости начинает разрушаться. Антициклоны в умеренных широтах перемещаются сериями с запада на восток со скоростью 20 - 30 км/ч. Последний заключительный антициклон достигает субтропиков, стабилизируется и образует субтропический антициклон динамического происхождения. К ним относятся постоянные барические максимумы на океанах. Стационарный антициклон возникает над сушей в зимний период в результате сильного выхолаживания участка поверхности. При движении с запада на восток циклоны испытывают отклонение к северу, а антициклоны - к югу в Северном полушарии. Причина отклонений объясняется влиянием силы Кориолиса. На северной периферии атмосферного вихря сила Кориолиса больше. Следовательно, циклоны начинают двигаться на северо-восток, а антициклоны - на юго-восток. Благодаря ветрам циклонов и антициклонов наблюдается обмен между широтами теплом и влагой. В тыловой части циклона и передней части антициклона воздух движется из высоких широт в низкие, в передней части циклона и тыловой антициклона, наоборот, из низких широт в высокие.

13.8. Малые атмосферные вихри: тромбы, смерчи.

К мелкомасштабным вихрям относятся *смерчи* и *тромбы (торнадо)*. Вихри над морем называются смерчами, над сушей - тромбами. Для них характерны небольшие размеры (диаметр 100 - 300 м), большая скорость ветра, большая разность давления внутри вихря и вблизи него. Сам вихрь движется со скоростью 30 - 40 км/ч, но скорость ветра в нем достигает 100 м/с. Возникают тромбы обычно поодиночке, смерчи - сериями. Например, 23 ноября 1981 г. у побережья Англии в течение пяти часов сформировалось 105 смерчей. Зарождаются смерчи и тромбы обычно в тех же местах, что и тропические циклоны, в жарком влажном климате. Основным источником энергии служит конденсация водяных паров, при которой выделяется энергия. Большое число тромбов (торнадо) в США объясняется приходом влажного теплого воздуха с Мексиканского залива. Виден тромб благодаря втягиванию пыли и конденсации водяных паров. При движении смерчи и тромбы вырывают деревья, разрушают постройки, переносят людей, животных. При разрушении вихрей эти предметы падают на поверхность. В 1932 г. в Англии было зафиксировано падение тысяч живых лягушат.

• Используемые информационные ресурсы.

1. Савцова, Татьяна Михайловна. Общее землеведение: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 032500 "География" / Т. М. Савцова. 4-е изд., стер. Москва: Академия, 2008. 411, [1] с.: ил.; 22. (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). (Учебное пособие). Библиогр.: с. 406-408. ISBN 978-5-7695-4991-5,
2. : <http://bars.kfu-elearning.ru/user/view.php?id=1480&course=517>

