**Лекция. Климат. Последствия климатических изменений.**

**План лекции.**

1. Понятие погоды и климата.
2. Естественное изменение климата. Влияние человека на климат.
3. Главные антропогенные источники парниковых газов.
4. Последствия климатических изменений.
5. Международные соглашения.

**1**. **Понятие погоды и климата**

Условия обитания в наземной среде осложнены погодными и климатическими изменениями. Важно понимать различие понятий «климат» и «погода». ***Погода*** - это непрерывно меняющееся состояние атмосферы околоземной поверхности до высоты примерно 20 км (верхняя граница тропосферы).

Изменчивость погоды проявляется в постоянных колебаниях значений важнейших факторов среды, таких как температура и влажность воздуха, количество жидкой воды, выпадающей на поверхность почвы за счёт атмосферных осадков, степень освещённости, скорость ветрового потока и др. Для погодных характеристик свойственны не только достаточно очевидные сезонные изменения, но и непериодические случайные колебания в течение относительно коротких промежутков времени, а также и в суточном цикле, что негативно сказывается на жизни обитателей суши, так как к этим колебаниям чрезвычайно трудно выработать эффективные адаптации. На жизнь обитателей крупных водоёмов суши и морей погода влияет в значительно меньшей степени, затрагивая только поверхностные биоценозы.

***Климат*** — это среднее состояние погодных условий за длительный период времени. Хотя погода бывает и дождливой, и солнечной, и ветреной, и «спокойной», мы складываем, усредняем все погодные условия за длительный период времени, и смотрим, сколько в каждой местности в среднем бывает дождливых, облачных или солнечных дней. Рассчитав средние температуры, средние скорости ветра, количество осадков и другие усредненные характеристики для определенной местности мы видим, какой климат преобладает.

Можно сказать, что климат — это статистический ансамбль состояний, через который проходит система: гидросфера - литосфера - атмосфера за несколько десятилетий (не менее 60 лет). В понятие климата входят не только осреднённые за длительный временной интервал значения важнейших метеорологических характеристик и явлений, но и их годовой ход, а также вероятность отклонения от нормы. Климат зависит прежде всего от географических условий региона - широты местности, высоты над уровнем моря, близости к океану и др.

Итак, ***погода*** — это текущее состояние атмосферных условий за сравнительно короткий период времени. ***Климат*** — это стабильный параметр, он характеризует определенные регионы, а погода — нестабильна и изменчива, одна и та же погода может быть в разных регионах мира, в разных климатических зонах. Погода может меняться день ото дня, но климат изменяется очень медленно, на протяжении десятилетий или веков.

1. **Естественное изменение климата. Влияние человека на климат**

Все время с возникновения нашей планеты климат постепенно изменялся. Он зависел от различных геологических и астрономических изменений, таких, как солнечная активность, вулканическая активность и смещение земной орбиты. Развитие жизни на Земле всегда зависело от климата.

Изменения в климатическом режиме имели место на протяжении миллионов лет. Холодные и теплые периоды сменяли друг друга, и ученые назвали такие периоды соответственно — ледниковыми и межледниковыми. Сейчас на планете межледниковый период, который начался около 10 тысяч лет назад. Самый холодный период следующего ледникового периода прогнозируется примерно через 80 тыс. лет, но трудно сказать, когда он начнется. По понятиям геологии, это сравнительно короткое время, но в масштабах человеческой истории, этот период действительно долгий.

К настоящему времени выявлено три основных природных процесса, способных оказывать на климат Земли значительные воздействия.

1. Известно, что температура на земной поверхности формируется в основном за счет солнечного тепла. При этом для изменения климата необязательно должна меняться энергетика Солнца – достаточно измениться расстоянию между ним и нашей планетой даже на несколько процентов, чтобы проявились значительные изменения температуры и других воздействующих на организмы метеорологических факторов. Предполагается, что наиболее сильное влияние на климат Земли оказывает форма её орбиты. Оказывается, она то вытягивается, то снова округляется. А её *эксцентриситет* (числовая характеристика орбиты, которая характеризует «сжатость» орбиты) меняется от 0,001 до 0,0668 с периодом около 105 тысяч лет. В настоящее время он составляет 0,0167 и продолжает уменьшаться, поэтому в январе Земля приближается к Солнцу на 147 млн. км, а в июле удаляется от него на 152 млн. км, что приводит к изменению уровня солнечной радиации в течение года на 6,5 %. При уменьшении эксцентриситета земной орбиты в ближайшие 25 тысяч лет уровень солнечной радиации в июле будет возрастать, и средняя температура планеты будет достаточно высокой. В дальнейшем эксцентриситет орбиты начнет увеличиваться и через 83 тысячи лет достигнет величины 0,0668, а разность между максимальным и минимальным расстояниями Земли от Солнца станет равной 19,7 млн. км. При этом уровень солнечной радиации уменьшится на несколько процентов, что приведет к существенному похолоданию климата.
2. Заметное влияние на климат оказывает также угол наклона оси вращения Земли относительно плоскости орбиты. Если бы ось вращения Земли была бы строго перпендикулярна плоскости ее движения по орбите, то смены сезонов года не происходило. Сейчас угол наклона оси вращения планеты составляет около 23°26'. Однако установлено, что это значение непостоянно — с периодом в 41000 (по некоторым данным - 40700) лет происходят изменения от 21°15' до 24°18', т.е. на 2°23'. Последний раз максимальное значение было достигнуто в 4493 г. до н.э., а сейчас этот угол наклона уменьшается. Соответственно имеется незначительная тенденция к уменьшению и разницы между зимней и летней температурой в одной и той же местности. При этом ввиду эллиптичности земной орбиты также несколько меняется и интегральная температура Северного и Южного полушарий.

В целом изменение эксцентриситета земной орбиты влияет на глобальную температуру планеты, а изменения оси наклона вращения Земли приводят к изменениям в глобальном распределении тепла между Северным и Южным полушариями. Оба процесса могут приводить к периодическому формированию периодов оледенений и потеплений в глобальном масштабе.

3. Еще одной причиной климатических изменений, но в основном меньшей амплитуды, является динамика взаимодействия океана и атмосферы. Как известно, плотность воды в 800 раз больше плотности воздуха, а удельная теплоемкость - в 4 раза. Легко посчитать, что теплозапас всего лишь трехметрового слоя океана равен теплоемкости всей атмосферы. Однако скорость преобразования энергии в атмосфере во много раз превышает скорость энергопереходов в океане. В системе океан-атмосфера океан служит инерционной средой, медленно накапливающей изменения. Атмосфера же представляет собой нестационарную часть, глобальная долгопериодная устойчивость которой поддерживается океаном. Исходя из энергетических оценок возможных причин климатической изменчивости Земли, многие ученые приходят к выводу об активной климатоформирующей роли вод Мирового океана, при этом именно его холодных вод. Наиболее вероятной причиной, обладающей достаточной энергией, является предложенная В.В. Шулейкиным работа тепловых машин. Природная тепловая машина первого рода работает на контрасте экватор (нагреватель) - полюса (холодильники). Машина второго рода отвечает за обмен воздушными массами между океаном и континентами – муссонная циркуляция, которая меняет в течение года направление в соответствии с тем, как меняют свою относительную роль нагревателей и холодильников континенты и океаны. Изменчивость процесса переноса энергии между этими частями системы и влияет на климат.

Оценив современные изменения климата, можно заключить, что за последние 100 лет средняя температура воздуха на постах наблюдений в Европе возросла на 0,8 °С.

Рассмотрим, как влияет на климат деятельность человека. Несколько десятилетий назад стало очевидно, что содержание в атмосфере веществ, вызывающих парниковый эффект (углекислого газа СО2, метана, оксидов азота и других) за последние 250 лет резко возросло. Вызвано это, прежде всего, сжиганием ископаемого топлива: угля, нефти и природного газа. Использование ископаемого топлива высвобождает углекислый газ, который удерживался в земле миллионы лет, и повышает его концентрацию в атмосфере. Парниковый эффект усугубляется за счет уничтожения лесов и расширения сельскохозяйственных угодий. Уже происходит интенсивное таяние полярных льдов, изменение океанических течений, смещение климатических зон, возрастает угроза глобальных изменений живой природы и условий жизни многих людей и всего человечества.

Углекислый газ является естественным участником природных процессов, но количество этого газа в атмосфере намного превышает необходимые количества для природных циклов. Другие газы, выбрасываемые в атмосферу в результате человеческой деятельности, также участвуют в формировании парникового эффекта.

Увеличение выбросов парниковых газов — это следствие ускоренного развития в мире после промышленной революции XIX века. Индустриализация происходила на основе массового использования ископаемого топлива (угля, нефти и газа) для получения энергии. При сжигании эти виды топлива выделяют СО2 в атмосферу.

Неограниченный рост производства и потребления товаров и услуг, энергоемкая экономика ведут ко все более интенсивному потреблению энергии. На сегодняшний день среднемировые выбросы СО2 составляют 4 тонны на душу населения в год.

1. **Главные антропогенные источники парниковых газов**

Человеческая деятельность существенно усугубила изменения в атмосфере, воде, почве и в жизни на планете, вызванные выбросами парниковых газов…

**Производство энергии для тепла и электричества.** Энергетические станции разного типа вырабатывают тепло и электричество для жилья, социальных учреждений, других зданий из разных источников энергии, где традиционным являетсяископаемое топливо. Уголь, нефть и природныйгаз — самые большие источники парниковыхгазов на земле, и углекислого газа в частности.

**Промышленность.** Производство и обработка материалов, производство цемента и извести, железа, стали, алюминия и другие производства требуют большого количества энергии. Поэтому промышленность вносит значительный вклад в выбросы парниковых газов в атмосферу, особенно углекислого газа. Потребление энергии промышленным сектором в мире выросло с 1971 по 2004 год на 61 %.

**Транспорт.** Транспорт — на втором месте по выбросам СО2, и его доля постоянно растет. В Европе одна пятая выбросов СО2 поступает за счет транспорта, а в США транспорт выбрасывает одну треть всего объема СО2 в атмосфере.

**Сельское хозяйство.** Разведение животных и отходы их пищеварительных процессов — один из основных источников еще одного парникового газа — метана. Это более 37 % всего антропогенного метана. Основные объемы метана образуются в газовых месторождениях, при добыче природного газа.

Сельскохозяйственные растения, выращиваемые на полях, — самый большой источник азота в атмосфере (а также в воде), главным образом из-за избыточного использования минеральных удобрений.

**Уничтожение лесов.** Никогда еще не уничтожалось так много леса, как сейчас. Тропические леса исчезают быстрее, чем когда бы то ни было. Каждый год вырубаются или погибают в лесных пожарах 17 млн. га леса, что примерно в 4 раза больше площади Дании. Там, где уничтожен лес, частые дожди смывают почву, и создается опасность опустынивания. Так как растения используют углерод в своих физиологических процессах, то, если деревьев становится меньше, то меньше углерода поглощается растениями из воздуха. И леса меньше чем раньше могут служить компенсатором изменения климата.

1. **Последствия климатических изменений**

**Воздействие на природу.** Несколько десятилетий назад климат во многих регионах мира стал меняться в менее типичную сторону, стали заметны явления, необычные для того или иного сезона. Тайфуны, наводнения, снежные бури и засухи стали появляться там, где они были непривычными, и где их никто не ожидал. Ледники в высокогорных областях, например, в европейских Альпах и в американских Кордильерах, таяли летом быстрее, а ледовые массы нарастали зимой медленнее, чем раньше. Уменьшается количество льда и снега в Северной Европе и в Гренландии, на севере Канады и в Сибири. Стали уменьшаться зоны вечной мерзлоты. Птицы стали менять маршруты своих перелетов, и у них постепенно изменяется время миграций, кладки яиц и гнездования. У других животных тоже отмечаются сдвиги ежегодных действий, а растения цветут раньше положенного.

Эти события в отдельности могут ни о чем не говорить, но в совокупности они дают более ясную картину изменения климата и его последствий. В глобальном масштабе можно ожидать, что океанические течения изменят направление из-за большого притока холодной пресной воды от таяния снега и ледников. Уровень моря может значительно повыситься в ближайшие десятилетия. Это сильно повлияет как на жизнь в океане, так и на прибрежные экосистемы. Из-за смены температурного режима наземные и водные растения и животные, привыкшие к определенным условиям, часто не могут приспособиться к новым условиям среды за короткое время, а это приводит к большим потерям биоразнообразия.

**Воздействие на людей.** *Вода.* Несмотря на избыток воды в некоторых регионах, мир уже стоит на пороге кризиса нехватки воды. До 25 % населения мира живут в условиях дефицита воды, а у 40 % вода в очень плохом санитарном состоянии. В 1997 году ООН объявила 22 марта всемирным днем воды, чтобы привлечь внимание общественности к жизненно важной проблеме здоровья. Наибольшей угрозе подвергнуты области центральной Африки и Ближнего востока, где нет доступа к чистой воде, а в большинстве стран Африки, в Индокитайском регионе и в западной части Южной Америки огромный процент заболеваний вызван использованием малопригодной воды.

*Продовольствие.* Глобальное повышение температуры может привести к смещению климатических поясов, более теплые области распространятся дальше на север. От этого в регионах с плодородными почвами и умеренным климатом могут начаться частые засухи и наводнения, что ухудшит условия земледелия. Благоприятный климат переместится в северные регионы, где почвы беднее и производство пищи существенно снизится. С падением урожайности цены на продовольствие резко пойдут вверх.

В самых северных областях в зонах вечной мерзлоты почвы при таянии могут выделить огромные количества метана. Смещение климатических поясов создаст идеальные условия для распространения многих болезней, к которым не приспособлены сельскохозяйственные и другие ценные растения.

*Болезни и миграция.* При нехватке воды и пищи человек будет больше подвержен заболеваниям. С ростом температур тропические болезни могут распространиться через насекомых на территории, где они раньше не встречались. Другие переносчики заболеваний, например, мыши, также увеличат численность в тех местах, где температуры будут более подходящими для грызунов, следовательно, бактерии и вирусы попадут в те места, где люди к ним не приспособлены. Малярия, холера, болезнь Лайма распространятся как в своих широтах, так и в меридиональном направлении. Изменения климата уже приводят к большим перемещениям и миграциям людей из-за разрушительных погодных условий, из-за уничтоженных посевов. Ожидается, что миграции людей с целью избегания наводнений, засухи и голода будет возрастать в будущем.

**Повышение уровня моря.** За весь XX век среднегодовое повышение уровня моря составило 1–2 мм, а с 1990-х годов этот показатель достиг свыше 3-х мм в год. Повышение уровня моря связывают с глобальным потеплением. Возможно, это последствие таяния снега и льда в бореальных и высокогорных регионах. Повышение уровня моря представляет большую угрозу прибрежным зонам континентов.

**Тревожные сигналы глобального потепления:** Мы уже видим изменения. Ледники тают, растения и животные вытесняются из своих естественных мест обитания, а число сильных бурь и засух растет.

Сегодня мы видим, что…

— число ураганов категории 4 и 5 почти удвоилось за последние 30 лет;

**—** малярия распространилась на более высокие широты, например, в таких местах, как Колумбийские Анды, на высоте 7000 футов над уровнем моря;

— более 270 видов растений и животных уже реагируют на глобальное потепление, двигаясь ближе к полюсам;

Если глобальное потепление продолжится теми же темпами, мы можем ожидать катастрофических последствий, например:

— уровень мирового океана может вырасти более чем на 20 футов, мы потеряем шельфовый лед в Гренландии и Антарктике, что уничтожит прибрежные зоны по всему миру;

— периоды аномальной жары станут более частыми и более интенсивными;

— засухи и лесные пожары будут случаться чаще;

— Северный ледовитый океан может освободиться ото льда к лету 2050 года.

1. **Международные соглашения**

В 1988 году Всемирная Метеорологическая Организация и UNEP создали Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК), в задачи которой входит оценка рисков климатических изменений, вызванных человеческой деятельностью.

Ведущие индустриальные страны договорились о совместных действиях по снижению выбросов парниковых газов. На Конференции ООН по проблемам окружающей среды и развития в 1992 году в Рио-де-Жанейро они подписали и ратифицировали Рамочную Конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК). Эта Конвенция нацелена на борьбу с глобальным потеплением через создание ряда протоколов, самый известный из которых — протокол, подписанный в г. Киото в декабре 1997 г. Цель Киотского Протокола: «стабилизация концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, при котором не будет допущено опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему». На 2007 г. 175 стран ратифицировали Киотский протокол. Из них от 36 развитых стран требовалось сократить выбросы парниковых газов, а развивающиеся страны обязались сообщать о своих выбросах.

На конференции ООН по изменению климата на о. Бали в 2007 году были представлены 189 стран. Целью конференции было найти дальнейшие пути борьбы с изменениями климата, а также достичь нового соглашения, которое сменит Киотский Протокол, срок действия которого истекает в 2012 г. Участники договорились до конца 2012 года определить основные области действия соглашения, а также время ратификации нового протокола.

В период со 2 по 15 декабря 2019 года в г. Мадрид, Испания, состоялась 25-я Конференция Сторон Рамочной Конвенции об изменении климата, 15-я Конференция Сторон Рамочной Конвенции об изменении климата, действующая в качестве Совещания Сторон Киотского протокола и 2-я Конференция Сторон Рамочной Конвенции об изменении климата, действующая в качестве Совещания Сторон Парижского соглашения.

Повесткой дня данной конференции явились финансовые вопросы, пересмотр деятельности Варшавского международного механизма по потерям и ущербу, детальная структура отчетности стран в рамках Парижского соглашения, подходы к периодическому пересмотру долгосрочной цели РКИК ООН по недопущению опасного антропогенного воздействия на климатическую систему и др.

Эксперты считают, что снижение антропогенного вклада в эмиссию парниковых газов доступными сегодня технико-экономическими способами, может обеспечить остановку глобального потепления на уровне 0 °С, что предотвратит риск необратимой глобальной катастрофы. Это может быть обеспечено в первую очередь за счет энергосбережения, внедрения возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности производства, сохранения и восстановления лесов.

***Контрольные вопросы и задания***

1. *Дайте определение понятий «погода» и «климат»? Чем они различаются? 2.* *Охарактеризуйте* *три основных природных процесса, способных оказывать на климат Земли значительные воздействия. 3. Перечислите основные антропогенные источники парниковых газов. 4. Опишите последствия климатических изменений. 5. Какова главная цель Киотского протокола? 6. Опишите сегодняшнюю погоду в вашем населенном пункте. Отличается ли она от той, которая обычно бывает в это время года?*

***Литература***

1. *Дроздов В.В. Общая экология. Учебное пособие. - СПб.: РГГМУ, 2011.-412 с.*
2. *Энергия и окружающая среда. Учебное пособие для средней школы. — СПб. 2008. — 88 с.*