



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ

ГАБДУЛЛИН
РУСЛАН РУСТЕМОВИЧ

ГЕОЛФАК МГУ

КОНСПЕКТ ПОДГОТОВЛЕН
СТУДЕНТАМИ, НЕ ПРОХОДИЛ
ПРОФ. РЕДАКТУРУ И МОЖЕТ
СОДЕРЖАТЬ ОШИБКИ.
СЛЕДИТЕ ЗА ОБНОВЛЕНИЯМИ
НА [VK.COM/TEACHINMSU](https://vk.com/teachinmsu).

ЕСЛИ ВЫ ОБНАРУЖИЛИ
ОШИБКИ ИЛИ ОПЕЧАТКИ,
ТО СООБЩИТЕ ОБ ЭТОМ,
НАПИСАВ СООБЩЕСТВУ
[VK.COM/TEACHINMSU](https://vk.com/teachinmsu).



БЛАГОДАРИМ ЗА ПОДГОТОВКУ КОНСПЕКТА
СТУДЕНТКУ ФИЛОСОФСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
ТУМАНОВУ ДАРЬЮ ПЕТРОВНУ



Оглавление

Лекция 1. Глобальные природные процессы	5
Глобальные процессы - статистические факты	5
Глобальные процессы. Понятие и взаимодействие систем.....	15
Лекция 2. Глобалистика. Классификация глобальных проблем	17
Глобальные природные процессы	17
Глобалистика.....	19
Глобальные проблемы, возникающие в результате взаимодействия общества и природы	22
Геологическое прошлое Земли и глобальные природные процессы	23
Глобальные природные проблемы - следствие глобальных природных процессов... ..	28
Лекция 3. Глобальные природные процессы и их последствия	31
Гравитационные процессы	31
Вулканические процессы.....	33
Землетрясения.....	36
Неблагоприятные атмосферные явления	40
Цунами.....	44
Лекция 4. Эндогенные и экзогенные глобальные природные процессы	47
Природные процессы и их последствия. Продолжение	47
Эндогенные глобальные природные процессы	52
Экзогенные глобальные природные процессы.....	54
Глобальные природные процессы, проблемы и глобальное природное оружие	56
Лекция 5. Природные источники энергии	59
За какой энергией будущее?	59
Основные природные источники энергии	63
Альтернативные источники энергии	65
Лекция 6. Педосфера. Биосфера. Глобальные урбосферные процессы	73
Педосфера.....	73
Биосфера.....	77
Глобальные проблемы, с которыми может столкнуться человечество	78
Глобальные урбосферные процессы.....	80
Лекция 7. Глобальные гидросферные процессы	85

Глобальные природные процессы в гидросфере	85
Опасные для человечества глобальные природные процессы в гидросфере	88
Лекция 8. Глобальные атмосферные и биосферные процессы	98
Глобальные атмосферные процессы.....	98
Глобальные биосферные процессы	103
Лекция 9. Космоглобалистика	107
Глобальные природные и космические процессы - прогнозы	107
Вселенная	110
Эволюция звезд и их систем.....	114
Лекция 10. Космоглобалистика. Часть 2	123
Солнечная активность.....	123
Последствия падения космических тел.....	128
Возникновение жизни	131

Лекция 1. Глобальные природные процессы

В ходе курса лекций "Глобальные природные процессы" будут рассмотрены виды глобальных природных процессов, как происходящие в масштабах нашей планеты природные процессы связаны и взаимодействуют с другими глобальными процессами неприродного происхождения (социального, социоприродного). Мы постараемся проанализировать то, что происходило в геологической истории Земли с целью иметь возможность прогнозировать то, что будет происходить в будущем. Опыт ученых показывает, что многие события повторяются, могут повториться и события, в том числе катастрофического плана, происходящие во времена существования динозавров.

Существует миф, который утверждает, что человек является царем природы. **В.И. Вернадский** отмечал, что человек стал антропогенным фактором, который может изменить облик планеты. Человеку действительно под силу перегородить реку, построив плотину и водохранилище, вырыть глубокий карьер или шахту для добычи полезных ископаемых. Таким образом он преобразовывает рельеф, меняет климат, воздействует практически на все существующие на Земле глобальные системы. С другой стороны, когда человек сталкивается с проявлениями стихийных бедствий, то кажется, что он полностью беззащитен. Люди не могут остановить смерч или воспрепятствовать его возникновению. Важно разобраться, как человек взаимодействует с природой, где он может оказывать на нее влияния, где это будет сделать затруднительно. В итоге появится возможность различать чисто природные процессы, социальные и социоприродные. Глобализация в определенной степени является следствием совместной эволюции сфер нашей планеты, а **глобальные процессы** - это механизмы, при помощи которых происходит коэволюция.

Глобальные процессы - статистические факты

- **За час Солнце выделяет столько энергии, сколько человечеству хватит на год.**

В настоящее время активно пытаются внедрить "зеленые" технологии, включая использование возобновляемых источников энергии: энергии света, солнечного тепла, ветра, движущегося потока воды. Вероятно, человечеству следовало бы более разумно подходить к тому, что оно получает постоянно, например, к энергии Солнца. Это помогло бы сэкономить ресурсы и улучшить состояние окружающей среды, которое страдает в случае использования людьми традиционных энергоносителей (нефть, газ). Важно понимать, что для производства фотовольтаических солнечных батарей необходимы не только технологии, но и те или иные компоненты. Сходная ситуация складывается и с электромобилями, идея которых широко поддерживается, но мало кто знает о том, что существует две проблемы, которые возникнут, если начать их массовое использование:

- электромобили передвигаются с помощью аккумуляторных батарей, одними из лучших являются литиевые батареи, но лития в необходимых количествах на Земле нет.
 - даже обычные батареи необходимо перерабатывать особым образом, утилизация или переработка аккумуляторных батарей затрачивает ресурсы, энергию и время.
- **20% населения потребляет 80% ресурсов Земли.**

С древних времен ряд государств рассматривал соседние территории в качестве источника разнообразных ресурсов, которые можно при помощи сильной армии добыть и доставить в метрополию, оставив колониям не лучшую жизнь. Ситуация к настоящему времени не сильно изменилась. Отметим, что в будущем станут актуальны не золото, нефть и газ, а другие ресурсы.

- **На вооружение в мире тратится в 12 раз больше средств, чем на помощь развивающимся странам.**
- **За последние 60 лет население Земли выросло в три раза, более 80% людей живут в городах.**

Мегаполисы разрастаются и объединяются, превращаясь в более крупные агломерации, метро существует почти везде. Нельзя сказать, что большинство людей сами выбирают городскую жизнь, причиной образа жизни часто является место работы. Люди, которые выбирают жизнь за городом, не очень рады тратить каждый день от двух и более часов на дорогу до работы. Если тенденция переселения населения в города будет сохраняться, что весьма вероятно, то небольшие поселения начнут отмирать.

- **Ежедневно 5 тысяч человек умирают от отсутствия доступа к чистой питьевой воде, миллиард людей не имеет доступа к безопасным и чистым источникам воды.**

Люди не задумываются о том, что вода является одним из главных ресурсов, без которого человек может прожить максимум три дня. Болезнь грязных рук или дизентерия относится к 10 основным причинам смерти в мире.

- **Миллиард человек голодает - голод продолжает оставаться одной из глобальных проблем, которая связана с водой.**

Если в стране существует проблема дефицита воды, то она может привести к проблеме голода, потому что без воды будет невозможно вырастить необходимое количество урожая. Большое количество трудовых мигрантов, приезжающих в Россию из стран Средней Азии, объясняется и тем фактом, что в этих странах со времен излета Советского Союза отмечались проблемы с водой. Дефицит воды означает, что

невозможно построить завод или фабрику, создать рабочие места. Если производства есть, но воды становится существенно меньше, то они будут вынуждены закрыться.

➤ **50% человечества занимается земледелием, в том числе и земледелием.**

В целом образ жизни земледельцев не сильно отличается от того, каким он был тысячу лет назад. Это говорит о том, что технологически разные участки нашей планеты развиты очень неравномерно. Люди, которые используют примитивные, но более надежные технологии, не испытывают массы проблем, связанных с современными технологиями.

➤ **В США 3 млн. фермеров могут обеспечивать пищей 2 млрд. человек, но 50% выращиваемого в мире зерна идет на прокорм скоту и выработку биотоплива.**

В настоящее время много говорится о прекращении добычи углеводородов, которая приводит к поступлению парниковых газов в атмосферу. Взамен предлагается выращивать сельскохозяйственные культуры и делать из них спирт, который может быть превращен в топливо. В данной схеме изначально присутствует стратегический просчет - мы не обладаем достаточным количеством территорий, на которых можно выращивать культуры, поскольку идет деградация почвы и другие негативные литосферные явления. В ходе производства биотоплива используется большое количество воды, таким образом, людям предлагается обменять воду на топливо. Учитывая наличествующий дефицит воды, увеличивающуюся численность населения Земли и ограниченность ресурсной базы, подобная идея не сможет решить проблемы с топливом.

➤ **Расширение объемов земледелия приводит к унификации - господству монокультур (тысячи культивируемых ранее сортов утрачено). Борьба с паразитами главным образом ведется пестицидами, которые вместе с удобрениями приводят к глобальной интоксикация биосферы, литосферы, гидросферы.**

Приходя в продуктовый магазин, человек видит там один и тот же набор фруктов (3-5 видов яблок или мандаринов). Это происходит в результате того, что фермеры выращивают те культуры, которые являются рентабельными. В погоне за выгодой производители часто забывают о качестве, примером чему могут служить генетически модифицированные продукты. Первым генетической модификации был подвергнут томат, второй культурой стала кукуруза, в которую добавляют гены не только растений, но животных, в том числе ген таракана. Это делается с целью предотвращения порчи урожая на складах. Иногда в сельскохозяйственные культуры добавляют ген паука, после чего бабочка может отказаться опылить растение. Генная модификация растений преследует несколько целей: идет вытеснение природных сортов искусственными, созданные человеком формы жизни становятся более живучи. До настоящего времени не известны последствия переноса пыльцы от генетически

модифицированных растений природным, вполне вероятно, что результатом может стать появление новых видов. Главное, к чему хотят прийти крупные игроки сельскохозяйственного рынка, - увеличение объемов продаж культур, которые сами не воспроизводятся. Фермер не может использовать семена этих растений для посева и нового урожая. Это делается сознательно, чтобы продажи семян осуществлялись ежегодно. В итоге большое количество биологических видов уже потеряно, либо сохраняется на периферии или в многофункциональных сетевых хранилищах биологического материала, таких как проект Московского университета "Ноев ковчег".

➤ **40% пахотных земель находится в упадке.**

В условиях увеличения населения планеты ресурсов для производства еды становится меньше, поэтому люди в будущем обратят взгляд на океан. Вероятно, человек скоро станет употреблять в пищу то, что будет не очень похоже на продукты, которые мы употребляем в пищу сейчас. В предшествующие века еда могла доставаться человеку бесплатно - поход в лес обеспечивал его дичью, ягодами и грибами. Раньше большую ценность имели качественно сделанные вещи, теперь отмечается иная тенденция: даже техника имеет непродолжительный период использования (при этом еда постепенно дорожает).

➤ **На выращивание килограмма картофеля уходит 100 литров воды, на килограмм риса - 4 тыс. литров, на килограмм говядины - 13 тыс. литров.**

С учетом того, что воды на нашей планете будет становиться все меньше и меньше, можно сделать вывод, что производить мясо в существенном масштабе человечество не сможет. Как считают некоторые исследователи, вегетарианцев в будущем станет больше. Человечество не спасут даже морские ресурсы, включая промысловую рыбу.

➤ **Установилась полная зависимость человечества от нефти.**

Несмотря на то, что люди могут практически отказаться от углеводородов и не использовать газ и нефть в качестве источников энергии, есть ситуации, где это сделать невозможно. Из нефти производится пластик, который присутствует в нашей жизни везде, жить без него человечество уже не может, а заменить его пока нечем.

➤ **В Лос-Анджелесе число машин равно числу жителей.**

Существуют данные о том, что в городе Краснодар сложилась аналогичная ситуация. В некоторых странах благосостояние людей позволяет им иметь несколько машин, для производства которых необходимо множество тех или иных компонентов. Отметим, что создание машин предусматривает большое количество рабочих мест. Юная шведская экологическая активистка Грета Тумберг активно выступает за решение экологических проблем, иногда это приводит к радикальным последствиям, например, Германия в течении ближайшего времени намеревается полностью отказаться от бензиновых двигателей, для чего предполагается массовый выпуск

электромобилей. При этом существует ряд вопросов, о которых задумываются только производители автомобилей, но они пока не "достучались" до лиц, принимающих решения. Двигатель внутреннего сгорания имеет гораздо более сложную конструкцию, чем у электромобиля, следовательно, при их производстве будет задействовано меньшее количество рабочих. Более того, в процессе усовершенствования автомобилей разрабатываются новые технологии, с электромобилями в этом нет необходимости.

- **Нерациональная добыча полезных ископаемых: к концу века большая часть всех основных необходимых ресурсов будет безвозвратно исчерпана.**

Как бы люди ни пытались рационально и аккуратно добывать полезные ископаемые, часть их теряется в процессе самой добычи и транспортировки, при этом происходит загрязнение окружающей среды. Существующие технологии не позволяют оптимально добывать ресурсы, например, поднять нефть из глубоких горизонтов Земли.

- **С 1950 года объем международной торговли вырос в 20 раз. Резко вырос флот танкеров, что является следствием глобализации промышленности. 90% торгового оборота производится морским путем (500 млн. контейнеров в год).**

Большое количество грузов перемещается по воде, это могут быть не только реки, но и моря, и океаны. Размеры грузовых судов в последнее время возрастают, поскольку экономически выгоднее построить большой танкер, а не два небольших. Экономия будет и в области рабочей силы, поскольку не потребуется два капитана и две команды. Зафиксированы ситуации, когда два танкера не смогли разойтись в водах океана, в результате произошло их столкновение. Попытки минимизировать расходы приводит в случае аварии к существенному увеличению масштабов экологической катастрофы. Из-за повышения объемов перевозок становятся актуальными новые логистические решения, активно задействуется Северный морской путь.

- **Дубай (ОАЭ) - яркий пример слияния западной и восточной идеологии роскоши. В стране, где круглый год светит Солнце, нет ни одной солнечной батареи, нет сельского хозяйства, промышленности (кроме нефтедобывающей), почти все товары импортируются, а морская вода опресняется.**

Существуют страны, на территории которых располагаются месторождения ценных ископаемых, залегающих близко к поверхности земли. Если это ископаемое востребовано, то страны благополучны в экономическом плане и не развивают отдельные сектора экономики, покупая готовые товары. Это не всегда экономически выгодно, но менее проблематично. Объединенные Арабские Эмираты в последнее время стали больше внимания уделять возобновляемым источникам энергии. Они используются как дублирующие устройства для получения энергии в случае обесточивания небоскребов или других объектов, а не так широко, как в Италии,

Испании и ряде других европейских стран. Опреснение морской воды - очень дорогой и энергозатратный процесс. В некоторых регионах люди вынуждены употреблять опресненную морскую воду, которая в определенной степени является "мертвой". По данным исследований человек не может без негативных последствий использовать в своем рационе только опресненную воду.

- **20% людей владеют 80% всех природных ресурсов Земли, 2% людей владеют 50% богатств, более 50% малоимущих проживают в богатых ресурсами странах.**
- **Ежегодно вырубается 13 млн. гектаров леса.**

Вследствие вырубki леса погибает множество видов животных. От дерева как материала человек отказаться не может и не сможет, при возрастающей численности населения планеты, возрастает и потребность в древесине. Переход на цифровые технологии широко распространяется, создается множество компьютерных программ, включая программы электронного документооборота, которые самостоятельно делают документы, которые в конечном итоге приходится распечатывать и хранить не менее пяти лет, для чего необходима бумага.

- **На Земле одно млекопитающее из четырех, одна птица из восьми, одно земноводное из трех - находятся под угрозой исчезновения. В настоящее время биологические виды вымирают в тысячу раз быстрее естественных темпов их вымирания.**

Ярким примером антропогенного влияния является Московская кольцевая автодорога (МКАД), которая рассекает несколько лесных массивов. В них когда-то жили лоси, кабаны, лисы и другие животные. Подчиняясь законам природы, лось выходит из леса с одной стороны МКАД, с другой стороны выходит лосиха, но пересечь дорогу они не могут по причине возведённых шумоизолирующих барьеров или интенсивности автодвижения. Популяции животных остаются рассеченными, в этих местах в результате близкородственного скрещивания и других негативных явлений постепенно начинает исчезать жизнь.

- **75% рыбных ресурсов более недоступно (исчезли, исчерпаны или находятся под угрозой исчезновения). Рыба - основной продукт рациона каждого пятого человека Земли. Глубины океана остаются для человечества загадкой, в них обитает около 10 тысяч неизвестных науке видов.**

Существует мнение, что люди больше знают о Луне, Марсе и Венере, чем о Мировом океане. В определенной мере это соответствует действительности. Отметим ограниченность ассортимента рыбной продукции в магазинах и динамику цен, которые стремительно увеличиваются. Люди не могут объявить мораторий на вылов рыбы на 3 - 5 лет для восстановления её популяции, потому что она является основным источником рациона питания для значительной части населения. Владельцы промыслового бизнеса

не могут на это пойти по иным причинам. Возможно, в ближайшем бедующем рыбная продукция станет редким деликатесом.

- **500 млн. человек живут в пустынях и знают цену воде, расход которой на человека в Лас-Вегасе составляет 800 литров в сутки. Каждая десятая крупная река более не впадает в море или океан. Вода в огромных количествах изымается для сельского хозяйства.**

Если при дефиците воды стоит выбор между умыванием, чисткой зубов и употреблением воды, то человек чаще всего выбирает последнее действие. Река, протекающая через ряд стран, в процессе теряет воду, которую страны изымают для нужд производств, сельского хозяйства и водоснабжения населения. Соответственно, в каждой последующей стране река уже не такая полноводная и чистая. В итоге река Колорадо не впадает в океан, а река Иордан - в Мертвое море, уровень которого по этой причине падает каждый год в среднем на метр. Большое количество забора воды для орошения (в том числе и хлопка, выращиваемого в недостаточно пригодных для этого местах) из питающих рек Сырдарья и Амударья привели к распаду Аральского моря на два водоема. Если в пустыне в больших количествах использовать воду ("лить воду в песок"), то поднимается уровень грунтовых вод, но поскольку в данной местности много соли, а процессы испарения доминируют над выпадением осадков - на поверхность выступает соленая высокоминерализованная вода. Образующиеся на поверхности соляные разводы не позволяют ничего выращивать, к этому присоединяются и невосполнимые потери потраченной воды. В подобных условиях применяется адресный полив корневой системы каждого растения и другие энерго- и трудозатратные технологии.

- **В Индии примерно 21 млн. колодцев, в Западной Индии 30% колодцев заброшено, исчерпан ресурс грунтовых вод. В ближайшее время страна столкнется с проблемой острой нехватки питьевой воды.**

Предположим, что жители Западной Индии в случае дальнейшего ухудшения ситуации с водой мигрируют в центральную часть страны, но куда они переместятся, когда ситуация ухудшится и там? Появляются идеи о возможности продажи воды, для чего будет необходимо построить трубопроводы, по которым будут идти не нефть или газ, а чистая вода. Правительства стран с дефицитом воды будут вынуждены производить расчеты, в соответствии с которыми они могут прийти к выводу, что дешевле приобрести танки и силовым способом решить проблему. Таким образом, будущие международные конфликты могут быть спровоцированы дефицитом воды.

- **Каждый шестой человек живет в перенаселенной зоне без доступа к воде и электричеству.**

Люди, лишённые доступа к воде и электричеству, не имеют его и к медицинской помощи и лекарствам. По мнению аналитиков, для них выше вероятность выжить в условиях пандемии или техногенной катастрофы по причине наличия сильного

иммунитета и способности существовать в тяжелых условиях. Именно из таких областей пойдет реколонизация Земли (волны расселения).

➤ **К 2025 году от нехватки воды пострадает 2 млрд. человек.**

Если климат на Земле будет теплеть, то начнут таять ледники, являющиеся источниками пресной воды, которой на Земле 1 - 2%. Следствием таяния ледников является и подъем уровня Мирового океана, который в Меловой период (130 - 65 млн. лет назад) был на 200 метров выше современного (уровень смотровой площадки Московского университета), в другие времена Мелового периода уровень океана был на 400 метров выше (уровень шпиля Московского университета), в Ордовикском периоде (480 - 500 млн. лет назад) - на 600 метров выше. При существенном подъеме уровня Мирового океана значительные объемы суши окажутся под соленой водой, следовательно, пресная вода из рек и колодцев будет людям недоступна. Над поверхностью воды останутся вершины гор и поднятия, которые будут представлять собой архипелаговую сушу. Под водой окажутся места, где можно выращивать сельскохозяйственные культуры или добывать полезные ископаемые.

➤ **На острове Гаити осталось лишь 2% от площади леса, что вызвало эрозию почв. Вырубив лес, люди самостоятельно лишили себя почвенного слоя, а эрозия почвы преобразовала ландшафт до неузнаваемости.**

На острове Гаити в ходе нерационального природопользования лес вырубался для продажи и собственных нужд населения, в результате чего почвенный слой был смыт дождями и унесен ветрами, сформировались непригодные для земледелия территории. Произошел процесс образования оврагов, который практически невозможно остановить. Программа реабилитации почвенного слоя очень сложна: необходимо начать посадку отдельных видов быстрорастущих кустарников с очень мощной корневой системой и травы, для чего придется укреплять склоны оврагов. Только после этих действий можно будет начать высадку деревьев. Если программа реабилитации не будет запущена, то территория страны может превратиться в безжизненное пространство.

➤ **За последние 100 лет осушено 50% болот.**

В 90-е годы прошлого века в России существовала практика осушения болот для дальнейшей продажи земель земледельческим товариществам. В болотах накапливается торф, который сверху покрыт водой, образовавшийся в результате осушения болот торфяник в случае возгорания практически невозможно потушить. Для того, чтобы потушить пожар, необходимо пролить на торфяник всю воду, которая была изъята при осушении болота. Страховые компании отказывают в страховании жилья, находящегося на подобных территориях. Болота выполняют важную функцию очищения воды, кроме этого они являются её ресурсом.

➤ **Первобытные леса - ареал обитания 75% всех биологических видов. За 40 лет площадь леса в Амазонии сократилась на 20%.**

На месте леса вырубленного леса строятся фермы для выращивания скота, поля засеваются соевыми бобами, которые идут на корм скоту. В итоге лес превращается в мясо.

- **За последние 50 лет спрос на бумагу вырос в 10 раз.**
- **Более 2 млрд. человек зависят от древесного угля.**

В результате процесса фотосинтеза деревья забирают углекислый газ, сохраняя в себе в качестве строительного материала углерод и отдавая кислород. Уголь - это окаменевшее дерево, когда люди сжигают его, то в атмосферу добавляется углекислый парниковый газ, который делает климат нашей планеты теплее. Уголь активно используется в США, Китае и множестве других стран, которые сжигают его на специальных станциях и получают энергию. Это бесполезно с точки зрения экологии, потому что угольная взвесь попадает в атмосферу, что приводит к возникновению у людей ряда заболеваний (астма, бронхит, рак легких и пр.)

- **Средняя температура на Земле за последние 15 лет достигла самой высокой отметки.**
- **Толщина ледников на полюсах за последние 40 лет уменьшилась на 40%.**

Белый цвет льдов и снега отражает солнечные лучи, если этого не происходит, то земля и вода, ранее покрытые снегом и льдом, будут нагреваться гораздо быстрее, от чего будет нагреваться воздух, в итоге снег и лед станут таять еще быстрее. Проблема белых медведей заключается в том, что остается все меньше мест, где они могут существовать. В итоге животные приходят в поисках пищи в населенные пункты, представляя опасность для людей (голодный белый медведь способен напасть на человека).

- **Только за XX век уровень Мирового океана поднялся на 20 см. Льды Гренландии содержат 20% мировых запасов замороженной пресной воды. При таянии ледников Гренландии уровень океана поднимется на 7 м. 80% ледников Килиманджаро уже исчезло.**

Данные процессы будут расти в геометрической прогрессии. Часть атмосферной влаги выпадает в виде снега и удерживается ледниками во время сезона дождей, летом снег и лед постепенно тают. Если на вершинах гор снега и льда больше нет, то выпавшие осадки ничто не останавливает. Емкость узких горных рек обычно имеет V-образное сечение, которое не позволяет значительному количеству воды свободно по нему пройти. В итоге вода разрушает дамбы, плотины, сносит мосты, жилые и промышленные постройки.

- **Бангладеш - 1/3 страны непригодна для жизни из-за стихийных бедствий.**

Ряд стран стали непригодны для проживания. В Бангладеш происходят засухи, пожары и эрозия почвы. Например, река размывает берег и смывает грунт,

следовательно, площадь пригодной для проживания суши сокращается. На острове Пасхи когда-то существовала цивилизация Рапа-Нуи, от которой на остались каменные истуканы. Ученые и сейчас дискутирует о том, каким образом высеченные из единого массива базальта статуи были транспортированы и возведены, потому что такую массу не может поднять ни один из современных подъемных кранов. По мнению исследователей, цивилизацию Рапа-Нуи сгубила жадность, её представители были мореплавателями и строили большое количество кораблей. В какой-то момент времени с этой целью был вырублен практически весь лес на острове и построены последние лодки - на этом цивилизация прекратила свое существование. Рациональное природопользование является крайне важным аспектом жизни человечества.

- **По ряду оценок к 2030 году льды Арктики могут полностью исчезнуть. Лед отражает солнечные лучи, теперь они проникают в воды Мирового океана и нагревают их.**

Вполне вероятно, что в ближайшем будущем станет возможна навигация в области Северного полюса Земли без ледокольного флота.

- **Вечная мерзлота Сибири при размораживании насытит атмосферу метаном. Метан является в 20 раз более сильным парниковым газом, чем углекислый газ.**

Оледенений в Неогеновом и последующем Четвертичном периоде, в котором люди живут в настоящее время, было много (по разным оценкам до 20). Неандертальцы жили в условиях последнего оледенения в Европе без обуви или герметично застегивающихся курток. Для обогрева они в лучшем случае использовали шкуры животных, босиком передвигаясь по снегу, льду и скалам. Жизнь в условиях ледникового периода имеет свои плюсы: сосулька или снег являются источником воды, при низких температурах не выживают паразиты (мухи ЦЦ, клещи), не возникают такие заболевания, как малярия, дизентерия и др. Поскольку жизнь древних людей происходила в условиях низких температур, то туша добытого во время охоты мамонта долго не портилась, что позволяло людям из племени неандертальцев длительное время не испытывать недостатка в пище, мигрируя по мере необходимости.

С момента последнего оледенения часть горных пород находится в замороженном состоянии вместе со всем, что в них находится, включая грунтовые воды и полезные ископаемые. В условиях глобального потепления они начнут таять, в результате города, построенные в вечной мерзлоте на сваях по специальной технологии, могут разрушиться. Людям придется охлаждать участки земли вокруг свай, потому что это применение данной технологии будет экономически выгоднее, чем строительство нового город. В результате потепления из недр земли выйдет значительное количество метана - более вредоносного, чем углекислый парникового газа (с последним растения ещё могут взаимодействовать). Соответственно, метан как причина потепления климата, представляет большую опасность.

- **К 2050 году число климатических беженцев может достигнуть 200 млн. человек.**

В связи с ухудшением условий жизни множество людей начинает мигрировать в другие страны с более комфортными условиями существования.

- **Государства взяли под охрану 2% территориальных вод.**

2% территориальных вод стран - это морские или океанические заповедники. Данное начинание очень позитивно, но количество взятых под охрану вод незначительно.

- **Природные заповедники занимают 13% площади континентов.**

Особо охраняемые природные территории, различные виды заповедников, заказников и национальных парков позволяют животным и растениям чувствовать себя относительно комфортно, а также предоставляют возможность людям отдохнуть в максимально приближенной к естественному состоянию среде.

- **Человечество существует около 200 тыс. лет, но за последнее время оно сумело до неузнаваемости изменить лик планеты.**
- **Сегодня человечество, как и в давние времена, рассредоточено по береговым линиям континентов и по берегам рек и озер. 11 из 15 мегаполисов расположены на береговой линии, в дельтах рек и находятся под угрозой затопления.**

Люди с давних времен предпочитают селиться возле реки или места её впадения в море, потому что это дает возможность передвигаться на кораблях, ловить пресноводную и морскую рыбу. В условиях подъема уровня Мирового океана поселения и города могут быть затоплены, соленая вода проникнет в грунтовые воды и лишит людей источников питьевой воды.

- **Каждый четвертый человек ведет образ жизни, который мало отличается от того, как люди жили 6 тыс. лет назад. Таких людей 1,5 млрд. человек, что больше, чем все население богатых стран.**

Глобальные процессы. Понятие и взаимодействие систем

Процесс (от лат. processus - продвижение) - последовательная смена состояний объекта (системы) во времени. Любой процесс привязан к системе (системам): развитие системы, взаимодействие систем, конфликт систем.

Глобальные процессы:

- **Природные** - изменяют физическую структуру планеты (атмосферные, биосферные, литосферные, гидросферные и др.). Примером природных процессов является круговорот воды в природе.

- **Социальные** - изменяют структуру социальных отношений на планете (экономические, политические, социокультурные и др.). Примером социальных процессов является революция.
- **Социоприродные** - взаимодействие общества и природы (экологическое, природно-ресурсное). Примером социоприродных процессов являются: добыча полезных ископаемых, разрушение города цунами, вызванное деятельностью человека техногенное землетрясение.

Примеры глобальных природных процессов:

- Извержение вулкана Эйяфьятлайокудль 2010 года в Исландии привело к выбросу большого количества вулканического пепла, облако которого накрыло почти весь север Европы. Рассеянные на большой высоте частицы пепла представляют угрозу для турбин самолетов, поэтому они не могли ни взлететь, ни приземлиться - произошла парализация авиасообщения и закрытие большинства аэропортов, что вызвало транспортный коллапс. Всего один вулкан изменил в апреле - мае 2010 года уклад жизни почти половины Европы, потому что самолеты не смогли попасть в пункты назначения своих маршрутов. Из-за отмены "стыковочных" авиарейсов проблемы по цепочке распространились и на другие материки. Во многих регионах Земли фиксировались извержения нескольких вулканов. Негативные последствия: изливающиеся лавовые потоки разрушают строения, вулканическая активность разогревает ледники, вызывая их таяние, что в итоге приводит к образованию селевых потоков, выходу рек из русел и, наконец, к наводнению.

Лекция 2. Глобалистика. Классификация глобальных проблем

Глобальные природные процессы

Природные пожары

Природной составляющей пожара является аномально засушливое лето, он может начаться и в результате удара молнии в сухое дерево в условиях длительной засухи. Кажущаяся "природность" лесных пожаров: может сложиться впечатление, что пожары возникают сами по себе, но часто то, что люди считают самовозгоранием, в действительности им не является, его причиной оказывается деятельность человека. Допустим, что группа туристов отдыхала в лесу, после чего там остались следы пребывания человека, в том числе стеклянные бутылки, осколки которых могут пролежать несколько десятилетий до того момента, пока не сработают как линза. Солнечный луч, пройдя сквозь осколок стекла под определенным углом, приведет к возникновению пожара.

Антропогенная составляющая лесных пожаров: поджоги, не затушенные источники огня, мусор, осушенные торфяники. Возникновению лесных пожаров способствует осушение болот, которое приводит к тому, что торфяники, ранее покрытые большим объемом воды, легко возгораются. Когда в лесном массиве начинается пожар, то на ранней стадии его ещё возможно потушить, но когда пожаром охвачены большие площади, то потушить его становится практически невозможно. Важно изолировать очаг пожара, для чего осуществляются вспахивание, вал леса или встречный пал, при котором создается фронт огня,двигающийся навстречу пожару. Когда два фронта встречаются, то у них не остается "пищи" и пожар гаснет. Существуют точка зрения, согласно которой в космосе могут находиться аппараты, выполняющие военные задачи не только с точки зрения наблюдения и разведки: в результате применения специальной технологии солнечный луч с помощью системы зеркал и линз перенаправляется в какую-то точку на планете, где возникает пожар.

Глобальное потепление - глобальный социоприродный процесс?

- **природная составляющая** глобального потепления - климатические циклы
- **антропогенная составляющая** - насыщение атмосферы парниковыми газами

В последнее время погода кажется людям непохожей на нормальную погоду: лето может быть прохладным, зима - теплой, то есть происходит уменьшение контрастности климата. В целом климат на нашей планете в целом теплеет, средняя температура повышается. Несмотря на это, погодные аномалии показывают, что его изменения не всегда происходят в сторону потепления: в определенных районах выпадают значительные объемы осадков в виде снега, в других – лето становится более холодным.

Верхний график на рис. 2.1. демонстрирует, что климат в исторической перспективе за последние 160 тыс. лет постоянно менялся. Изменения носили

циклический характер, отметим, что во времена неандертальцев ещё не существовали заводы, фабрики и двигатели внутреннего сгорания. Важно правильно оценить вклад человека - насколько его деятельность влияет на климатическую систему, каков её реальный вклад, например, в изменение температуры, в частности в её потепление.

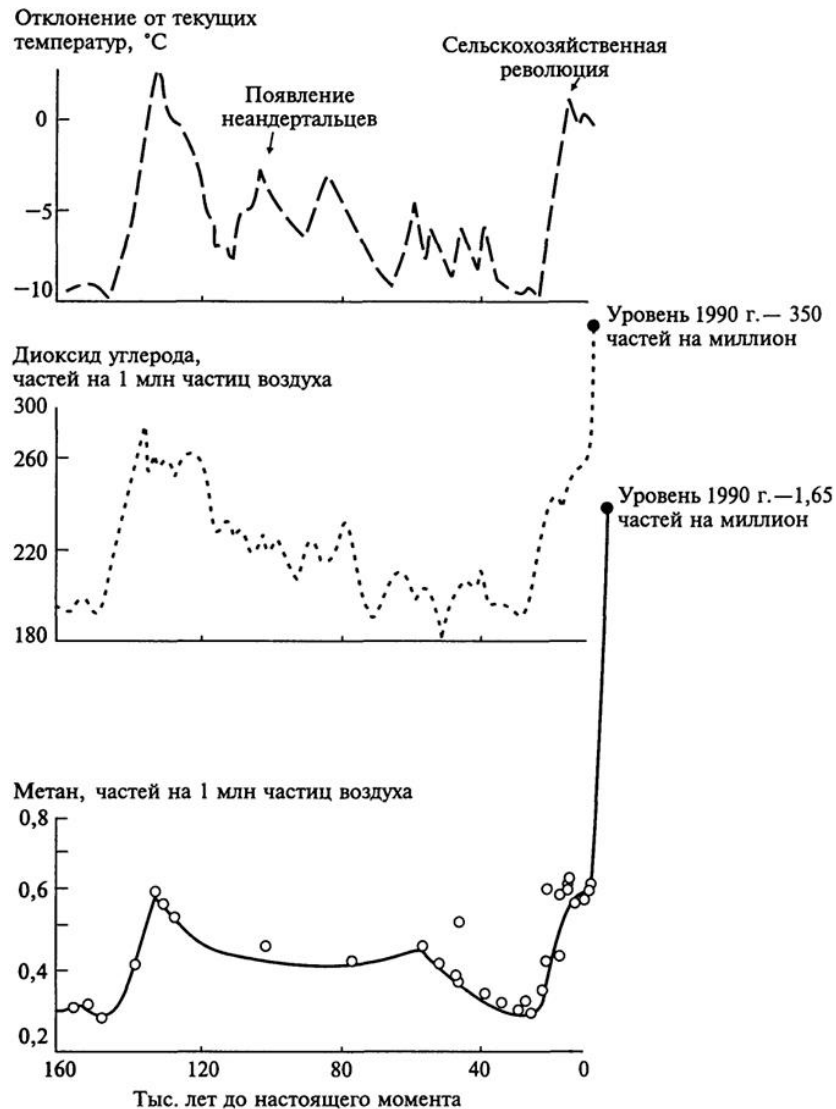


Рис.2.1. Графики: верхний – изменения температуры (в отклонениях от современной среднеглобальной); средний и нижний - динамика концентрации диоксида углерода и метана в атмосфере за последние 160 тыс. лет по данным ледяных кернов

Средний и нижний графики показывают насколько сильно возросла концентрация метана и диоксида углерода, являющихся парниковыми газами. За период наблюдений с 1860 по 2000 год средняя температура воздуха в целом увеличивалась, хотя на памяти человечества были и малые ледниковые периоды, когда замерзала река Темза, каналы в Амстердаме и берега Средиземного моря. Это происходило не один раз в интервалах XI - XIII век и XV - XVII век и было во многом

связано с поверхностным теплым течением Гольфстрим, которое берет свое начало в экваториальной части Земли и несет тепло за Северный полярный круг. В России за Северным полярным кругом на Кольском полуострове находится Мурманск - незамерзающий город-порт. Там же находится база подводных лодок, потому что благодаря теплоте течения климат в данной местности тоже более теплый и без применения ледоколов и других сложных технологий круглый год возможна навигация. Если Гольфстрим начнет ослабевать, то теплые воды опустятся на дно океана и вернутся по его ложу к экватору, чтобы подняться, совершив круговорот. Тогда может повториться то, что уже происходило - климат в странах Скандинавии, Европы и в России станет существенно холоднее, в истории наблюдений отмечен даже год без лета. Соответственно, в подобных неблагоприятных условиях невозможно будет вырастить хороший урожай, что может привести к голоду населения, социальным потрясениям внутри стран, а в дальнейшем и к войнам, призванным решить вопрос нехватки продовольствия путем применения военной силы.

Причиной потепления климата является природная компонента - Земля постепенно выходит из последнего ледникового периода, с другой стороны, в него вносит вклад деятельность человека, который разводит значительное количество скота и домашней птицы. В таком количестве этих животных на нашей планете никогда не существовало, в процессе жизнедеятельности они выделяют метан, который является более сильным парниковым газом, чем углекислый.

Глобалистика

Глобальные природные процессы являются объектами изучения следующих ветвей глобалистики:

- **Палеоглобалистика** - глобальные природные процессы прошлого;
- **Футуроглобалистика** - глобальные процессы и системы будущего;
- **Космоглобалистика** - влияние космических факторов на развитие глобальных процессов, развитие космонавтики и перерастание глобальных процессов в космические.

Глобальная система - это структура глобального характера, имеющая общепланетарное распространение. Человек постепенно покидает пределы Земли, работают космические станции, существуют планы колонизации Луны и планет земной группы.

Эволюционная глобалистика (глобальное развитие) - эволюция глобальных проблем и систем в исторической перспективе от глобальных природных процессов и систем прошлого до проблем настоящего и будущего.

Глобалистика как наука включает в себя изучение следующих глобальных процессов: **философские, гуманитарные и естественнонаучные**. В данном курсе лекций мы в основном концентрируемся на последних. Осмысление глобальных проблем невозможно без знания закономерностей геологических, биологических и

экологических процессов. Глобальные экологические проблемы, включая загрязнение атмосферы и Мирового океана, было бы неправильно пытаться решить, не анализируя закономерности процессов, происходящих в биологических и геологических системах.

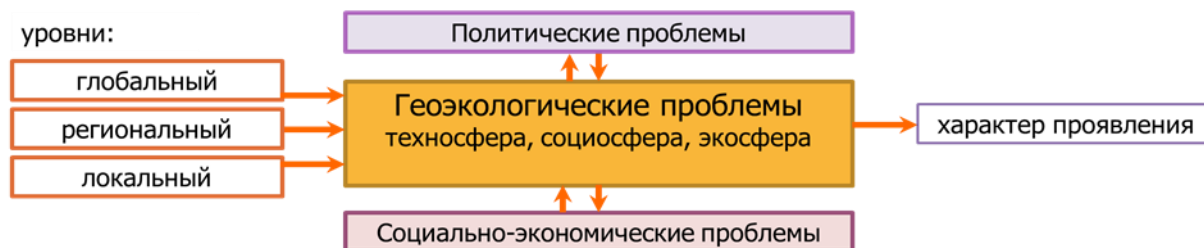


Рис.2.2. Классификация глобальных проблем

Характер проявления:

- загрязнение атмосферы и потепление климата;
- дефицит водных ресурсов и ухудшение качества вод;
- антропогенная деградация почвенных ресурсов;
- уменьшение площади лесов;
- сокращение биологического разнообразия;
- увеличение объемов промышленности и бытовых отходов;
- рост числа городов и ухудшение качества городской среды.

Геоэкологические проблемы появляются на стыке техносферы, социосферы и экосферы, вызывают политические и социально-экономические проблемы, с другой стороны, они могут явиться следствием проблем в данных областях, приводящих к изменениям в недропользовании, охране окружающей среды и т.д.

Появилась новая область знания, которая называется **гарбология** (от англ. garbage "мусор"), то есть мусороведение. Специалисты в данной области изучают, как преобразовывать отходы, чтобы их оставалось как можно меньше. Конечно, весь мусор переработать невозможно, на вторичную переработку не идут некоторые виды упаковки, например, сделанные из переработанной бумаги картонные упаковки для яиц или крошка настилов детских площадок, созданная из резиновых покрышек.

Интернациональные глобальные проблемы

- **Устранение войны, обеспечение справедливого мира**
- **Установление нового международного экономического порядка**

Возникновение войн и изменение мироустройства происходят из-за ресурсов и жизненного пространства. Говоря о справедливом мире, люди говорят и его справедливом экономическом устройстве. В 2000 году на долю Саудовской Аравии приходилось до 12% добычи нефти, на долю США - 10%, России - 9%, Великобритании, Ирака и Норвегии - 4%, Китая, Мексики, Венесуэлы и Ирана - до 5%. Отмечаются попытки в некоторых странах внешним образом изменить политическую

систему, Иран длительное время находится под санкциями, как и Россия. Экономическое давление оказывается с целью получить доступ к ресурсам или жизненному пространству стран, которые в итоге могут потерять свою независимость.

Глобальные проблемы, связанные с системой "человек-общество"

- **Демографическая проблема**
- **Здравоохранение**

Все больше людей живет в мегаполисах, все меньше - в сельской местности. Города стремительно расширяются, в процессе реновации в Москве сносятся старые пятиэтажные дома, на месте которых возводятся здания с двадцатью и более этажами. В них живет уже в 5-7 раз больше людей, что приводит к массе проблем в области инфраструктуры города, потому что жителей города необходимо обеспечить детскими садами, школами, автомобильными стоянками, магазинами и пр.

Современные люди очень зависимы от медицинских услуг, если представить ситуацию, что с завтрашнего дня им перестанут быть доступны лекарственные препараты и медицинская помощь, то можно сделать прогноз, что продолжительность жизни существенной части населения сократится, многих не станет. В древние времена средняя продолжительность жизни человека была существенно меньше, люди часто умирали от тех заболеваний, которые в настоящее время успешно лечатся. Чем лучше становится система здравоохранения, тем острее демографическая проблема. После того, как люди выходят на пенсию, они живут на средства, которые в рамках налоговых выплат обеспечивают работающие поколения. При увеличении продолжительности жизни происходит увеличение людей пенсионного возраста, что может вызвать социальный кризис.

- **Образование**
- **Социальное обеспечение**

В последнее время в России происходят изменения в социальном обеспечении жителей страны. Улучшаются условия жизни маломобильных людей (специальные пандусы и оборудованный общественный транспорт). В ряде стран мира населению не доступен даже минимальный уровень образования и социального обеспечения, в них отмечается очень низкий уровень жизни граждан в целом.

- **Международный терроризм**

Примерно с 80-х годов прошлого века стала актуальной проблема международного терроризма. Раньше считалось, что различные террористические ячейки не связаны друг с другом, Ирландскую республиканскую армию часть людей считает террористами, часть - борцами за свободу или повстанцами. После войны в Афганистане и выведения из него ограниченного контингента советских войск в стране осталась масса наемников, не имеющих никаких навыков, кроме военных. Терроризм

используется для решения тех и или иных задач, например, для предотвращения строительства нефтепровода или продажи других полезных ископаемых.

- **Сохранение культурного многообразия человека**

В каждой стране есть своя культура и фольклор, с другой стороны, всюду ярко проявляются признаки глобализации. Глобальные корпорации осуществляют деятельность во всех странах, способствуя культурной унификации, важно при этом, чтобы люди не потеряли свои исторические корни. В некоторых странах Европы после того, как в них хлынула волна беженцев из стран Северной Африки, Ближнего Востока и Южной Азии, фиксируется рост протестных настроений у населения. Жители этих стран не рады тому, что они на средства своих налогов должны содержать мигрантов (вопрос справедливости), которые так или иначе вытесняют местное население. В основном это происходит демографическим путем, у выходцев из стран-источников миграции традиционно много детей, в Европейской странах существует образ жизни чайлдфри (англ. childfree - свободный от детей), а в семьях чаще всего воспитывается один ребенок. Таким образом через 2 -3 поколения состав жителей небольшого европейского города может существенно измениться. Ярким примером может послужить одна из скандинавских стран, где в одном из городов турецкая диаспора играла существенную роль, в итоге через 20 лет ключевые поста в муниципалитете и полиции заняли её представители, в том числе и должность мэра, а коренные жители города постепенно стали меньшинством.

Глобальные проблемы, возникающие в результате взаимодействия общества и природы

Важно обеспечить людей энергией, топливом, пресной водой и сырьевыми ресурсами. Это в итоге приводит к патологическим проблемам, потому что, хотим мы этого или нет, люди вмешиваются в природные системы. Мы забираем из недр Земли разные виды полезных ископаемых, многие из которых формировались миллиарды лет назад, например, существенное количество железа, было сформировано в Докембрийском периоде в архее и протерозое (до 2 млрд. лет назад), когда в атмосфере Земли практически не было кислорода. Железо в России добывается в карьерах Курской магнитной аномалии и других местах. Те полезные ископаемые, на формирование которых уходили сотни миллионов и даже миллиардов лет, расходуются людьми достаточно быстро. При сохранении таких темпов некоторые их виды станут нам практически недоступны в обозримом будущем, что поставит людей перед выбором: изобретать новые технологии и переходить на иные полезные ископаемые или пытаться извлекать их остатки. Самой серьезной проблемой остается проблема с пресной водой, с ней человечество столкнется в ближайшем будущем.

К глобальным проблемам современности относится образование экологически неблагоприятной территории. В процессе своей деятельности заводы и фабрики производят выбросы аэрозольных частиц, которые оседают в легких людей, провоцируя возникновения ряда заболеваний. Мусором, особенно пластиком,

загрязнены поверхности вод не только в районах Индонезии, но и в Средиземном море. Множество территорий уже получили статус экологически неблагоприятных, потому что вода и воздух отравлены, а территория настолько замусорена, что жить там не безопасно. Для исправления сложившейся с ситуации требуются существенные финансовые вложения, время и человеческие ресурсы.

Геологическое прошлое Земли и глобальные природные процессы

Для чего необходимо знать геологическое прошлое Земли? Народная мудрость говорит о том, что умный учится на чужих ошибках, а без прошлого нет будущего. Гай Юлий Цезарь утверждал: "Величайший враг прячется там, где вы будете меньше всего его искать". Пока человечество ещё не столкнулось с катаклизмами значительного масштаба, какие происходили в геологическом прошлом, но за 4,7 млрд. лет истории нашей планеты жизнь в целом выдержала все происходящее. Отметим, что отдельные виды флоры и фауны безвозвратно исчезли. Чтобы понимать, какие глобальные вызовы и глобальные природные проблемы и катаклизмы представляют для человека реальную опасность, необходимо анализировать то, что происходило в прошлом, чтобы попытаться предсказать то, что может случиться в будущем и что можно с этим сделать.

Глобальные природные процессы и глобальные природные проблемы

- **Круговорот воды** - является глобальным природным процессом, в ходе которого вода в одном месте испаряется, переносится, выпадает в виде атмосферных осадков, стекает ручьями и реками, вновь испаряется - цикл замыкается.
- **Глобальное потепление** - часть климатического цикла - глобального природного процесса. Изменение уровня Мирового океана, произошедшее в результате потепления климата, приведет к тому, что многие стоящие на береговой линии мегаполисы будут затоплены. Температурная кривая изменения средней планетарной температуры от периода миллиард лет назад до современности показывает, что сейчас человечество находится в условиях очень холодного климата. В истории Земли многократно случались периоды, когда было существенно теплее. Даже если все люди станут вегетарианцами и начнут ходить пешком или ездить на велосипедах, то климат все равно будет теплеть, а уровень Мирового океана поднимется, как это не раз происходило в геологические прошлые нашей планеты. Остаются вопросы - на сколько и с какой скоростью?

В Мировом океане возникает множество холодных и теплых течений. Если температура воды на экваторе и на полюсе Земли станет одинаковой, то из-за отсутствия разницы температур они остановят движение. Это может привести к тому, что Мировой океан превратится в заболоченный пруд в результате замора флоры и фауны, сероводородного заражения и гибели морской биоты. После того, как полностью остановится вся океаническая циркуляция, что в результате глобального

потепления происходило в истории не раз, исчезнут теплые течения, которые двигаются от экваториальной части к полюсам Земли (например, североатлантическое течение Гольфстрим, которое доходит до Кольского полуострова), и начнется ледниковый период. К нему из-за нарушения циркуляции воды приведет охлаждение в районе полюсов Земли, которое нечем не будет компенсировать, начнется оледенение,двигающееся с полюсов в сторону экватора. В художественном фильме "Послезавтра" показана реальная климатическая модель, в вероятность которой верит большинство ученых. Отметим, что события в фильме происходят намного быстрее, чем это может происходить в действительности. Гольфстрим ослабевает из-за того, что тают льды Гренландии, пресная вода разбавляет морскую, изменяя её физические свойства, в итоге в условиях потепления меняется контрастность температуры (разница температур становится меньше). Постепенно Северное полушарие Земли может вновь погрузиться в ледниковый период.

Многие из художественных фильмов, посвященных различным катастрофам, не настолько фантастичны, как это может показаться. Не ясно только, когда и где может произойти "конец света". Существуют ряд сценариев:

- **падение астероида** - 65 млн. лет назад в районе Мексиканского залива упал астероид диаметром 11 км, что выше Эвереста и сопоставимо с глубиной Марианской впадины, падение явилось глобальной катастрофой, в результате которой динозавры были потеряны, но крокодилы, змеи и черепахи пережили.
- **изменение климата;**
- **инверсия магнитного поля**, в ходе которого северные магнитные полюса поменяются местами - когда это произошло последний раз - появился человек. Одна из гипотез утверждает, что это явление каким-то образом способствовало эволюции продвинутых гоминид.
- **пандемия** - в настоящее время человечество переживает эпидемию COVID-19. Каждое последующее поколение людей все больше зависит от медицинских препаратов и услуг, поэтому объективно не может быть здоровым. Отмечается рост склонных к аллергии людей, которая возникает и на солнечное излучение, на бытовую пыль, и пр. Если человечество столкнется с сильным вирусом, от которого не будет создано лекарство и вакцина, при недостаточно сильном иммунитете у населения его смертность будет весьма высокой. В Средние века выживали сильнейшие представители, формируя сильный иммунитет в популяции, хотя продолжительность жизни была короче вследствие образа жизни в целом, включая войны армий значительной численности.
- **вспышка сверхновой и др.**

Все глобальные природные процессы тесно взаимосвязаны, задача данной лекции показать это. Если происходит изменение процессов, протекающих в атмосфере или гидросфере, это влияет на биосферу.

Готовы ли люди вернуться в каменный век? - риторический вопрос. Обесточивание мегаполисов или лишение их воды приведет к плачевным последствиям для их жителей. Люди, образ жизни которых не сильно изменился за последние тысячи лет, готовы к жизни в экстремальных условиях, потому что это для них составляет обыденность. В случае, если произойдет пандемия, катастрофа или будет применено ядерное оружие, реколонизация (повторное заселение) произойдет из областей планеты, где медицинские услуги оказываются не по платному полису. В перечисленном состоят конкурентные преимущества этих людей перед жителями мегаполисов, не представляющим свою жизнь без привычных благ цивилизации.

Геологическое прошлое Земли

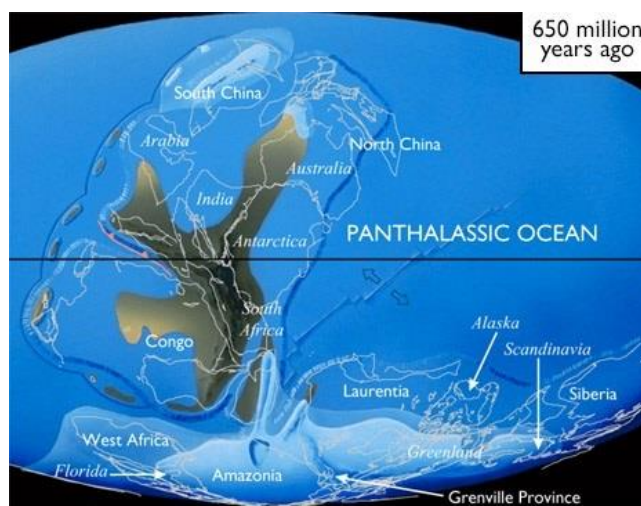


Рис.2.3. Карта Земли 650 млн. лет назад

- **650 млн. лет назад на Земле** существовал практически единый океан и единый суперматерик, нижняя часть которого была покрыта льдом, в верхней также присутствовала зона оледенения. Это говорит о том, что в истории нашей планеты материковые блоки многократно собирались вместе, это явление происходит раз в 375 млн. лет, потом суперматерик распадается и заново собирается. Данный процесс приводит к изменениям ландшафтно-климатических условий, циркуляции течений и ветров, изменению климата, в итоге и к изменению биоразнообразия. Существует мнение, что мамонты на Земле появились в результате оледенения, отметим, что животный мир подчас сам может менять климат.
- **356 млн. лет назад** в Южном полушарии находился суперматерик Гондвана, состоящий из большей части современной Антарктиды, Австралии, Индии, Южной Америки и Африки вместе с Аравийским полуостровом. В Северном полушарии располагался суперматерик Лавруссия (Еврамерика), состоящий из большей части Северной Америки и части Евразии до Урала. Остальная часть суши была рассеяна. Каменноугольный период носит такое название, потому что в это время образовалось значительное количество каменного угля, который мы активно добываем. Причиной

его образования послужило появление первых древовидных форм, до этого моменты существовали только кустарникового облика и травянистые растения, которые выиграли битву за существование у грибов. Осознав опасность, которую для них представляют растения, они выросли до размеров в несколько метров, но в конечном итоге в силу структур тканей они разваливались. Первые деревья росли в одиночку, постепенно формировались группы деревьев. Когда появились первые леса, то в процессе фотосинтеза существенные лесные массивы стали забирать из атмосферы углекислый газ, выделяя при этом кислород. Это происходит в светлое время суток, в темное время растения забирают кислород и выделяют углекислый газ, поэтому нельзя спать в теплице или оранжерее с закрытыми окнами.

Распространившиеся по суперматерикам массивы лесов забирали углерод в себя, используя его в строительстве растительной ткани. Деревьев становилось все больше и больше, а углекислого газа все меньше, но у первых деревьев была очень слабая корневая система, поэтому во время порывистого ветра или ураганов Каменноугольного периода значительные массивы леса падали в болотистые заводи, в которых в результате накапливался уголь. В этот исторический период древовидный облик имели плауны, хвощи, папоротники - те растения, которые в настоящее время обычно вырастают небольшого размера. Травы в современном понимании не было, она появилась в Меловом периоде, когда жили динозавры, поэтому образовывалось множество топей, болот и оврагов. После падения дерева в болото, на его месте вырастало новое, внутри которого содержался углерод, входящий ранее в состав углекислого газа, но он последовательно выводился из этого круговорота, концентрация углекислого газа падала. Это привело к тому, что парникового газа стало мало и началось распространявшееся с полюса Земли оледенение, постепенно захватывающее сушу. Леса замерзли и процесс оледенения прекратился. Таким образом, растения вызвали похолодание, произошло оледенение, заморозившее растения, и система самостоятельно отрегулировалась.

В рассматриваемый период концентрация кислорода в атмосфере была намного выше, чем в настоящее время, на суше жили земноводные и рептилии, млекопитающих и птиц ещё не существовало. Членистоногие в условиях повышенного содержания кислорода начали достигать больших размеров, некоторые виды многоножек были размером с человека, который играет в сборной по баскетболу, тараканы достигали размера ноутбука, пауки - собаки, размах крыльев стрекоз составлял до 90 см. Если на нашей планете концентрация кислорода снова сильно увеличится, то эта ситуация может повториться. Отметим, что тараканы живут на Земле более 300 млн. лет (с Каменноугольного периода), они пережили падения астероидов, извержения вулканов, потепление климата и оледенения.

➤ **18 тыс. лет назад** происходило оледенение Северного полушария Земли. В пределах этой территории находился ледниковый покров, толщина которого в периферических зонах могла составлять десятки метров, а в истоке достигать до ста. Не дает поверхности нагреться. Льды покрывали не только Антарктиду, но и южную часть

Атлантики, Индийского и Тихого океана. Подобные оледенения происходили даже в Четвертичном периоде, в который ледники доходили до середины расстояния между Мурманском и Черным морем. Периодов межледнековья и ледниковья в Четвертичном периоде было около 20, тем не менее люди пережили его.

Неандертальцы жили на севере, приспособившись к существованию в условиях низких температур. У них не было необходимости решать проблему воды и пищи, потому что снег обеспечивал их первым, а мамонты - вторым. Туша мамонта в холоде сохранялась длительное время, позволяя племени длительное время находиться на одном месте. Замороженная вода ранее участвовала в круговороте воды в природе, после того, как она была выведена из него, упал уровень Мирового океана. В дальнейшем колонизировавшие мир кроманьонцы жили в Африке в суровых условиях дефицита воды, поэтому у них активно развивался мозг: они учились искать и запасать воду, используя для этого, например, тыкву, которую закапывали в бархане, чтобы выкопать её через несколько дней на обратном пути с охоты, в результате чего им должно было хватить сил, чтобы дойти до родника. Таким образом, жизнь кроманьонцев кардинальным образом отличалась от жизни неандертальцев, имевших достаточно свободного времени, чтобы сформировать более высокий уровень культуры, например, вырезать из бивня мамонта статуэтки или украшения. Отметим, что адаптация к условиям низких температур привела к тому, что у неандертальцев укоротились конечности и нос. При этом на севере отсутствовали такие заболевания, как дизентерия, и источники их возникновения (муха ЦЦ, малярийный комар, паразиты), легче заживали травмы, меньше шансы получить заражение крови. Жители Африки ежедневно преодолевали множество трудностей, например, охотиться на антилоп и газелей достаточно сложно, потому что они быстро перемещаются. Это развивало у кроманьонцев навыки использования копья, в том числе для попадания в движущуюся мишень. Соответственно, охотничьи навыки жителей юга были более совершенными, чем у жителей севера. При этом им было необходимо догнать потенциальную еду, с другой стороны, не стать ею самому. На севере жили пещерные медведи и снежные барсы, но в целом опасных хищников было меньше.

Когда растаяли последние ледники, мамонты были вынуждены двигаться на север, пока не достигли береговой линии Северного ледовитого океана. Можно констатировать, что изменившиеся условия окружающей среды привели к их исчезновению. Кроманьонцы с территорий африканского материка мигрировали на север, где "познакомились" с неандертальцами. Ранее ученые считали, что кроманьонцы и неандертальцы представляют собой подвиды *Homo sapiens*, в настоящее время доказано, что это разные биологические виды. Между ними началась конкуренция, в которой неандертальцы проиграли по причине сокращения пищевой базы и пришедших вместе с потеплением климата болезней. Кроманьонцы, вытеснив неандертальцев, позаимствовали у них все то лучшее, что те могли им дать. Иногда формировались совместные племена, но потомства быть не могло. Исследующие неандертальцев ученые отмечают, что конфликты, возникающие в их племенах, быстро

возникали и быстро заканчивались. Кроманьонцы выстраивали сложную систему отношений внутри племени и часто провоцировали неандертальцев на конфликты друг с другом. Живущие сейчас люди являются потомками кроманьонцев.

Глобальные природные проблемы - следствие глобальных природных процессов

Когда мы говорим о глобальных проблемах, то утверждаем, что они являются проблемами для людей, но являются ли они таковыми, например, для тараканов или рыб, которые могут плавать и вокруг затопленных в результате глобального потепления небоскребов. Глобальные природные процессы существовали практически всегда: круговорот воды в природе появился тогда, когда около 4 млрд. лет назад образовался Мировой океан. Это произошло, как только поверхность Земли остыла настолько, чтобы вода смогла сконденсироваться и в виде супердождя выпасть на поверхность планеты. До этого момента она была настолько горячей, что все время испарялась и находилась в атмосфере. В результате супердождя образовался Мировой океан, появились течения, циркуляция воды в атмосфере, состав которой менялся. Глобальные природные процессы продолжают происходить и после того, как человек исчезнет. Любой биологический вид существует около нескольких миллионов лет, отдавая пальму первенства более "продвинутому" виду. Существуют разные точки зрения относительно того, кого можно считать первым человеком, но приблизительно около миллиона лет люд уже существуют. Ученые не перестают обсуждать вопрос о том, как эволюции человек будет происходить в будущем, выдвигаются гипотезы о появлении биороботов или появлении новых видов, способных приспособиться к жизни в условиях загрязненной воды и атмосферы.

Глобальные природные проблемы - каков вклад природы и человека?

Задача данного курса лекций - понять, где природа влияет на человека, а где человек на природу, и как сделать это влияние максимально гармоничным. Когда мы говорим, что человек является "царем" природы, то не вспоминаем о том, что может произойти при его встрече со смерчем, слоном, который с легкостью может перевернуть микроавтобус с туристами в национальном парке, или акулой - древним видом, появившимся в Девонском периоде 450 млн. лет назад. При стихийном бедствии (смерч, ураганный ветер) человек не может ему ничего противопоставить. В ходе верхового пожара деревья горят снизу доверху, потушить такое возгорание в принципе невозможно.

Примером яркого природного катаклизма является излияние базальтовых лав в Пермском периоде (300–250 млн. лет назад), в конце которого вымерло более 80% появившихся в начале палеозойской эры семейств живых организмов и до 90% видов животных и растений, то есть погибло 9 видов из 10, став частью биологической истории. Вымирание произошло и на суше, и в Мировом океане, где от 250 тыс. осталось только около 10 тыс. видов. Вымирание динозавров и других существ в конце мезозоя, произошедшее существенно позже (65 млн. лет назад), было в три раза слабее.

Во второй половине Пермского периода материка были собраны в единый суперконтинент Пангея, две трети которого находились под властью засухи. Ранее от ядра Земли отрывается огромная капля магматического вещества (плюм), расплавленная лава в течении 5 - 10 мил. лет поднимается к поверхности планеты и расплавляет фундамент древней Сибирской платформы, которая входит в состав Пангеи. В Восточной Сибири из гигантских глубоких трещин на поверхность земли выливаются миллионы кубических километров базальтовой лавы, которая течет по равнинам и низменностям, выжигая все вокруг. В пожарах сгорают и леса, и обитающие в них животные. Скорость бегущего человека равна скорости лавового потока, поэтому убежать от нее будет возможно только в течении некоторого времени, поскольку рано или поздно будет необходимо преодолеть препятствие или закончатся силы. Если лава течет по предыдущему лавовому потоку, то её скорость равна скорости велосипедиста. Лавы заливают до 2/3 площади Восточной Сибири, формируя многослойные базальтовые плато. Жар постепенно распространяется на все большие расстояния, высушивая реки и испаряя горизонты подземных вод. К концу периода выливается до 2 млн. км³ лавы.

В результате излияние базальтовых лав в Пермском периоде произошли:

- **массовое вымирание** - относительно кратковременное и в масштабе геологического времени синхронное ступенчатое вымирание в ходе биотического кризиса большого числа таксонов организмов, принадлежащих различным систематическим и экологическим группам. Это привело к временному глобальному снижению таксономического разнообразия биосферы.
- **выброс в атмосферу большого количества углекислого газа и паров воды** - парниковых газов, вызывающих глобальное потепление;
- **сокращение площади лесов** по причине пожаров и засухи, **сдвиг баланса кислород - углекислый газ в пользу последнего;**
- **разогрев поверхности земли, сокращение источников воды** на суше из-за ее активного испарения, появление сухих гроз, в ходе которых дождь испаряется высоко над поверхностью разогретой земли, приводя её к состоянию засушливой пустыни;
- **активное испарение воды приводит к осололению бассейнов и их исчезновению**, вымирает существующая в воде флора и фауна, что происходит по причине эффекта "засаливания" заживо и невозможности употребления пресной воды. Если человек начнет пить соленую воду, то у него через 3 - 5 дней откажут почки, которые будут забиты минералами, в значительном количестве содержащимися в соленой воде, и он умрет.
- **подъем и понижение уровня:** перед плюмом произошло Гондванское оледенение, упал уровень Мирового океана, а кораллы и многие животные погибли, потому что оказались на поверхности воды. Постепенно льды тают, уровень мирового океана поднимается до 200 м, но далее он опять понижается, а соленость воды растет, потому что испарение опять начинает преобладать над

выпадением осадков по всей гидросфере, так как поверхности земли является очень горячей.

- понижение уровня океана на 200 метров приводит к **разморозке запасов газогидратов** - множества пузырей газа, залегающих на значительной глубине в пустотах и трещинах рыхлых осадков на дне морей и океанов. Когда понижается уровень океана, то снижается давление, что дополняется ростом температуры, газ становится более мобильным, его пузыри начинают двигаться, образуя в пустотах значительные объемы газа, которые в конечном итоге проламывают донные осадки. В итоге на поверхность океана всплывает пузырь размером с футбольное поле. Таким образом, разморозка привела к катастрофическому выбросу 4 трлн. тонн метана (одного из самых сильных парниковых газов) в атмосферу в виде гигантских пузырей.
- инъекция метана в атмосферу привела к **существенному потеплению и сократила долю кислорода в воздухе** до 16% (в настоящее время 21%), следовательно, всем жителям Земли стало тяжелее дышать. В горах и на возвышенностях, где воздух разрежен, кислорода меньше всего, эта граница быстро спустилась вниз на сотни метров, согнав всех жителей суши к низменностям береговой линии Пангеи.
- газогидраты инициировали глобальное потепление, вызвавшее **нагрев атмосферы, гидросферы и литосферы**, почти все существа суши и моря получили тепловой удар.
- **вулканическая деятельность** насытила атмосферу различными соединениями хлора и серы, что **разрушило озоновый слой и стало причиной кислотных дождей**, выпадающих в виде слабого раствора соляной или серной кислоты. Жесткое ультрафиолетовое излучение и сернокислые дожди выжигали растительность и животных. На фоне этого апокалипсиса временно в больших количествах расплодился грибы и лишайники, более терпимые к таким экстремальным условиям.

Вечная мерзлота Сибири при размораживании насытит атмосферу метаном, который может привести к быстрому (недели-месяцы) скачкообразному потеплению. Газогидраты и сейчас есть в Атлантическом океане, одним из научных объяснений исчезновения крупных судов в Бермудском треугольнике, является указание на то, что он является местом всплытия огромных пузырей метана. Если он всплывет под судном, то это приведет к его затоплению.

Лекция 3. Глобальные природные процессы и их последствия

Гравитационные процессы

В ходе первых двух лекций курса "Глобальные природные процессы" мы обсудили насколько человек является "царем" природы, какие факторы и процессы взаимодействуют в социальной и природной сферах, как они взаимосвязаны. Виды глобальных процессов могут быть как локальными, так и региональными или глобальными.

Провалы грунта

Карстово-суффозионный провал на перекрестке города в Гватемале образовался в связи с тем, что во многих населенных пунктах страны есть проблема подтопления территорий, когда из водонесущих коммуникаций уходит вода, которая размывает, растворяет и переносит горные породы. В недрах земли возникают пустоты, в которые в дальнейшем под весом вышележащих горных слоев или сооружений может провалиться часть её поверхности.

Другой известный случай - это техногенная авария, вызванная добычей полезных ископаемых в городе Березняки Пермской области. Динамика техногенной катастрофы:

- **в 40-х годах** прошлого века на глубине более 200 метров "Уралкалий" под городом разрабатывал карналлит - соль, содержащую титан и марганец. Разработку прекратили, а город продолжал разрастаться, в том числе и над территорией месторождения.
- **в 90-х годах** была проведена откачка воды и консервация нерабочих выработок, в ходе которой пустоты под жилой частью города закладывались горной породой, но выработки карналлита не укреплялись.
- **в 2006 году** на "Уралкалии" произошла авария, грунтовые воды просочились в выработки, постепенно размывая чрезвычайно быстрорастворимый карналлит. Сначала провал образовался за городом, в нем сформировалось озеро глубиной 120 и диаметром около 400 м, а затем он произошел в самих Березняках.
- **к январю 2008 года** провал существенно увеличился, обрушения продолжились в рыхлых породах на севере и с его восточного борта, расстояние от которого до действующей железнодорожной ветки было равно 105 м. Общий объем пустот в руднике составил 81,7 млн. куб. м., из них к январю было заполнено рассолами около 43,09 млн. м³. Если вода из Камского залива попала бы в воронку провала, то процессы растворения соли стали бы происходить ещё быстрее.
- **летом 2008 года** началось массовое обрушение производственных строений.
- **в марте 2009** - развитие обширного водоема, затопленный провал вплотную приблизился к плотине Камского залива.
- **в ноябре 2010** - образовался провал под железнодорожными путями в 200 м от вокзала, один грузовой вагон ушел под землю.

- **в апреле 2011 года** - провал расширился на девять путей федеральной железной дороги.

На некоторых отрезках маршрута поезда следуют на очень низкой скорости, ограничение которой обосновано тем, что они проезжают над неустойчивым грунтом. От вибрации движущегося на большой скорости поезда могут произойти провалы или иные негативные последствия.

Гравитационные процессы - это процессы, связанные с перемещением горных пород под действием силы тяжести или в условиях переувлажнения после дождей, например, оползни, которые происходят по глинам или песчому мелу. В Гонконге крупное оползневое тело разрушило ряд домов. Обвалы или осыпи происходят и в случае засухи, когда горная порода в виде взвеси небольшой размерности перемещается сверху вниз. Это явление связано с процессами разрушения горных пород, катализатором которых могут послужить землетрясения или деятельность человека.

- **Обвал** - внезапный отрыв от склона (природных и искусственных) масс горных пород и быстрое перемещение их вниз с вращением, опрокидыванием и дроблением.
- **Осыпь** - скопление на склонах обломков горных пород, которые по мере накопления постепенно перемещаются под влиянием силы тяжести.
- **Оползень** - перемещение земляных масс по склону под действием силы тяжести, во многих случаях связанное с деятельностью поверхностных и подземных вод.

В зависимости от масштаба данные явления могут являться стихийными бедствиями.

Катастрофические оползни:

- Самым крупным в мире по количеству оползневой массы (масса 50 млрд. тонн, объём около 20 км³) считается оползень, произошедший в долине реки Саидмаррех на юге Ирана. Оползневая масса обрушилась с горы Кабир-Бух с высоты 900 м, разогналась, пересекла долину реки шириной 8 км, перевалила через хребет высотой 450 м и остановилась в 17 км от места возникновения отрыва горных пород. При этом за счет перекрытия реки образовалось озеро длиной 65 км и глубиной 180 м. Озеро Рица в Абхазии и другие озера также возникли из-за перекрытия небольших рек в результате обвалов или оползней.
- Наиболее разрушительными из когда-либо зарегистрированных были оползни, произошедшие в 1920 году в провинции Ганьсу в Китае на обжитых лессовых террасах, что привело к гибели 100 тыс. человек. Люди часто вынуждены заниматься земледелием на склонах гор, отметим, что для выращивания риса необходимы значительные объемы воды, а переувлажнение может привести к неустойчивости горных пород.

- В Перу в 1970 году в результате землетрясения с горы Невадос-Уаскаран сорвались огромные массы горных пород и льда, которые устремились вниз по долине со скоростью 240 км/час, частично разрушили город Ранрахирка и пронеслись через город Юнгай, в результате чего погибли 25 тыс. человек.

Вулканические процессы

При извержении **вулкана Везувий** в 1922 году произошел выброс облака причудливой Т-образной формы. Внутри старого кратера Везувия, разрушенного более ранним и известным извержением, вырос новый. Вулканы некоторое время могут "спать" или "дремать", но потом вновь становятся активными. В Италии так много вулканов (Этна, Везувий, Вулькано, Стромболи и др.), потому что её территория находится на стыке двух крупных тектонических плит - Евразийской и Африканской, которая медленно, но непрерывно дрейфует на север в сторону Евразийской, погружаясь под неё. В итоге возникают напряжения, которые снимаются в виде землетрясений и извержений вулканов, которые в Италии будут происходить всегда.

В Неаполитанском заливе люди жили в городах Помпеи, Геркуланум и Стабии, построенных недалеко от Везувия. В этой местности более плодородные почвы, потому что вулканический пепел содержит широкий спектр минералов и выступает в качестве удобрения. У винограда, выращенного на земле, содержащей много вулканического пепла, появляется интересный вкус, соответственно, он появляется и у вина. С одной стороны, Помпеи, Геркуланум и Стабии отгорожены горным хребтом, с другой - вулканом, путей эвакуации в случае его извержения практически нет. Помпеи, находившиеся в 9,5 км от кратера Везувия и в 4,5 км от подошвы вулкана, были засыпаны слоем очень мелких кусков пемзы мощностью до 7 м и покрыты пластом вулканического пепла и бомб. Эта масса под воздействием хлынувшего дождя превратилась в жидкую грязь, впоследствии затвердевшую и образовавшую слой толщиной 1,5 - 6 м. Геркуланум был засыпан слоем вулканического пепла, температура которого была настолько высокой, что все деревянные предметы полностью обуглились. Общая площадь вулканического слоя в Геркулануме достигала от 12 до 23 м в толщину. Таким образом, сформировавшаяся масса, сопоставимая с размером строений, "запечатала" древнеримские города

Местные жители привыкли к возникавшим время от времени толчкам и когда в 79 году нашей эры случилось извержение Везувия, решили переждать его. Падающий пепел накапливался на крышах домов, которые проваливались под его весом, а в воздухе находилось много вулканических газов, формировались вулканические бомбы - капли лавы, под большим давлением вылетающие из жерла вулкана, корка которых успевает застыть, но внутри остается огненно-жидкая горячая порода. Падая на крышу дома, вулканическая бомба пробивает её и как зажигательная бомба вызывает пожар. Более того, продолжался пеплопад, строения разрушались, погребая под обломками людей.

Картина **К.П. Брюллова "Последний день Помпеи"** (1833 год) находится в Государственном Русском музее, её сюжет реконструирует произошедшие события. Информация о них дошла в виде летописей и записок, художник изображает испуганных людей, которые в панике пытаются спастись. Отметим, что проведенные исследования показывают, что в большинстве случаев люди умирали в домах. Поражающие факторы извержения Везувия: землетрясение, постоянно и быстро падающий пепел, шлак, пемза и бомбы высокой и очень высокой температуры, лавовые потоки, грязекаменные потоки - вулканические сели, смешанные с водой грязи и пепел (лахары), возможно, пирокластические потоки ("палящие тучи"). Последние возникают, когда поток газа, смешиваясь с тонкодисперсной вулканической пылью, чем-то напоминая снежную лавину, сходит со склона вулкана, при этом он очень горячий и как напалм выжигает все, что встречается на его пути.

Когда начались раскопки городов, погибших в ходе извержения Везувия, в породе попадались пустоты странной формы. Поскольку внутри часто находили человеческие кости, археологи догадались, что они возникли там, где находились тела людей. Залив пустоты гипсом, исследователи получили слепки человеческих фигур, у которых сохраняется даже мимика и складки одежды. Известна фигура сидящего мальчика, который замотал лицо одеждой, используя её в качестве респиратора. В одном из помещений дома были обнаружены тела пытающихся укрыться от извержения людей, в основном это были женщины и дети, многие из них застыли в скрюченных позах с прижатыми к груди коленями. Из-за того, что в воздухе находилось много вулканического пепла, который оседал в легких, уменьшая их емкость, людям было трудно дышать, в итоге они умирали от удушья.

Помпеи были крупным городом с амфитеатром, археологические раскопки проводились длительное время. Это был непростой процесс, в 70 - 80 годы прошлого века итальянцы придумали гениальное решение этой задачи, предоставив туристам возможность за плату производить раскопки. Добытые таким образом незначительные находки (черепки амфор) они могли оставить себе, если находилось нечто ценное, то объекты передавались археологам. В итоге за полтора десятка лет была расчищена значительная территория города, остались довольны не только туристы, поскольку удалось и сэкономить, и заработать средства.

Вулкан Мон(т)-пеле стал печально известен после катастрофического извержения 8 мая 1902 года, когда раскаленная туча из пепла и газа (пирокластический поток) сошла с его склона и уничтожила город Сен-Пьер (северная часть города Мартиника, Малые Антильские острова), при этом почти мгновенно погибло около 30 тыс. человек. Лава вулкана бывает очень вязкой, поэтому медленно выдавливается из его жерла, она начинает застывать уже в процессе извержения и формирует скалу-обелиск. В какой-то момент её вес становится настолько большим, что преодолеть силу тяжести и расти вверх дальше становится невозможно, при этом она работает как пробка, под которой в магматическом очаге под большим давлением копятая лава и газ. В результате происходит взрыв, скала разлетается, стремительно выходит

магматический поток. Аналогичный поток сжег Сен-Пьер, но два человека пережили это событие: отбывающий наказание в подвале заключенный местной тюрьмы и пожилой человек, содержащий большое количество домашних животных, которые иногда чувствуют изменения геомагнитного поля или давления и начинают метаться.

Самым разрушительным извержением вулкана в истории Земли на памяти человечества принято считать **взрыв вулкана Кракатау**, произошедший 28 августа 1883 года. Кракатау расположен в Индонезии, в Зондском проливе Индийского океана между островами Ява и Суматра, где находится глубоководный желоб и разлом тектонических плит, одна из которых погружается под другую. В начале августа 1883 года Кракатау начал извергаться, опустошая магматический очаг, 27 августа - произошел сильный взрыв, колонна пепла поднялась на высоту в 30 км (практически в стратосферу). Когда пепел поднимается так высоко, его частицы отражают солнечные лучи и преломляют их, в итоге затеняют земную поверхность, что может привести в некоторой местности к похолоданию климата. 28 августа большая часть острова под весом выброшенных магматических образований и давления воды провалилась, вулкан "сложился" и океанические воды гигантским водоворотом устремились внутрь магматического очага. Температуры лавы могут быть разными, составляя сотни градусов и выше, в рассматриваемом случае температура воды составляла 25°C, температура лавы - не менее 400°C. Контакт расплавленной магмы и океанической воды инициировал сильнейший гидро-магматический взрыв, вулкан разлетелся на части, возникло цунами, приблизительно 20 км³ породы было выброшено в воздух. Они улетели на значительное расстояние вверх и в стороны, вулканический пепел долго держался в атмосфере, зарево от извержения отразилось в закатах по всему миру, окрашивая их в яркий багровый цвет. Его созерцал поэт **А. Теннисон**, описавший это явление в стихах: "День за днем кровавой зарей пламенел грозный закат". Считается, что извержение Кракатау в двести раз превосходило по силе взрыв ядерной бомбы, сброшенной на Хиросиму, звук взрыва был слышен на расстоянии почти 5 тыс. км, он считается самым громким звуком на памяти человечества, образовавшимся в результате действия природного процесса. Воздушная ударная волна обошла Земной шар 11 раз, вулканический остров был уничтожен взрывом, по оценкам ученых его обломки поднялись на высоту 55 км и разлетелись в радиусе 500 км. Почти год на островах и в этом районе из верхних слоев атмосферы выпадали густые осадки в виде пемзы и пепла.

Глобальное загрязнение атмосферы продуктами извержения и последующего взрыва привело к глобальному затемнению, что потом вызвало глобальное похолодание на Земле на несколько последующих лет. Взрыв породил цунами, волны которого привели к смерти 36 тыс. человек, важно обратить внимание на то, что извержение Кракатау случилось в 1883 году, когда ещё не существовало средств связи, и значительное количество погибших жителей расположенных рядом островов могло не войти в данные статистики. Тела людей были унесены в море, позже они и обломки кораблей обнаруживались более, чем за 225 км от места трагедии. На месте остатков

вулканической постройки растет новый вулкан Анак Кракатау (Малыш-Кракатау) со скоростью 13 см в неделю или приблизительно 7 м в год, сейчас он достиг высоты 300 м и диаметра 4 км. Анак Кракатау находится в 50 км от западного побережья Явы, самого густо населенного острова 200-миллионной Индонезии. Если его взрыв будет такой же силы, что и в 1883 году, то может погибнуть множество людей, только волна цунами смоеет миллион человек в Индонезии и в других странах мира.

Землетрясения

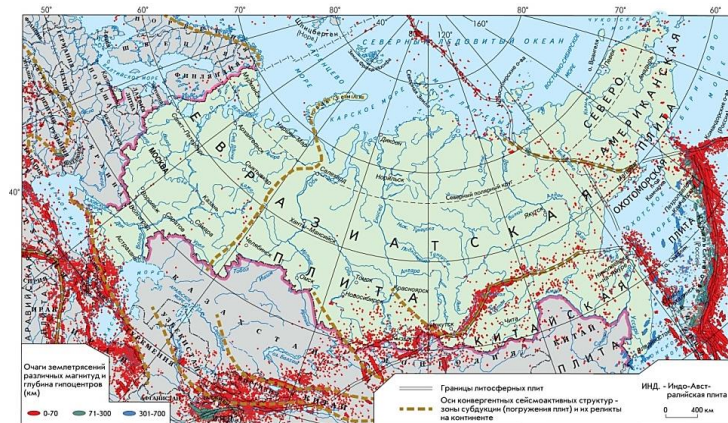


Рис.3.1. Карта сейсмической активности территории России и сопредельных регионов

На карте сейсмической активности показаны территории России и сопредельных регионов с отмеченными эпицентрами возникновения землетрясений (красные точки). Отметим, что эти зоны так или иначе линейны и тяготеют к границам тектонических плит. С точки зрения возникновения землетрясений Россия является одним из наиболее безопасных мест на Земле, но они случались и в Москве в конце XX века (4 балла). Как правило, в нашей стране фиксируются отголоски землетрясений, происходящих в других местах, либо последствия процессов, которые проходят на значительной глубине и не являются настолько катастрофичными.

Для оценки силы землетрясений и сравнения землетрясений используются:

- **шкала магнитуд** - магнитуда характеризует энергию, выделившуюся при землетрясении: за короткий промежуток времени высвобождается большой объем энергии, которая разрушает здания, вызывает цунами и иные процессы.
- **шкала интенсивности** - интенсивность характеризует степень сотрясения земной поверхности, она измеряется по 12-балльной шкале:
 - **1 балл** - регистрируется только сейсмическими приборами;
 - **2 балла** - может ощущаться людьми, находящимися в состоянии покоя
 - **3 балла** - ощущается немногими, более сильно чувствуется на верхних этажах зданий;
 - **4 балла** - ощущается многими, может разбудить спящих, заметны колебания висячих предметов, дребезжание посуды и оконных стёкол;

- **5 баллов** – осязаемое сотрясение зданий, колебание мебели, образование трещин в штукатурке и оконных стёклах;
- **6 баллов** - ощущается всеми, откалываются куски штукатурки, происходит лёгкое повреждение зданий;
- **7 баллов** - образование трещин в стенах каменных домов;
- **8 баллов** - большие трещины в стенах, падение труб, памятников, трещины на крутых склонах и на сырой почве;
- **9 баллов** - обрушение стен, перекрытий кровли в некоторых зданиях, разрывы подземных трубопроводов;
- **10 баллов** - обвалы многих зданий, искривление железнодорожных рельсов, оползни, обвалы, трещины до 1 м в грунте;
- **11 баллов** - многочисленные широкие трещины в земле, обвалы в горах, обрушение мостов, только немногие здания сохраняют устойчивость;
- **12 баллов** - значительное изменение рельефа, отклонение течения рек, предметы подбрасываются в воздух, тотальное разрушение сооружений.

Ряд подходов к измерению землетрясений:

- **шкала Рихтера;**
- 12-балльная **шкала интенсивности землетрясений Медведева-Шпонхойера-Карника (MSK-64)** используется с 1964 года и характеризует силу землетрясений в соответствии с их последствиями.

Переход от бала или уровня к другому балу не является эквивалентным количеству возрастания энергии ровно в 2 раза или на некоторое количество процентов. Интенсивность землетрясений не может быть оценена магнитудой и субъективно оценивается по тем повреждениям, которые они причиняют в населённых районах. Интенсивность является качественной характеристикой землетрясения и указывает на характер и масштаб воздействия землетрясений на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и искусственные сооружения в районе землетрясения. В мире используется несколько шкал интенсивности:

- в США - модифицированная шкала **Меркалли (MM)**
- в Европе - **европейская макросейсмическая шкала (EMS)**
- в Японии — шкала **Японского метеорологического агентства (Shindo)**
- существуют другие системы оценки интенсивности.

Карты общего сейсмического районирования (ОСР) территории показывают вероятность возникновения землетрясений. Например, карты ОСР-97А, ОСР-97В и ОСР-9С отражают 10%, 5% и 1% вероятности возможного превышения в течение пятидесяти лет интенсивности сейсмических воздействий, указанных в баллах шкалы MSK-64, и используется при проектировании и строительстве гражданских и промышленных зданий и сооружений, а также сооружений повышенной

ответственности и для особо ответственных объектов, например, при строительстве инфраструктуры Олимпиады, прошедшей в городе Сочи.

Одним из примеров соотношения магнитуды и интенсивности является **Ашхабадское землетрясение**, произошедшее ночью в 1948 года. Рядом с городом находится крупная горная система Копетдаг и гидротермальные источники. Землетрясение произошло на небольшой глубине (10–12 км) и состояло из двух толчков с промежутком в 5–8 секунд. Первый и вертикальный оторвал здания от фундаментов, второй был горизонтальным. В результате было разрушено не менее 90% всех строений, погибло от одной до двух третей населения города (от 60 до 110 тысяч человек), точных сведений нет.

Самые разрушительные землетрясения за последние 500 лет:

- **Самое губительное землетрясение** случилось 23 января 1556 года в **провинциях Ганьсу и Шэньси Китая**. Погибло 830 тыс. человек - больше, чем после любого другого землетрясения в истории человечества. Территория Китая располагается на месте большой горной системы, с юга к ней придвигается тектоническая плита (на которой располагается Индия), врезаясь в евразийскую плиту, она приводит к частому возникновению землетрясений.
- **Самое разрушительное землетрясение** случилось в 1897 году в **Ассаме, Индия**. На площади 23 тыс. км² рельеф земли был изменен до неузнаваемости. Гипоцентр располагался на глубине 32 км. Ассамское землетрясение разрушило здания на площади почти в 400 км², всего затронуло более 650 тыс. км² от Бирмы до Нью-Дели. За основным ударом последовало очень много повторных толчков - афтершоков, окончательно снимающих те напряжения, которые накопились между тектоническими плитами. Повторные толчки опасны тем, что люди могут вернуться в уцелевшие, но поврежденные сооружения, которые разрушаются при афтершоке. Отметим, что численность жертв (около 1,5 тыс.), несравнимо мала по сравнению с землетрясением в Китае.
- 11 ноября 1737 году в **Калькутте в Индии** в результате землетрясения погибло 300 тыс. человек. Землетрясения в Азии (Индия, Китай) вызваны столкновением двух тектонических плит - Индостанской и Евразийской.
- 1 ноября 1755 года в **Португалии** был разрушен город Лиссабон (столица), землетрясение вызвало сильное цунами, океанические волны высотой 6 м бомбардировали побережье Португалии, Испании и Марокко, разрушая города и причиняя разнообразный урон.
- **Самую большую магнитуду** (9,5 - самая высокая из всех когда-либо зарегистрированных в мире) получило **Великое Чилийское землетрясение**, произошедшее 21 мая 1960 года. Погибло около 10 тыс. человек, были разрушены города Консепсьон, Вальдивия, Пуэрто-Монт. Волны возникшего цунами достигали высоты 10 м, они нанесли значительный ущерб городу Хило на Гавайях, примерно в 10 тыс. км от эпицентра, остатки цунами достигли даже берегов Японии. Ущерб в ценах 1960 года составил около полумиллиарда

долларов. Это землетрясение вызвано постоянным погружением (субдукцией) одной из тихоокеанских плит (Наска) под Южно Американский континент.

- **Одно из самых резонансных землетрясений** произошло 1 сентября 1923 года в районе **Токио, Япония**. Оно получило имя "Великое землетрясение Канто" (8,3 по Рихтеру). Погибло около 150 тыс. человек, 542 тыс. считаются пропавшими без вести, в результате возникших пожаров около миллиона людей осталось без крова. После землетрясения японское правительство рассматривало возможность переноса столицы Японии, в качестве одного из вариантов предлагался Сеул (Корея), находящийся на материковой части.
- **Сендайское землетрясение** (магнитудой 9,1) и цунами с высотой волны, превышающей 10 метров, случились вблизи острова Хонсю 11 марта 2011 года. Они принесли максимальный совокупный ущерб, учитывая череду аварий на японских АЭС, включая станцию Фукусима. Погибло 15 тыс. человек, 10 тыс. человек считаются пропавшими без вести. Гипоцентр землетрясения находился на глубине 32 км, очаг землетрясения - к востоку от северной части острова Хонсю, он простирался на расстояние примерно 500 км.

Часто происходящие Китае, Индии и некоторых других странах землетрясения опаснее для граждан, проживающих в многоэтажных зданиях, наиболее защищенными являются жители одноэтажных деревянных домов, срубы которых сильно деформируются, но сохраняют жизнь людей. Часто возникает ситуация, когда землетрясение, возникшее в одном месте, приводит к гибели людей в другом, поскольку землетрясение как один из природных процессов вызывает другой природный процесс, например, сопутствующее цунами. Энергия первого процесса передается второму, увеличивая количество негативных последствий.

Наиболее активные животные-предсказатели природных катастроф

Удаление	Время до землетрясения						
	1–2 мин.	10–30 мин.	1–4 ч.	6–12 ч.	1 день	Несколько дней	Несколько недель
Эпицентральная область	лошади куры коровы канарейки лягушки	собаки мыши канарейки чайки коровы	собаки мыши лошади олени кошки куры	собаки куры кошки	коровы мыши	мыши рыбы	рыбы канарейки
20-50 км	куры канарейки чайки	собаки канарейки	рыбы	собаки рыбы	рыбы, мыши	рыбы	рыбы
70 - 100 км	лошади рыбы куры	черепахи лягушки	олени рыбы куры	кошки рыбы коровы	собаки рыбы	мыши змеи рыбы	
150 - 200 км	лошади	рыбы	мыши	рыбы	мыши	рыбы	мыши

	канарейки	канарейки	угри		куры чайки	куры	
Более 250 км	собаки лошади	коровы	рыбы	рыбы	рыбы		

Многие животные (собаки, куры, свиньи, крысы и т. п.) проявляют признаки беспокойства за несколько часов до землетрясения или другого события, местные жители в сейсмоопасных районах доверяют этим признакам. Самые чувствительные к землетрясению животные: рыбы, птицы и кошки. Некоторые из них способны почувствовать приближение землетрясения за несколько недель. В таблице представлены в основном домашние животные, либо животные, которые обитают в определенных местах (лягушки, черепахи, олени). Наблюдаются массовые пролеты птиц или появление лягушек, которые являются не обычными процессами миграции, а стремлением покинуть местность.

Неблагоприятные атмосферные явления

К числу неблагоприятных метеорологических явлений относятся: смерчи (торнадо), шквалистый ветер (шторм, песчаная буря), ливни, снегопады и град. Ущерб этих явлений может быть существенен (как прямые, так и косвенные убытки), поражающие факторы - разнообразны.

Смерчи:

- **Огненный смерч может** возникнуть в случае, когда рядом с пожаром находятся массы холодного воздуха. Далее огненный поток раскручивается как обыкновенный смерч и поджигает все на своем пути.
- **Водные смерчи** возникают часто, самый большой из них наблюдался в 1898 году недалеко от берега Австралии, его высота составляла 1,5 км, диаметр - около 3 м. Водяной смерч как пылесос вытягивает из воды рыбу и морепродукты и выбрасывает их на сушу. Он представляет опасность для небольших судов, которые могут быть затянуты в воронку, крупные - получить повреждения и затонуть.

В Северной Америке часто возникают смерчи и торнадо, существует "Долина торнадо" - территория, по которой они постоянно передвигаются. Образование торнадо связано в Северной Америке с определенными ландшафтно-климатическими условиями: с одной стороны, находятся Кордильеры и Скалистые горы, с другой - Аппалачи, происходит определенная циркуляция воздуха. Дома в США зачастую строятся из простых и не самых прочных материалов, поскольку в случае сильного урагана или смерча они в любом случае будут разрушены, а также по причине меньшей травматичности для человека. Обломки таких домов представляют меньше опасности в случае их попадания в воронку смерча.

Самый большой путь был пройден **Мэтгунским торнадо** в 1917 году за 7 часов, он составил 471,5 км, ширина воронки торнадо достигала 1 км, погибло 110 человек. Один из сильнейших торнадо наблюдался в штате **Техас** (Вичита Фоллс) в 1964 году, ущерб от него составил 15 млн. долларов, погибло 7 человек, 100 ранено. Рекорд самого сильного смерча по скорости ветра, занесенный в Книгу рекордов Гиннеса, был зафиксирован в 1958 году там же, его максимальная скорость составила 450 км/ч. Такой смерч относят к категории разрушительных, то есть он "частично или полностью разрушает прочные дома, легкие дома поднимает в воздух и переносит на некоторое расстояние, создает и всасывает в себя большое количество мусора и обломков, вырванные деревья переносит на некоторое расстояние, сдувает верхний слой почвы, поднимает в воздух и переносит на значительное расстояние автомобили и тяжелые предметы" (Шкала категорий торнадо Фуджиты). В 1935 году в одном из смерчей в **Флориде** была зафиксирована скорость ветра около 500 км/ч, что почти сопоставимо со скоростью полета самолета. Известны случаи, когда смерч опрокидывал грузовой железнодорожный состав, вагоны которого были наполнены рудой и имели значительный вес. В результате изменения климата смерчи появляются в нехарактерных местах, например, 3 июля 2009 года отмечен смерч в городе Красноармейск Московской области.

Ветер

Ветер - это перемещение масс воздуха из областей с высоким атмосферным давлением в области с низким давлением.

- Лаборатория национальной штормовой службы США зарегистрировала на высоте 30 - 60 м от поверхности Земли скорость ветра (512 км/ч), вызванную торнадо в штате Оклахома, США 3 мая 1999 года.
- **Самый сильный приповерхностный ветер на большой высоте** (371 км/ч) наблюдался 12 апреля 1934 года на высоте почти 2 тыс. м на вершине горы Вашингтон, штат Нью-Хэмпшир, США.
- **Самый сильный равнинный ветер** (142 км/ч) был зафиксирован 13 февраля 1989 года во Фрезербурге, Великобритания.
- **Самый сильный ветер в горах** (173 км/ч) зафиксировала 20 марта 1986 года Кернгормская метеостанция в Великобритании.
- **Максимальная скорость ветра на низкой высоте** (333 км/ч) была зарегистрирована 8 марта 1972 года на базе ВВС США в Туле, Гренландия (высота над уровнем моря 44 м). Такие ветра представляют опасность, например, для приземляющихся самолетов, которые сносит в сторону. Внезапный порыв ветра может сбить с ног или перенести человека на небольшое расстояние.

Песчаные бури - перенос ветром любых сравнительно легких частиц (пыли, песка, рыхлого грунта, мусора) в слое высотой до десятков, а иногда и сотен метров при ветре силой от 10 м/с и сухом рыхлом грунте. Обычно бури происходят в

пустынных районах (страны Ближнего Востока, Аравии, Северной Африки), они начинаются с внезапного подъема грунта при увеличении силы ветра и заканчивается его быстрым оседанием при ослаблении силы ветра. Характеризуются заметным, а иногда и полным ухудшением видимости, что приводит к сложностям в управлении самолетов и автомобилей, попаданию песка в двигатель. Если человек оказывается в эпицентре бури, песок может серьезно повредить открытый кожный покров.








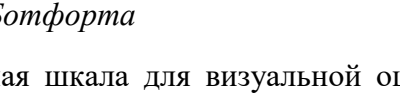
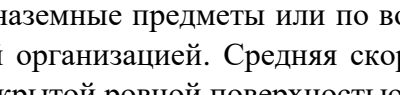
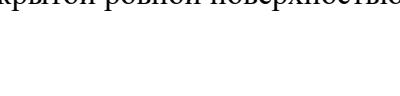
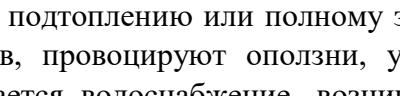
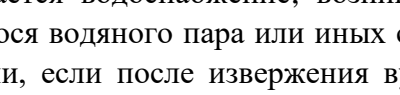
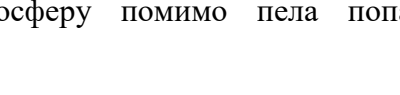
0 баллов	0,0-0,2 м/с	Штиль	
1 балл	0,3-1,5 м/с	Тихий ветер	
2 балла	1,6-3,3 м/с	Лёгкий ветер	
3 балла	3,4-5,4 м/с	Слабый ветер	
4 балла	5,5-7,9 м/с	Умеренный	
5 баллов	8,0-10,7 м/с	Свежий ветер	
6 баллов	10,8-13,8 м/с	Сильный ветер	
7 баллов	13,9-17,1 м/с	Крепкий ветер	
8 баллов	17,2-20,7 м/с	Очень крепкий	
9 баллов	20,8-24,4 м/с	Шторм	
10 баллов	24,5-28,4 м/с	Сильный шторм	
11 баллов	28,5-32,6 м/с	Жестокий шторм	
12 баллов	32,7 и более	Ураган	

Рис.3.2. Шкала Бофорта

Шкала Бофорта - 12-балльная условная шкала для визуальной оценки силы (скорости) ветра в баллах по его действию на наземные предметы или по волнению на море, принятая Всемирной метеорологической организацией. Средняя скорость ветра указывается на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью.

Ливни или ливневые дожди

Ливни или ливневые дожди приводят к подтоплению или полному затоплению больших территорий, выходу рек из берегов, провоцируют оползни, уничтожают посевы. На затопленных территориях нарушается водоснабжение, возникает угроза возникновения эпидемий. Из конденсирующегося водяного пара или иных соединений возникают дожди. Они могут быть кислотными, если после извержения вулкана или аварии на химическом комбинате в атмосферу помимо пела попало много газообразных соединений сера или хлора.

- **самые дождливые дни** - на горе Вайалеале (высота 1,5 тыс. м) на острове Кауаи, Гавайские острова, США насчитывается 350 дождливых дней в году, за которые в среднем выпадает больше 10 м осадков;

- **самые грозовые дни** - в городе Тороро, Уганда за 10 лет (между 1967 и 1976 гг.) грозы наблюдались в среднем 251 день в году;
- **самый сильный дождь** - 26 ноября 1970 года 38,1 мм осадков выпало за одну минуту на острове Гваделупа в Карибском море. Это был самый сильный ливень из когда-либо зарегистрированных.
- **рекордное количество осадков** - 1,85 м выпало во время дождя, длившегося 24 часа, это произошло в Сила-осе на острове Реюньон в Индийском океане 15–16 марта 1952 года;
- **самое дождливое место на Земле** - вершина горы Вайалеале на острове Кауаи, Гавайские острова. Этой местности принадлежит и рекорд самого продолжительного дождя - 350 дней. По числу осадков также известна гора Черрапунджи, Индия. Если в районе Вайалеале установленный объем воды набегаёт за год, то в районе Черрапунджи практически этот же объем выпадает за три месяца лета. Кроме того, Черрапунджи по праву считается самой дождливой населенной местностью, где установлен рекорд планеты по сумме атмосферных осадков: с 1 августа 1860 по 31 июля 1861 год их число составило 26 тыс. мм. Дошедший до Индии Александр Македонский был удивлен тому, что дождь каждый день начинается и заканчивается в одно и то же время.
- **самое влажное место на нашей планете** - город Майсур, Индия, где в среднем в виде дождя в год выпадает 11,8 тыс. мм осадков. В деревне Дебунджа в Камеруне и городе Андагойа в Колумбии в год в среднем выпадает от 7 до 15 тыс. мм осадков.

Ледяные дожди - если поверхность, на которую падают капли дождя, очень холодная, то вода замерзает. Если бы холодно было наверху, то падал либо град, либо снег. Ледяные дожди наносят специфический ущерб: под весом льда обрываются линии электропередач и другие коммуникации, падают рекламные щиты, обрушаются крыши и шпили зданий, любые предметы и сооружения покрываются коркой сплошного льда. Это критично для кораблей, на которых нарастает существенное количество льда, сбить который очень тяжело, поэтому судно может перевернуться, потеряв устойчивость. То же самое может случиться с самолетом, вылеты рейсов задерживаются из-за их тщательной обработки специальным реагентом в целях предотвращения оледенения.

Снегопад

Снегопад - выпадение в виде снежинок снега или замерзшей воды. Сильные и длительные снегопады парализуют движение транспорта, изолируют населенные пункты, затрудняют полеты авиации. В горах требуется организация схода лавин, которые при самостоятельном сходе могут нанести значительный ущерб. Снегом могут быть засыпаны дома, двери которых на севере специально делают открывающимися внутрь дома, чтобы человек мог прокопать выход из завала. Самый сильный урон наносят внезапные снегопады в жарких странах, потому что местное население и инфраструктура абсолютно не готовы к подобным природным явлениям.

- **самые сильные снегопады** - наибольшее количество снега (4,8 м) выпало за один снегопад в феврале 1959 года, гора Шаста, США;
- **самый толстый снежный покров** - толщиной 11,5 м был зарегистрирован в марте 1911 года в Тамараке, США;
- **самая большая снежинка** - 28 января 1887 года во время снегопада в Форте Кео, США, Мэтт Колеман обнаружил снежинку шириной 38, толщиной 20 см.

Град

Град - выпадение осадков в форме льда. Обычно град выпадает при сильных грозах в теплое время года, когда температура у поверхности земли не ниже 20°C. Чаще всего он проходит узкой (не больше 10 км), но длинной (иногда до сотни км) полосой. Градины могут быть существенного размера (с куриное яйцо и больше), падая с большой высоты, они могут убить человека, разбить лобовое стекло автомобиля, побить посевы сельскохозяйственных культур (градобитие), от града гибнет домашняя птица, мелкий, а иногда и крупный рогатый скот.

- **самый крупный град** - судя по разрушениям, выпал в 1902 году в Китае (данные о замерах градин отсутствуют);
- **самый крупный задокументированный град** - зафиксирован 3 сентября 1970 года в Кофевилле, США. Окружность градин достигала около 44 см, диаметр - более 14 см, вес - 755 г;
- **самый тяжелый град** - выпал в 1939 году в Худерабаде, Индия, вес отдельных градин достигал 3,4 кг. В 1961 году в Северной Индии тяжелая градина убила слона. В Бангладеш в районе Гопалгандж 14 апреля 1986 года на землю падали градины весом в один килограмм, которые убили 92 человека.
- **самый разрушительный град** - наблюдался в Индии в 1888 году, крупными градинами были убиты 250 человек.

Несмотря на то, что вода выпадает в виде дождя, града и снега, её становится все меньше. В мире отмечается проблема дефицита воды, которая в будущем будет усугубляться. Если воды не хватает для повседневной жизнедеятельности человека, то её точно будет недостаточно и для эффективной работы промышленности. Население стран, где данная проблема актуальна, вероятно, будут вынуждены мигрировать. К 2025 году нехватку воды будут испытывать две трети населения Земли, причиной войн и конфликтов станут не нефть или газ, а вода.

Цунами

Цунами - гравитационная волна огромной длины.

- **причины цунами:** землетрясение (85%), оползень (7%), извержение вулкана (5%), падение в водоем астероида или другого крупного тела, деятельность человека. Землетрясение может вызвать оползень, оползень - цунами, то есть у данного явления может быть несколько причин.

- **место возникновения:** любой водоем естественного или искусственного происхождения.
- цунами всегда образуются при землетрясении с магнитудой 7 и более баллов, при землетрясении меньшей силы цунами трудно опознать, а произведенный ущерб сопоставим с ущербом от сильного шторма. Цунамигенным обычно является землетрясение с неглубоко расположенным очагом, которое генерирует серию волн, расходящихся кругами от центра возмущения.
- волну цунами в океане практически не видно, но при подходе к берегу в случае сложного рельефа дна высота волн может увеличиваться с 10 до 50 м. По мере торможения цунами её величина будет увеличиваться.
- внезапно быстрый отход воды от берега на значительное расстояние и осушение дна - признак цунами. При глобальном цунами (телецунами) отступление воды не происходит.

Первое научное описание цунами предложил в 1586 году **Хосе де Акоста**, когда цунами высотой 25 м в Перу после мощного землетрясения проникло на сушу на расстояние 10 км. Ветер может вызывать большие волны (примерно до 20 м), но они не являются цунами и не могут проникнуть далеко вглубь суши и вызывать затопления на берегу. Образование метео-цунами возможно при изменении погоды, при резком изменении давления или при быстром перемещении аномалии атмосферного давления, когда падает уровень воды, а потом происходит сильный прилив. Такое явление наблюдается на Балеарских островах (Майорка и Минорка) и называется риссага.

Юго-Восточная Азия: 26 декабря 2004 года произошло Бандо-Ачехское землетрясение (магнитудой 9,3), вызвавшее одно из самых катастрофических цунами высотой 50,9 м. От него пострадали: Индонезия - 180 тыс. человек, Шри-Ланка - 31-39 тыс. человек, Таиланд - более 5 тыс. человек и Сомали (Африка). Общее количество погибших превысило 235 тыс. человек, ущерб составил 20 млрд. долларов.

1 марта 2011 года в Японии произошло Сендайское землетрясение (магнитудой 9,1), вызвавшее цунами с высотой волны, превышавшей 10 метров, гипоцентр землетрясения находился на глубине 32 км. АЭС Фукусима могла бы выдержать и более сильное землетрясение, но цунами разрушило инфраструктуру, включая линии электропередачи, обесточивание вызвало прекращение охлаждения реактора, что стало причиной аварии на станции, а затем и на ряде других АЭС. По состоянию на 5 мая 2011 года официальное число погибших в результате землетрясения и цунами в Японии составило более 14 тыс. человек, 10 тыс. человек считаются пропавшими без вести. Большие территории и акватории заражены радиоактивной пылью, из-за ветра авария на АЭС стала проблемой и для жителей Аляски, Канады, основной части Северной Америки, но радиоактивный шлейф не затронул территорию Сахалина, Владивостока, Южной и Северной Кореи.

Северная Америка: 28 марта 1964 года в проливе Принца Уильяма произошло крупнейшее на Аляске, США землетрясение (магнитудой 9,2), которое вызвало цунами

из нескольких волн (наибольшая высота - 67 м). Погибло от 120 до 150 человек. Существует точка зрения, что американцы провели испытания геофизического оружия, в ходе которых на околоземную орбиту были выведены спутники с металлическими иглами, которые были оттуда рассеяны. Опускаясь вниз, они вызвали изменение геомагнитного поля Земли и спровоцировали землетрясение. Поскольку территория Аляски сравнительно малонаселенна, то она была выбрана в качестве полигона для испытаний.

Восточная Азия: 5 ноября 1952 года произошедшее в Тихом океане в 130 километрах от побережья Камчатки землетрясение (магнитудой от 8,3 до 9) вызвало три волны цунами высотой до 18 метров, которые смыли город Северо-Курильск и нанесли ущерб ряду населенных пунктов, погибло более 2 тыс. человек.

Причиной цунами являются оползни. Если значительный объем горных пород упадет в узкий залив (фьорд), то может возникнуть цунами высотой 524 м. Это произошло в Северной Америке в 1958 году в результате землетрясения на Аляске в бухте Литуйя, когда масса льда и горных пород обрушилась с высоты 1 тыс. м.

Лекция 4. Эндогенные и экзогенные глобальные природные процессы

Природные процессы и их последствия. Продолжение

На прошлой лекции были рассмотрены: мощь различных природных процессов, как их проявления сказываются на людях, каким образом люди могут прогнозировать и оценивать их последствия. Когда в художественных фильмах показываются катастрофические природные события, с нашей точки зрения, они часто имеют гиперболизированные масштабы. В действительности волна цунами может достигать высоты 524 м, как это произошло 9 июля 1958 года в Северной Америке. Узнавая факты, мы перестаем воспринимать отраженные в фильмах события как фантастические.

Цунами

- **Причина цунами - извержение вулкана**

Юго-Восточная Азия: после сильного извержения вулкана Кракатау, произошедшего 27 августа 1883 года, возникла ударная волна, потому что извержение закончилось взрывом. Волна несколько раз обошла земной шар, цунами наблюдались во гаванях всего мира, они уничтожили около 5 тыс. кораблей, погибло более 36 тыс. человек. Цунами высотой 40 м обрушилось на густонаселенные острова Ява и Суматра, его волна была настолько мощной, что отнесла корабль вглубь острова.

- **Причина цунами - падение астероида или крупного космического тела -** астероидами ранее называли малые планеты или космические тела, размер которых превышает размеры метеорита. На Землю постоянно падают комическая пыль, кометы и астероиды. Это приводит к увеличению силы тяжести (гравитации), размеры динозавров или слонов и жирафов во многом связаны с силой притяжения Земли, которая постоянно увеличивается.

Северная Америка: 65 млн. лет назад (в конце мелового периода) произошло падение в Мексиканский залив астероида диаметром 11 км (сопоставим с глубиной Марианской впадины и высотой горы Эверест), которое вызвало землетрясение магнитудой до 13 баллов и цунами с высотой волн в сотни метров. Образовавшийся кратер можно наблюдать на полуострове Юкатан, одна его половина находится на материковой части, вторая - скрыта водами Карибского моря. Астероид по расчетам ученых падал со скоростью 36 тыс. км/ч, его ударная сила составила около 20 млн. мегатонн. В радиусе 100 км испарилась вся вода, большая часть астероида, разрушены верхние слои земной коры.

Подъем уровня Мирового океана

Уровень Мирового океана находится в постоянной динамике, если его современный уровень принять за ноль, то в Меловом периоде он был на 200 м выше (высота смотровой площадки Московского университета, высота главного здания МГУ

им. М.В. Ломоносова - 247 м). Уровень Мирового океана в истории Земли был на и 400, и 600 м выше современного. Кривая его изменении показывает, что можно выделить мелкую цикличность, циклы более крупного порядка и глобальные циклы. Один из глобальных циклов составляет примерно 375 млн. лет и связан с распадом суперматериков (в истории Земли многократно образовывались суперматерики, которые впоследствии распадались)

Повышение уровня Мирового океана происходит и по причине оледенения, в ходе которого вода замерзает и уходит из круговорота воды в природе, в результате таяния льдов она опять попадает в океан, уровень которого растет. Также причиной повышения уровня может послужить изменение емкости океанических ванн в результате подъема участка дна или движения материков навстречу друг другу (океан "закрывается" - емкость океанической ванны уменьшается). Таким образом, подъем уровня Мирового океана происходит в результате сложного сочетания вариаций климата, который меняется на протяжении всей истории Земли, и тектонических факторов, которые привели к изменению палеогеографии и географии (расположение и площадь суши, морей и океанов).

Подтопление: многие мегаполисы, расположенные в низинах, дельтах рек, заливах и на побережье, находятся под угрозой затопления. Начальная стадия затопления – подтопление, причины подтопления: потери воды из несущих водных коммуникаций, подъем уровня грунтовых вод, связанный с повышением уровня воды в реках при постройке водохранилищ и платин.

Динамика затопления: существует много прогнозов скорости подъема уровня Мирового океана. Если тенденция к потеплению климата будет продолжаться, то поднимется и уровень океана, что негативно отразится на человечестве в целом, поскольку оно будет лишено части суши. Это приведет к ограничению добычи полезных ископаемых и производства продуктов питания или к необходимости делать это в Мировом океане (что гораздо сложнее). Вероятно, начнется миграция людей из затопленных регионов и мегаполисов, но по мере продвижения воды по долинам рек и низменностям, отвоевывающей у материков все большее количество территорий, люди будут вынуждены переместиться в предгорья и нагорья.



Рис.4.1. Карты наиболее пострадавших результате затопления стран после подъема уровня Мирового океана на 5–50 м

- **если уровень Мирового океана поднимется на 5 – 50 м:** - большие пространства густозаселенных территорий будут затоплены, например, в Китае. Пострадает часть территорий Европы: северная часть Бельгии, большая часть территории Нидерландов, север и запад Германии. В России под угрозой затопления находится Западная Сибирь и город Санкт-Петербург, который неоднократно страдал от нагонов воды, включая выход из берегов реки Невы.
- **если уровень Мирового океана поднимется на 100 м:** под водой окажется большая часть Западной Сибири, южнее острова Таймыр образуется пролив, Скандинавский полуостров может стать островом, поскольку будет затоплена низменность от Нидерландов до Санкт-Петербурга. Затопление будет происходить по крупным рекам (по Амазонке в Южной Америке, частично в Австралии). В меньшей степени пострадают Африканский материк и Северная Америка.
- **если уровень Мирового океана поднимется на 200 м:** на карте Евразии будут видны только Скандинавские горы, Урал, Новая Земля, Восточная Сибирь, Кавказ, Иберийское нагорье, Апеннинский полуостров, Альпы, Карпаты, некоторые горно-складчатые сооружения Западной Европы. Под поверхностью воды окажутся значительные территории Южной и Северной Америки и Австралии (за исключением Большого Водораздельного хребта). Наиболее благополучная ситуация сложится на Африканском материке. Города Санкт-Петербург и Москва тоже будут затоплены, вода не дойдет только до южных окрестностей Москвы и части территорий на севере, располагающихся на Клинско-Дмитровской гряде (возвышенности, возникшей в результате движения ледника во время последнего оледенения). Крымский полуостров станет островом, из воды будет выступать первая гряда Крымских гор (Чатыр-Даг, Ай-Петри).

В истории Земли большие участки суши не раз превращались в архипелаги. Палеонтологи, изучающие поведение динозавров, которые вынужденно оказывались на небольших островах - отмечали, что их размеры уменьшались (иногда существенно - в 5 - 7 раз) в результате дефицита пищи и площади.

Примером воздействия тектонических факторов на уровень Мирового океана является **Мессинский кризис**, который произошел 5,3 млн. лет назад. Африканский материк находится на крупной тектонической платформе, которая двигается на север в сторону Евразии, вследствие чего происходят землетрясения и активизация вулканической деятельности (в Италии, на островах Кипр, Крит и др.). В результате тектонического движения в районе Гибралтарского пролива возникла сухопутная перемычка, изолировавшая Средиземное море от Атлантического океана. Потеряв связь с океаном, море стало высыхать, распалось на серию бассейнов - наиболее глубоководных котловин Средиземного моря. Вода в них какое-то время удерживалась, но её соленость стала расти, увеличиваясь от нормы в 35 промилле (грамм на литр) до уровня в соленых озерах. Морские жители "засолились" заживо, бывшие морские

пространства стали сушей, которую заселили растения и животные. От этого события остались соленосные отложения, которые встречаются не только в котловинах, но и в целом характеризуют район Средиземного моря как ископаемые следы его высыхания.

Несколько сот тысяч лет на месте моря находилась суша, в результате сочетания ряда факторов, в том числе эвстатического подъема уровня Мирового океана и тектонических процессов, перемычка в районе Гибралтарского пролива 5,33 миллиона лет назад была снова практически мгновенно разрушена. Воды Атлантического океана наполнили пересохшую чашу Средиземного моря в виде самого достоверно установленного масштабного водопада в геологической истории. Большая часть пересохшей акватории вновь покрылась водами, уровень моря окончательно выровнялся за 15 - 20 тыс. лет.

Приливы и отливы

У Марса нет такого крупного спутника, как Луна, что приводит к изменению оси его вращения. Очень вероятно, что на Марсе существовала жизнь, которая могла возникнуть и повторно, но из-за того, что положение его оси не было стабилизировано, а также по иным причинам, её не стало. Наличие у Земли спутника, который и не притягивается к ней, и не улетает, - стабилизирует её ось. Несмотря на то, что сила притяжения Солнца почти в 200 раз больше, чем у Луны, приливные силы, вызываемые Луной, почти вдвое больше, чем у Солнца. Одной из причин возникновения приливов и отливов является суточное (собственное) вращение Земли. Массы воды имеющего форму эллипсоида Мирового океана, большая ось которого не совпадает с осью вращения Земли, участвуют в ее вращении, это приводит к тому, что по взаимно противоположным сторонам земного шара по океану идут две волны, приводящие в каждой точке океанского побережья к повторяющимся два раза в сутки явлениям отлива и прилива.

Положение Луны и Солнца по отношению к Земле периодически меняется. Это приводит к изменению интенсивности приливов и отливов явлений. В зависимости от взаимного расположения Луны и Солнца малая и большая приливные волны могут усиливать друг друга.

- **квадратурный прилив** - наименьший прилив, когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют под прямым углом друг к другу;
- **сизигийный прилив** - наиболее сильный прилив, когда приливообразующие силы Луны и Солнца действуют вдоль одного направления.

Если в месте образования прилива достаточно большой амплитуды имеется сужающийся залив или устье реки, то это может привести к образованию мощной приливной волны, которая поднимается вверх по течению реки (иногда на сотни км). Высота приливной волны из залива Фанди, Канада (река Птикодьяк) достигла 18 м, в реке Амазонка - до 4 м, скорость до 25 км/ч. При этом сильный ток воды происходит сначала в одну сторону, а потом - обратно. Люди научились использовать данное

явление: при сооружении приливных электростанций залив перегораживается плотиной, сквозь которую при приливе под давлением проходит вода, крутящая лопасти турбин. В результате приливов и отливов береговая линия может уходить на значительное расстояние

В геологическом прошлом (около 4 млрд. лет назад) Луна была ближе к Земле (на расстоянии 19 - 25 тыс. км), её гравитационное воздействие было сильнее. Это приводило к сильным землетрясениям, сейсмические толчки шли по поверхности по мере передвижения спутника. Также влияние Луны вызывало более сильные приливы, высота которых могла достигать более 1,5 км.

Наводнения

- **каждые 10–15 лет случаются малые (низкие) наводнения** - характерны для равнинных рек, под водой оказывается не более 10% земель в низменностях;
- **каждые 20–25 лет происходят большие (высокие) наводнения** - приводят к затоплению больших площадей в долинах рек, под водой оказывается до 15% площади суши;
- **каждые 50–100 лет случаются выдающиеся наводнения** - захватывают целые речные системы, под водой оказывается до 70% сельскохозяйственных угодий;
- **каждые 100–200 лет происходят катастрофические наводнения** - приводят к затоплению больших площадей в нескольких речных системах, затопляются и водораздельные поверхности (горы, холмы).

Селевые потоки

Сель - жидкие грязекаменные потоки (концентрация грязи и камней до 60%), внезапно возникающие и быстро сходящие вниз по речным системам или склонам гор. Сель вызывается обильными ливневыми дождями, быстрым таянием снега или ледников, землетрясениями, извержением вулканов, сбросами воды из водохранилищ, прорывами линий водонесущих коммуникаций. Обычно длительность селя не превышает 1 - 3 часов. Изначально потоки жидкие, в дальнейшем глинистая компонента застывает и покрытые селом участки территории необходимо откапывать.

Эндогенные и экзогенные глобальные природные процессы

Эндогенные и экзогенные глобальные природные процессы находятся в тесной взаимосвязи. С точки зрения геологии Луна является "мертвой планетой": недра остыли, тектонические движения отсутствуют, "окаменела", нет жизни, вся поверхность покрыта кратерами. Таким же образом Земля выглядела около 4 млрд. лет назад. В результате движения тектонических плит, открытия и закрытия океанов, изменения уровня Мирового океана, процессов разрушения горных пород, самой жизни - изменяется и ландшафт нашей планеты.

- **эндогенные природные процессы (внутренние)** - происходят в недрах Земли

- **экзогенные природные процессы (внешние)** - происходят на поверхности Земли

Эндогенные глобальные природные процессы

Эндогенные природные процессы (от греч. endon - внутри и genes - рожденный) происходят при внезапных разрядах напряжений в ходе химических процессов и распада радиоактивных веществ в высокотемпературных недрах Земли, от силы тяжести, вызывающей прогибы участков земной коры, и от вращения Земли вокруг своей оси.

Тектонические движения земной коры

В настоящее время господствующей парадигмой является концепция тектоники литосферных плит, говорящая о том, что поверхность Земли состоит из крупных блоков, которые постоянно двигаются в разных направлениях. Плиты рождаются в местах нахождения срединно-океанических хребтов - подводных поднятий, которые в основном находятся в средней части океана. Капли мантийного вещества (плюмы) поднимаются из глубины и в срединно-океанических хребтах молодых океанов (Атлантический океан образовался в Юрском периоде и является таким же молодым, как Северный Ледовитый и Индийский) в результате раздвига происходит рождение и наращивание коры. Подъем плюмов также приводит к возникновению вулканических цепочек островов (Гавайские острова). В других местах тектонические плиты погружаются под другие плиты. Это явление называется субдукция, оно связано с тем, что в определенном месте океаны раскрываются, там господствуют условия растяжения, соответственно, в других местах океанам ничего не остается, кроме как "поджиматься". Поскольку площадь поверхности Земли является постоянной, как и её объем, то если океан раскрывается, а Южная Америка отдаляется от Африки - где-то происходит сокращение площади. Таким образом, происходят процессы глобальной циркуляции, которые охватывают верхние горизонты планеты. Такие же конвективные циркуляционные процессы происходят и в гидросфере, и в атмосфере.

Разлом Сан-Андреас образовался в результате столкновения Тихоокеанской и Североамериканской литосферных плит. Являясь их границей, разлом берёт начало в Мексике, с юга на север пересекает штат Калифорния, проходит мимо города Лос-Анджелес, через город Сан-Бернардино и уходит в океан в районе Сан-Франциско. Землетрясение в Сан-Франциско 18 апреля 1906 года (магнитудой до 8 баллов) сопровождалось смещениями грунта вдоль разлома Сан-Андреас на расстояние от 6 до 8 м. Основной ущерб (до 80%) был произведён не землетрясением, а начавшимися из-за него пожарами, продолжавшимися четверо суток. Пожары в случае землетрясений и цунами происходят по причине разрывов линий электропередачи и газоснабжения, а их тушение затруднено в результате разрушения систем водоснабжения, которое в свою очередь может способствовать возникновению очагов эпидемий. Число погибших жителей города составило 3 тыс. человек, до 300 тыс. осталось без крова. Разлом

активен и по сей день, отметим, что движение тектонических плит начинается со скорости 1 мм/год.

Вулканизм, плутонизм, метаморфизм

- **вулканизм** - процесс извержения расплавленных пород или магмы на поверхность, который может происходить на суше и под водой;
- **метаморфизм** - изменение горных пород, происходящее под воздействием температуры и давления, примером может послужить известняк, который в условиях высокого давления и температуры превращается в мрамор.

Землетрясения

При погружении одной тектонической плиты под другую возникают тектонические напряжения, которые снимаются в виде подземных толчков и сейсмических колебаний поверхности Земли.



Рис.4.2. Гипоцентр и эпицентр землетрясения: R - расстояние до эпицентра, H - глубина очага землетрясения

Точка, в которой начинается подвижка, называется гипоцентром, точка на земной поверхности над очагом - эпицентром землетрясения. Ударные волны распространяются во все стороны от эпицентра, по мере удаления от него их интенсивность уменьшается.

Может ли человек в результате своей деятельности вызвать землетрясение?

- созданные человеком водохранилища усиливают землетрясения, потому что вода увеличивает сейсмические колебания;
- бурение, проведение карьерных взрывов, глубокие и разветвленные шахты, изъятие пород и жидкости из глубин Земли при добыче полезных ископаемых и наоборот - закачка воды в подземные горизонты - приводят к возрастающей неустойчивости литосферы, провоцируя техногенные землетрясения.

10 мая 1978 года впервые зарегистрировано землетрясение (до 5 баллов) с эпицентром в районе г. Солигорска, которое сопровождалось обвалами горных пород в шахтах Старобинского месторождения калийных солей, вес обрушения составил 3 тыс.

тонн. Аналогичное землетрясение произошло в 1983 году, эпицентр находился на расстоянии 40 км от Солигорска.

Экзогенные глобальные природные процессы

Экзогенные природные процессы (от греч. *exo* - снаружи, вне и *genes* - рожденный) - процессы преобразования поверхностной части земной коры с ее рельефом под действием лучистой энергии Солнца, силы тяжести, воды и организмов.

Экзогенные процессы выражаются:

- в разрушении горных пород и химическом преобразовании составляющих минералов (выветривание);
- в разрыхлении и переносе разрушенного материала ветром, водой, ледниками;
- в отложении материала на дне морей, озер, реки на суше (аккумуляция) в виде осадочных горных пород и связанных с ними полезных ископаемых.

Экзогенные процессы направлены к выравниванию созданных внутриземными силами (эндогенными процессами) крупных неровностей, к переносу изверженных горных пород.

Выветривание

Выветривание - процесс физического и химического изменения горных пород вследствие перепадов температуры, химического и механического воздействия атмосферы, воды и живых организмов. Если горные породы длительное время находятся вблизи от поверхности или непосредственно на поверхности Земли, то в результате их преобразований образуется кора выветривания.

- **Физическое выветривание** происходит за счет суточной разницы температур (суточный перепад в пустыне может составлять до 30°C). Днем породы нагреваются и расширяются, а ночью остывают и сжимаются. Вечером вода конденсируется в щелях горных пород, замерзает, при замерзании её объем увеличивается, она раздвигает зерна кристаллов минералов, щель в породе становится шире и длиннее. Постепенно горные породы покрываются системой трещин и разрушаются. В этот процесс вносят свой вклад выносящие крупницы породы ветер и дождь, которые превращают скалу в эрозионный останец (бастионная форма выветривания). Красивые формы скал образуются, когда ветер шлифует горные породы. Ячеистое выветривание связано с тем, что горная порода может иметь неравномерное строение, более рыхлые участки разрушаются быстрее и скала начинает напоминать пчелиные соты.
- **Химическое выветривание** протекает путем растворения или выщелачивания горных пород. Дождевая вода содержит определенные соединения, которые могут растворять горные породы, например, известняк, в результате образуются пустоты, в конечном итоге - пещеры. По мере того, как вода растворяет горную

породу, в ней растет концентрация растворенных веществ. В какой-то момент времени концентрация веществ в воде становится настолько высокой, что они химическим образом начинают выпадать, происходит осадконакопление известняка в виде натечных форм (сталактитов, сталагмитов и сталагнатов) в другом месте. Таким образом, то что было изъято водой в одном месте, транспортировано на некое расстояние. Полости и пещеры необходимо изучать при планировании строительства (утечка бетона при заливке фундамента; в Северо-Западном административном округе Москвы периодически происходят провалы поверхности, связанные с наличием полостей) или прокладки железнодорожных путей. Из-за химического выветривания происходят карстово-суффозионные процессы - проседание участков поверхности из-за понижения объема массы почвы вследствие выщелачивания растворимых солей.

- **Биологическое выветривание** - разрушение и химическое изменение пород под действием растений и живых организмов (бактерий). Разрушение производится корнями растений, деревья растут и на камнях, даже лишайники разрушают горный субстрат. Биологическое выветривание усиливает действие других типов выветривания.

Процессы выветривания приводят к появлению причудливых форм ландшафта. Более твердые и плотные участки горных пород лучше сопротивляются процессам разрушения. В некоторых случаях они покрыты сверху пластом ещё более твердой породы (бронирующая поверхность), которая защищает рыхлые слои от разрушения. Исходная порода переносится ветром и реками в другое место, где отлагается в виде песчаников, глин и вновь превращаются в горную породу. Данный процесс многократно повторяется.

Карстовые процессы

Карст - совокупность процессов, связанных с геологической деятельностью поверхностных и подземных вод. Выражается в растворении горных пород, образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа. Пещеры, которые людям интересно посещать, являются хорошими коллекторами, то есть местами где собирается вода и другие полезные ископаемые. Кавернозные горные породы представляют повышенный интерес, так как в них находятся нефть и газ. Разделяющие их пласты горных пород - флюидоупоры, водоупоры (глины) - изолируют залежи, делают их более компактными. Задачей геологов является найти их и вскрыть глинистую крышку.

В процессе растворения и перемещения горных пород в недрах образуются карстовые полости, которые могут провоцировать карстовые провалы на поверхности Земли. Карстовый провал грунта в Гватемала-Сити - следствие размыва низко лежащих слоев грунта, в результате которого в образовавшуюся пустоту под влиянием силы тяжести провалилась часть города. Проблемой всех мегаполисов является потеря воды из водонесущих коммуникаций, которая также размывает горную породу. Места, где на

земной поверхности регулярно возникают трещины, как правило, являются симптомами происходящих вертикальных движений в поверхности пород.

Человек может спровоцировать карстовые процессы и процессы размыва, а может предотвращать их. Помимо прямого ущерба, вызванного провалами грунта (разрыв линий электропередач, железнодорожного или автомобильного полотна, газопроводов, разрушение зданий), возникают скрытые повреждения. На термограмме деревянного дома, снятой при температуре воздуха -12°C , хорошо видна теплопотеря, что означает наличие трещин в стенах в здании.

Глобальные природные процессы, проблемы и глобальное природное оружие

Последнее время часто меняется погода, которой люди всегда хотели управлять, например, осуществлять разгон облаков перед проведением торжественных массовых мероприятий ("День победы", "День города") для того, чтобы гарантировано светило Солнце и не шел дождь. Впервые эта технология была опробована американцами в 1946 году, когда с самолета был рассеян сухой лед, вызвавший обильный снегопад. Человек научился вызывать и дождь, фермер может оплатить услугу и с помощью самолета дождь можно инициировать над определенным полем. При этом у фермера, не обладающего ресурсами для оплаты подобных услуг, дождь должен был выпасть завтра, но он уже прошел над полем первого фермера сегодня. По мере изучения процессов, происходящих в атмосфере, гидросфере, литосфере и других глобальных природных системах Земли, люди задумались об их применении в военных целях. Вызвать на территории государства-конкурента или врага природные катаклизмы - довольно заманчивая перспектива. При этом ответственность можно переложить на силы природы, доказать обратное крайне тяжело, присутствует и экономическая выгода (отметим стоимость военных самолетов или расходы на содержание армии). В настоящее время в целях нанесения удара "природным" оружием активно развиваются различные технологии. В ходе лекций мы постоянно рассматриваем, насколько разрушительными могут быть последствия землетрясений, цунами, наводнений и других процессов, которые люди называют катаклизмами или чрезвычайными ситуациями.

В России в 1990 году была разработана система создания благоприятных погодных условий, которая широко применяется с 1995 года. Процесс расстрела дождевых облаков называется "засеивание", для этого используется реагент, в состав которого входят: йодистое серебро, кристаллы парения жидкого азота, сухой лед и другие компоненты.

Технология HAARP является более сложной и предполагает изменение ионосферы (нагрев), что приводит к отражению и искажению сигналов спутников и наземных передатчиков. Передатчики на Аляске посылают высокочастотные радиоволны в ионосферу на высоту от 100 до 350 км. Существует мнение, что использование данной технологии может привести к различным изменениям, вплоть до

землетрясений или крупных электромагнитных разрядов. Во времена СССР был построен радиокomплекс Сура, который в настоящее время не работает.

Классификация природного оружия И.В. Кефели:

- **Атмосферное (климатическое) оружие:** использование в качестве поражающего фактора таких климатических явлений, как ураганы, ливневые дожди, циклоны, сели, наводнения, смерчи и др. В 70 - 80-е года XX века ученые активно изучали процессы циркуляции в атмосфере и гидросфере. Поскольку страны входили в различные объединения (страны Варшавского договора, блок НАТО), что ограничивало деятельность ученых, они договорились использовать спутники, научные суда и станции друг друга для сбора информации. Было проведено несколько глобальных экспериментов, в ходе которых анализировался климат, причины возникновения торнадо, смерчей, крупных циклонов. Информация исследований была доступна всем ученым. В это время ещё не был принят Киотский протокол и Парижское соглашение, но уже отмечались повышение уровня смога, рост уровня Мирового океана (за XX век на 20 см), глобальное потепление. Была осознана необходимость понимания принципов и особенностей работы климатической системы. По мере сбора информации у людей возникло желание научиться управлять данными процессами. Американские ученые разработали технологию управления смерчами. В силу ряда причин в Северной Америке находится "Долина торнадо" - место их постоянно возникновения, поэтому исследователи постоянно занимаются мониторингом данного явления, чтобы быстро предсказывать их появление. Полученные данные позволили проанализировать условия возникновения торнадо, сгенерировать и направить его в Никарагуа, о чем в советские времена был снят фильм.
- **Гелиосферное (климатическое) оружие:** транспорт естественной солнечной радиации к поверхности Земли и ее фокусировка над определенным регионом - разновидность лазерного или плазменного оружия. Греки защищали от римлян свои города при помощи высоких технологий - системы зеркал и фокусирующих линз, которые сжигали вражеские корабли. Существует точка зрения, что возникающие в тех или иных местах пожары могли быть вызваны применением подобных технологий. Возникшие в тайге очаги пожара тушить крайне тяжело и энергозатратно, а их последствия приносят большой ущерб.
- **Гидросферное (гидрофизическое) оружие:** использование в качестве поражающего фактора искусственно направляемые цунами, подводные селевые и мутьевые потоки, подводные газогидратные извержения. Подводный оползень может порвать интернет кабель или разрушить нефтепровод. Когда телеграфный кабель прокладывался из Северной Америки в Европу (через Великобританию), он многократно рвался. Место обрыва было очень сложно найти, часто приходилось прокладывать кабель заново. Ученые определили причину: подводные оползни натягивали и разрывали кабель. Было признано, что

необходимо предварительное изучение строения морского дна и тех процессов, которые там происходят. Если одно государство знает систему подводных коммуникаций другого, то может их разрушить. Относительно причин возникновения пожаров, происходящих в европейской части России в 2010 году, была высказана точка зрения, в соответствии с которой американцы, свернувшие программу Space Shuttle, теперь используют небольшие беспилотные челноки, которые могут длительное время находиться в космосе (космический корабль X-37B). Каждый раз, когда X-37B находился в космосе - возникали пожары.

- **Литосферное оружие:** использование в качестве поражающего фактора землетрясений, извержений вулканов, опускания земной коры, разломов и др. Человеку трудно вызвать извержение вулкана, мы до сих пор не можем прогнозировать сроки его возникновения, как и возникновения землетрясения. В ряде стран (Италия, Греция) под судебным преследованием находятся геологические или геодезические службы, не предсказавшие данные явления. Пока использовать в военных целях извержение вулкана или землетрясение на вражеской территории является трудно выполнимой задачей. Вероятно, с целью вызвать сотрясения можно использовать сейсмически активные зоны, но для произведения взрыва в разломе необходимо использовать ракеты или подводные дроны.

На территории Аляски, запрещенной для полетов гражданских самолетов, установлены 180 антенн высотой 24 метра каждая, способных вызывать сильнейшие магнитные бури.

Таким образом, человек пытается тем или иным образом управлять экзогенными и эндогенными глобальными природными процессами и их составляющими элементами, которые могут использоваться в качестве глобального природного (в основном климатического) оружия.

Лекция 5. Природные источники энергии

За какой энергией будущее?

На прошлой лекции курса "Глобальные природные процессы" была рассмотрена сила глобальных природных процессов и их влияние на жизнь людей. В ходе данной лекции мы разберем, как силу природных процессов можно использовать для получения энергии, какие существуют способы её получения.

В настоящее время люди активно используют ископаемое топливо (углеводороды - нефть, газ и уголь). Несмотря на то, что существуют другие технологии, позволяющие получать энергию, углеводороды продолжают играть очень значимую роль. В этом присутствует и влияние ряда крупных международных корпораций, которые не хотят терять свою долю рынка. Важно понимать, что запасы природных ископаемых исчерпаемы, в конечном итоге человечеству придется искать другие источники энергии.

Ключевые факторы роста потребления и роста цен на энергию

Факторы потребления энергии:

- рост численности населения Земли, в основном за счет стран Юго-Восточной Азии;
- ускоренная урбанизация;
- повышение уровня жизни;
- активность развивающихся рынков.

Факторы роста цен:

- повышенный спрос;
- истощение источников углеводородов;
- спекуляции на финансовых рынках;
- политическая нестабильность.

Альтернативная энергетика

Использование ископаемых источников для получения энергии не очень хорошо влияет на климат Земли. Когда люди сжигают ископаемое топливо, то в атмосферу добавляется углекислый газ, который когда-то давно был из неё изъят, например, в ходе фотосинтеза, осуществляемого растениями - источниками формирования залежей каменного угля, возраст которого может достигать сотен млн. лет. Солнце, ветер и вода всего за 30 лет могут полностью избавить земной шар от нефтегазовой зависимости. **"Цивилизации придет конец в этом столетии, если мы не найдем способ жить без ископаемого топлива"** - утверждает американский физик и писатель Дэвид Гудштайн.

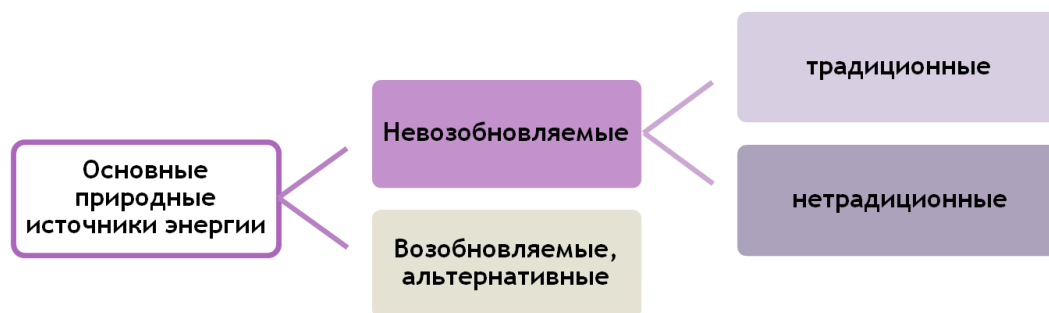


Рис.5.1. Основные природные источники энергии

Невозобновляемые традиционные источники энергии:

- традиционные месторождения углеводородов континентов и шельфовых зон океанов;
- высококачественные каменные угли, включая коксующиеся;
- урановые месторождения высококачественных руд.

Невозобновляемые нетрадиционные источники энергии:

- Реальные для освоения в XXI веке:
 - нетрадиционные нефтегазонасыщенные резервуары в коллекторах с низкой проницаемостью;
 - тяжелые высоковязкие нефти, природные битумы, в том числе металлоносные;
 - природный газ угольных месторождений.
- Гипотетические, реальные для освоения в следующем веке:
 - водорастворенные газы, высоконасыщенные флюиды сверхбольших глубин;
 - гидраты метана в охлажденных недрах континентов и в осадках акваторий;
 - низкокалорийные высокозольные угли, торфы;
 - рассеянные урановые концентрации бедных руд.

Возобновляемые, альтернативные источники энергии:

- гидроэнергия, энергия биомассы, водород, энергия Солнца и ветра, термоядерного синтеза и др.

За какой энергией будущее?

Структура потребления энергии по видам топлива:

- большая часть - углеводороды (87%): 34,8% - уголь, 29,4% - нефть, 23,2% - газ
- другие источники: возобновляемая энергия - 6,6%, ядерная энергия - 5,4%

Распределение источников чистой энергии в 2030 году:

- ветроэнергетика - 50%
- солнечная энергетика - 30%

- гидроэнергетика - 9%

Альтернативная энергетика

Альтернативная энергетика - совокупность перспективных способов получения энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за эффективности их использования при низком риске причинения вреда экологии.

Направления альтернативной энергетики: биотопливо, ветроэнергетика, солнечная энергетика, гелиоэнергетика, альтернативная гидроэнергетика, геотермальная энергетика, водородная энергетика и сероводородная энергетика, распределённое производство энергии, космическая энергетика.

Учитывая, что все большее количество рек более не впадает в моря и океаны (строить гидроэлектростанции становится затруднительно), а также растущий дефицит воды, извлекать энергию из движущегося потока скоро можно будет только в морях и океанах. Космическая энергетика предполагает использование фотовольтаических солнечных батарей, основной проблемой является доставка энергии на Землю.

Структура рынка альтернативной энергетики по установленным мощностям в России

	2009	2020
энергия ветра	49%	11%
энергия приливов	49%	7%
биомасса/биогаз	2%	12%
энергия Солнца		62%
МГЭС		7%
геотермальная энергия		1%

В 2020 году в России становится больше источников альтернативной энергии, появляются малые гидроэлектростанции, геотермальная энергетика, в Крыму установлено много солнечных батарей.

Структура потребления энергии по видам топлива в мире и России

Структура потребления энергии в мире и России		
	в мире	в России
нефть	40%	23%
газ	23%	52%
уголь	27%	19%
атомная энергия	7%	4%
Гидро-, геотермальная, солнечная и	3%	3%

ветровая энергия		
Структура потребления энергии в Японии и во Франции		
	в Японии	во Франции
нефть	18%	2%
газ	21%	1%
уголь	19%	5%
Атомная энергия	30%	78%
Гидроэнергия	9%	13%
Структура использования возобновляемых источников энергии в мире и в России		
	в мире	в России
Ветроэлектростанции	52%	
Солнечные фотоэлектрические системы	28%	
Био-ТЭС	12%	
Гео-ТЭС	2%	5%
Малые ГЭС	6%	33%

Представленные в таблице данные потребления энергии по видам топлива в мире и России показывают, что структура потребления в целом схожа. Основу современной энергетики России составляют:

- тепловые электростанции - 67%
- гидроэлектростанции - 15%
- атомные электростанции - 17%
- возобновляемые источники энергии - более 1%

В 2012 году министр экономического развития Российской Федерации Эльвира Набиуллина заявила: "В настоящий момент Россия вышла на докризисный уровень экономики, однако возможности дальнейшего роста за счет увеличения добычи нефти исчерпаны". Немногие страны в мире обладают таким значительным потенциалом природных ресурсов, как Россия. Нефтегазоносные районы занимают большую часть территории и материкового шельфа нашей страны, с другой стороны, нефть и газ с каждым годом приходится добывать во все более сложных геологических условиях (с больших глубин, открытые месторождения имеют сложное строение). В итоге рентабельность добычи падает, а себестоимость растет. Нефтеотдача месторождений России начала снижаться еще в 60-х годах прошлого века и продолжает падать в настоящее время, в США она растет. Это происходит по причине больших вложений американских энергетиков в технологии.

При сравнении структуры потребления энергии в Японии и во Франции, представленной в таблице, можно отметить, что ядерная энергетика в Японии выросла до 30% (с 14% в 1980 году), а использование нефтепродуктов и газа совокупно

составляет менее 40%, возобновляемые источники - 3%. Во Франции в 1980 году примерно в равных долях производилось потребление классических источников энергии, в настоящее время в стране почти 80% приходится на атомную энергетику. Перспективы развития у атомной энергетики очень хорошие, при этом важно не забывать про аварии на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима I, развивать безопасные технологии, делать АЭС максимально устойчивыми к природным катаклизмам.

Основные природные источники энергии

Тепловая электростанция

Принцип работы: двигатель внутреннего сгорания раскручивает генератор. Двигатель может работать на различных вариантах топлива, в результате его нагрева происходит образование побочной тепловой энергии, именно она используется для отопления.

Гидроэлектростанция

Принцип работы: поток воды раскручивает генератор. При помощи сложного инженерного сооружения (дамбы, плотины) перегораживается река, формируется водохранилище. Используя разницу в уровнях на верхнем бьефе водохранилища и нижним бьефе за водохранилищем, а также силу тяжести Земли - создается поток воды, который движется с определенной скоростью. Он раскручивает лопасти турбины, что приводит к получению энергии.

Минусы использования технологии:

- строительство каскада гидроэлектростанций превратило реку Волгу в систему водохранилищ или искусственный водоем;
- в прошлом песчинка из истоков реки доносилась в Каспийское море за 1 - 2 года, теперь этот срок может достигать до 7 - 10 лет;
- затрудняется навигация, для которой необходимо строительство шлюзов, которые в свою очередь ограничивают размеры кораблей;
- возникают проблемы с рыбой и другими жителями рек, несмотря на наличие ограничительных сеток и специальных проходов, часть из них погибает.

Атомная энергетика

Принцип работы: при ядерной реакции нагревается емкость с водой, пар раскручивает генератор. Для охлаждения ядерного контура реактора используется вода.

Большее число атомных электростанций работает на европейской части территории России. В настоящее время в стране разработана технология строительства плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС). Энергоблок располагается на несамоходном судне, которое можно отбуксировать, например, к месту добычи полезных ископаемых за Полярным кругом и переместить в другое, когда

месторождение иссякнет. В случае ввода в эксплуатацию ПАТЭС пропадет необходимость строить стационарные станции.



Рис.5.2. Расположение атомных электростанций на территории России

Реакторы на борту "припаркованной" у берега ПАТЭС будут поставлять тепло и электричество городам в условиях вечной мерзлоты и за Полярным кругом (Архангельская область, Чукотка, Камчатка, Таймыр). Это позволит решить в данных районах проблему с нехваткой электроэнергии. Кроме того, плавучая атомная электростанция вырабатывает достаточно энергии, чтобы опреснять воду. По данным ООН ее дефицит в мире оценивается в 230 млрд. кубометров. Около 20 стран высказали желание приобрести ПАТЭС, среди них Индонезия, Китай, Кабо-Верде, Мозамбик, Намибия, ЮАР и др.

Показатели воздействия на окружающую среду объектов электроэнергетики:

- **при сжигании угля и мазута** - образуется углекислый газ, являющийся парниковым, двуокись серы, которая соединяется с водяным паром и приводит к кислотным дождям, бензопирен;
- **при сжигании природного газа** - выделяются углекислый газ и двуокись азота;
- **при использовании ядерного топлива** - существует риск радиоактивного загрязнения, при соблюдении технологических условий радиоактивность ниже естественного фона и установленных норм.

В структуре мировых запасов и мирового производства урана Россия сегодня занимает скромные позиции.

- **лидируют по запасам урана:** Австралия (24%), Казахстан (17%), Канада (13%), ЮАР (8%), Нигер (7%), Намибия (6%), Россия (5%), США (4%). Во времена СССР запасы урана, которые сейчас распределены по странам, ранее входящим в этот союз, выдвигали СССР на первое место в мире.
- **лидируют в производстве урана:** Канада (35%), Австралия (15%), Нигер (10%), Намибия (8%), Россия и США (6%), Узбекистан (5%).

Альтернативные источники энергии

Солнечная энергетика

Солнечная энергетика - отрасль, связанная с получением электрической и тепловой энергии из солнечного излучения.

Принцип работы: фотовольтаика (PV) - электроэнергия, полученная от света.

С 2000 года ежегодная динамика прироста мощностей солнечных модулей составляет 37%, в период с 2006 по 2009 год этот показатель вырос более чем в три раза. На фотовольтаических солнечных батареях работает обычный калькулятор, а также космические аппараты, находящиеся на околоземном пространстве или запущенные к космическим звездным телам. Был создан легкий самолет, крылья и хвостовое оперение которого покрыты солнечными батареями. Их энергии достаточно, чтобы самолет мог осуществлять полет. Спроектированы и произведены автомобили, в крышу которых интегрированы солнечные батареи, которые позволяют извлекать дополнительную энергию. PlanetSolar - крупнейший тримаран, использующий энергию солнца. "Солнечная яхта" не имеет парусов, зато оснащена солнечными батареями с КПД 22%.

Распределение введенной в 2008 году мощности фотоэлектрических батарей: Испания (45,2%), Германия (26,1%), США (8,7%), Япония (4,1%), Франция, Италия и Южная Корея (2,1%). Таким образом, страны Европы лидируют по использованию этого вида энергии, хотя доля технологий в Азии постоянно растет.

- **в Китае** находится самое большое офисное здание, питающееся энергией солнца (полезная площадь - 75 тыс. м²). Оно выполнено в форме древних солнечных часов. Идея строительства подобных зданий заключается в энергоэффективности, они самостоятельно и полностью обеспечивают себя энергией. Подобные сооружения могут продавать излишки производимой энергии.
- **в Японии** построен стадион, способный вместить 55 тыс. зрителей, он не только обеспечивает энергией собственные потребности, включая спортивные мероприятия, но и покрывает 80% потребности в электричестве близлежащих домов. 14 тыс. квадратных метров крыши стадиона покрыты 8,8 тыс. солнечных панелей, которые в сумме могут генерировать до 1.14 ГВт-часов электричества в год.
- **в Австралии** открыт большой пешеходный мост через реку Брисбен, его особенностью является светодиодная подсветка, которая распределена по длине всей конструкции и имеет систему программирования освещения. Она позволяет создавать световые эффекты во время торжественных мероприятий. Питается система освещения моста с помощью 84 солнечных панелей, которые ежедневно генерируют около 100 кВт-часов электроэнергии и имеют среднегодовую производительность 38 МВт-часов.

- **в Северной Африке** строится гигантский парк солнечных батарей в противовес европейской зависимости от Северного и Южного магистральных газопроводов России. Проект "Дезертек" в Сахаре в будущем будет обеспечивать 15% потребностей Западной Европы в электричестве. Он оценивается в 400 млрд. евро, строительство займет 10-15 лет. Батареи будут расположены на крышах теплиц, где будет можно выращивать сельскохозяйственную продукцию. Также предполагается строительство гелиотермальных станций, где используется энергия солнечного тепла.
- **в Германии** динамика использования энергии Солнца и энергии ветра показывает, что доля солнечных установок растет: район Рейн-Хунсрюк покрывает 2/3 своих потребностей в энергии самостоятельно с помощью 1,5 установок по получению энергии из возобновляемых источников. Уже сегодня в Германии доля электричества, получаемого из возобновляемых источников энергии, достигает почти 17%.

С 2005 по 2008 год вложения в возобновляемую энергетику удвоились, мощность введенных в строй ветряных электростанций выросла вдвое, количество солнечных батарей - втрое. Во многих странах на законодательном уровне приняты нормативные акты, в соответствии с которыми вновь вводимые здания должны быть полностью энергоэффективными. Для этого на их крышах должны быть установлены солнечные батареи, а во дворах ветроустановки. В будущем, вероятно, только крупные энергоемкие производства, будут использовать энергию атомных и гидроэлектростанций.

Гелиотермальная электростанция

Принцип работы: использование концентрированного солнечного излучения. Параболические концентраторы состоят из зеркал-отражателей, в фокусе параболы устанавливается трубка-приемник, в которой концентрируются отраженные лучи. По трубке течет теплоноситель - вязкое синтетическое масло с высокой температурой кипения, которое нагревается и отдает тепло воде, превращающейся в пар, раскручивающий турбину генератора. Солнечная электростанция (СЭС) башенного типа состоит из башни и гелиостатов - зеркал, подключенных к общей системе позиционирования. На вершине башни закреплен приемник, в котором концентрируются солнечные лучи, отраженные от расположенных вокруг неё гелиостатов. Греки защищали от римлян свои города при помощи схожей технологии, используя систему зеркал и фокусирующих линз, они сжигали деревянные римские галеры.

Гелиотермальные электростанции считаются выгодными, если годовой уровень солнечной радиации составляет не менее 2 тыс. кВт·ч на м², поэтому их строят в регионах, расположенных между 40° северной широты и 40° южной широты. Первая очередь СЭС-Андасол в Испании вырабатывает около 50 МВт, что соответствует мощности десяти ветровых турбин. Крупнейшая в Европе солнечная электростанция,

использующая параболические концентраторы общей мощностью 150 МВт, сможет обеспечить электричеством 600 тыс. человек. Это хорошая альтернатива использования мест, где затруднительно заниматься земледелием, поскольку мощности СЭС хватает для того, чтобы обеспечить электроэнергией рядом расположенные населенные пункты.

Минусы использования технологии: используемые в качестве теплоносителей синтетические масла токсичны и не выдерживают температуры выше 400°C. Экологи, защитники животных и даже представители транснациональных корпораций, работающих в данной области, отмечают, что птицы, пролетающие над отражателями, формирующими невидимые лучи, практически мгновенно сгорают.

Распределенная энергетика

Распределенная энергетика - концепция строительства источников энергии и распределительных сетей, которая подразумевает наличие множества потребителей, производящих тепловую и электрическую энергию для собственных нужд, а также направляющих их излишки в общую сеть.

Принцип работы: минимальное расстояние от источника до потребителя. Люди теряют энергию при её транспортировке, поэтому ставятся трансформаторные станции. Идеальным решением является светофор, оборудованный солнечными батареями, или оборудованные ими камеры фото и видео фиксации нарушений правил дорожного движения. Днем батареи работают в режиме сбора энергии, которую передают на аккумуляторные батареи, вечером фонарь включается. Когда оборудованная солнечными батареями телефонная будка не используется, она вбрасывает накопленную энергию в общую сеть.

Биотопливо

В определенной степени биотопливо является утопией, поскольку для его производства необходимо выращивать на некоторой территории сельскохозяйственную культуру. После сбора урожая из него не получают продукты питания, из него производится спирт, который потом необходимо обработать, чтобы он стал топливом. При этом происходит существенный расход воды, в том числе для полива полей. Таким образом вода, ресурсы земли и урожай превращаются в биотопливо.

Водородная энергетика

Принцип работы: $2\text{H}_2\text{O} + \text{энергия} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$, обратная реакция происходит в топливном элементе.

Размер первых водородных установок для производства энергии был настолько большим, что их невозможно было установить в автомобиль, передвигающийся с помощью водорода. Современные технологии позволили уменьшить их размеры, поэтому у этого источника энергии есть определенное будущее.

Ветряная электростанция

Принцип работы: ветер раскручивает генератор.

- больше половины вводимых в строй ветряных станций строятся в США, Германии, Китае, Дании, Испании и Индии;
- в штате Орегон (США) строится самая большая ветряная электростанция в мире. Более полутысячи ветрогенераторов будут производить 845 МВт энергии, которых хватит на 235 тыс. домашних хозяйств. Электростанция позволит предотвратить выброс в атмосферу 1,5 млн. тонн углекислого газа, которые образовались бы при добыче этого объема энергии с помощью ископаемого топлива. Покупать электричество будет соседний штат Калифорния, власти которого планируют получать 33% энергии из возобновляемых источников (несмотря на то, что США вышли из многих международных конвенций, включая Парижское соглашение).

Минусы использования технологии: при сильном ветре, а также в тех местах, где регистрируются смерчи, ураганы и шторма, нельзя строить ветряные станции, потому что они могут быть разрушены. Более того, оторванные лопасти станций, вовлеченные в движение быстрого потока воздуха (смерча) могут нанести существенные разрушения и представляют опасность для жизни людей и животных.

- **континентальное распределение** установленных ветроэнергетических мощностей: Европа (55%), Северная Америка (23%), Азия (20%), Тихоокеанский регион (1%).
- **распределение** ветроэнергетических компаний **по регионам Российской Федерации:** Центральный федеральный округ (52%), Северо-Западный федеральный округ (23%) Уральский и Приволжский федеральные округа (10%), Дальневосточный, Сибирский и Южный федеральные округа (2%).

Приливная электростанция

Принцип работы: приливы и отливы являются самыми надежными источниками энергии. Под действием гравитационных сил Луны и Солнца уровень воды в Мировом океане меняется дважды в сутки, поток воды сначала движется в одном направлении, потом - в обратном. Для получения энергии за счет колебаний уровня воды раньше строили плотины, теперь на смену пришли подводные гидроагрегаты. Необходимая скорость потока воды - всего семь-десять километров в час. Станции строятся на определенном расстоянии от береговой линии, вырабатываемая энергия по подводному кабелю поступает на подстанцию на суше для дальнейшего распределения.

- Приливные электростанции (ПЭС) работают в нескольких странах: Франция, Великобритания, Ирландия, Канада, Россия, Индия, Китай.

- **во Франции** приливная плотина длиной 750 м построена в 1967 году и с тех работает без перебоев.
- **в Северной Ирландии** в морском озере-заливе Стренгфорд-Лох установлен первый в мире подводный гидроагрегат в открытом море, его мощность - 1,2 МВт.
- **в России** первая экспериментальная приливная электростанция Кислогубская ПЭС расположена в губе Кислая Баренцева моря (Мурманская область). Состоит на государственном учёте как памятник науки и техники. Принцип её работы схож с принципом работы гидроэлектростанции. Мезенская приливная электростанция - проектируемая приливная электростанция в Мезенском заливе Белого моря (Архангельская область). Планируется, что станция будет иметь мощность 8 ГВт, годовая выработка электроэнергии составит 38,9 млрд. кВт·ч.

Минусы использования технологии: во время штормов возникает мощнейший напор воды, при застройке акватории стационарными столбами с турбинами затрудняется лов рыбы и навигация.

Волновая электростанция

Принцип работы: существует множество технологий использования движущейся волны.

- **в Шотландии** на острове Айлодна построена одна из первых волновых электростанций. Набегающие волны вытесняют воздух из бетонной "коробки" шириной 20 м и под действием воздушной тяги начинают вращаться две гидротурбины общей мощностью 500 КВт. Когда волна идет в обратном направлении, то и воздух движется в противоположном направлении, таким образом используются и энергия воды, и энергия воздуха. Работающая на ископаемых энергоносителях электростанция при выработке такого объема энергии выбрасывает в атмосферу сотни тонн углекислого газа.
- другая технология предполагает раскачивание волной расположенной в воде панели, далее жидкость, перемещаясь по гидравлической системе, приводит к раскрутке гидроэлектрогенератора.
- в системе качающихся поплавков их поступательное движение (вверх-вниз, вперед-назад) под воздействием энергии движущихся волн приводит в действие специальный механизм, который преобразует его во вращательное движение и в конечном итоге в электрогенерацию.
- используются ленты поплавков, которые змеевидно изгибаются на волнах. Внутри лент находятся механизмы, которые превращают их движение во вращение. Подобные системы мобильны, их можно смонтировать в разных местах по мере необходимости.
- при помощи энергии движущихся волн вода закачивается на сушу в специальную емкость (водохранилище), откуда она будет сливаться. Данная

технология для выработки энергии применяет принцип работы гидроэлектростанции.

Минусы использования технологии: волновая электростанция технически сложное и дорогое сооружение, конструкция которого должна учитывать особенности ландшафта, чтобы оптимально улавливать волны и вырабатывать наибольшую мощность. При этом станция должна выдерживать шторма.

Геотермальная электростанция

Принцип работы: в центрах вулканической активности кипящая вода из недр Земли (скважины) нагревает воду в резервуаре, пар раскручивает турбину. Воды недр нельзя использовать для отопления домов напрямую, потому они сильно минерализованы и растворяют или наоборот - забьют солями и минералами коммуникации. Поэтому для данных целей производится бурение двух скважин, в одну из них под давлением закачивается холодная вода, по второй поднимается горячая, она нагревает емкость с холодной, в итоге нагретая вода поступает в систему теплоснабжения. Одновременно в емкости вода закипает и пар раскручивает турбину, которая вырабатывает электроэнергию.

- геотермальные станции вырабатывают немалую часть электроэнергии в странах Центральной Америки, на Филиппинах и в Исландии, которая также является примером страны, где термальные воды широко используются для отопления;
- **в США** (Калифорния) находится крупнейший геотермальный комплекс мира "Гейзер", общая мощность 20 электростанций позволяет обеспечить электроэнергией миллион семей;
- одновременная выработка тепла и электричества является особенно ценной в условиях пониженных температур. **В России** геотермальные станции расположены на Камчатке и Курильских островах: Верхне-Мутновская опытно-промышленная ГеоЭС мощностью 12 МВт (1999 год) и Мутновская ГеоЭС-1 мощностью 50 МВт (2002 год).

Осмотическая электростанция

Принцип работы: энергетическая установка основана на принципе диффузии жидкостей (осмосе). Отсеки с соленой и пресной водой в резервуаре разделены полупроницаемой мембраной с микроскопическими порами, которая пропускает молекулы воды, но задерживает молекулы соли. Это и есть осмос - процесс односторонней диффузии. По законам физики происходит выравнивание концентрации соли по обе стороны мембраны: пресная вода все время поступает в отсек с морской водой, в результате чего давление в отсеке может возрасти до 20 бар (соответствует 200 м водяного столба). Если соединить этот отсек с гидротурбиной, то избыточное давление заставит ее вращаться, вырабатывая энергию. Генератор может работать везде, где потоки пресной и соленой воды сталкиваются друг с другом, не успевая смешиваться. Технология будет развиваться, в будущем люди смогут использовать её в

устьях рек, впадающих в моря или соленые озера (Мертвое море, Большое Соленое озеро в США), на выходах из фьордов. Таким образом можно очищать промышленные стоки, наполненные солоноватой водой.

- Первый и пока единственный в мире прототип осмотической электростанции запущен в 2009 году в Норвегии в городе Тофтена юго-западном берегу Осло-фьорда. Станция вырабатывает незначительное количество энергии, обеспечивая ею близлежащие населенные пункты.

Воздушная электростанция

Принцип работы: при сквозняке воздух перемещается из областей с одним давлением, в области с другим, допустим, что в большой теплице воздух под прозрачной поверхностью крыши прогревается, увеличивается в объеме и устремляется вверх. Если в крыше теплицы установить высокую узкую башню с генератором внутри, то поток нагретого воздуха фокусируется через нее и раскручивает турбину генератора. Чем выше башня, тем стремительнее воздушный поток, потому что с нарастающей высотой уменьшается атмосферное давление. Чтобы воздушная электростанция достигла мощности 200 Мвт, необходимы стеклянная крыша диаметром восемь километров и башня высотой не менее тысячи метров. Территорию станции можно использовать как теплицу для выращивания растений.

- в **Испании** с 1986 по 1989 год работала башня-прототип высотой 200 м;
- в **Намибии** планируется строительство башни высотой 1,5 тыс. м;
- в **Австралии** построена гибридная станция, использующая два принципа генерации энергии: ее крышу, покрывают солнечные батареи, а на крыше установлена башня с генератором.

Минусы использования технологии: дороговизна и значительные размеры сооружений, уязвимость в случае сильного ветра или землетрясения.

Солнечная космическая электростанция

Принцип работы: спутники и космические станции для получения электричества используют энергию солнечного света, фотобатареи могут извлечь из космоса в 5 - 10 раз больше электроэнергии, чем земные. Полученная электроэнергия дойдет до Земли в виде электромагнитных микроволн, приемные антенны преобразуют заряженные энергией лучи в электричество. Паруса батарей площадью 3 км² способны вырабатывать до 1,4 Гвт электроэнергии, что соответствует мощности АЭС.

- американская энергетическая компания "Pacific Gas and Electric Company" рассчитывает через пять лет добывать из космоса 200 Мвт электроэнергии;
- японское агентство аэрокосмических исследований намерено запустить первую гигаваттную космическую СЭС в 2030 году.

Минусы использования технологии: орбитальная СЭС весит тысячи тонн, строить станции необходимо на орбите. В местах расположения батарей будет затруднена космическая навигация. Космический мусор, который присутствует на орбите в значительном количестве, может привести к разрушениям.

По решению Европейского союза с 2019 года все новые строящиеся здания органов государственной власти должны достичь абсолютной энергоэффективности, с 2020 года - все новые частные дома, то есть не выбрасывать в атмосферу ни грамма парниковых газов. Доля энергии, которая вырабатывается при помощи возобновляемых источников энергии, растет не только в Европе, страны Азии активно финансируют новые технологии, например, Китай вложил в прошлом году 54,4 млрд. долларов в развитие возобновляемых источников энергии. По данным Международного энергетического агентства к 2030 году в мире 60% процентов электроэнергии будет вырабатываться за счет возобновляемых источников энергии.

В ходе лекции были рассмотрены основные существующие технологии получения энергии при помощи процессов, происходящих в гидросфере, литосфере, атмосфере, традиционные и альтернативные источники энергии, пропорции их использования в исторической перспективе, оценки развития технологий в будущем.

Лекция 6. Педосфера. Биосфера. Глобальные урбосферные процессы

Педосфера

Данная лекция посвящена педосфере - глобальной почвенной оболочке, биосфере - глобальной природной системе, заселенной живыми организмами и ими преобразованной, а также урбосфере - совокупности всех построек, которые человек создал на нашей планете.

- **Педосфера** - почвенная оболочка Земли, глобальная почвенная система. Составляющие педосферу почвы покрывают большую часть поверхности земной суши. Педосфера важна не только для земледелия, но и является местом обитания огромного количества организмов. В определенной степени педосфера является "легкими" Земли, поскольку определенные низшие растения снабжают атмосферу кислородом.
- **Почва** - самостоятельное естественноисторическое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности Земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, создающие условия для роста и развития растений.

Горные породы под воздействием перепада суточных температур разрушаются, им в этом помогают ветер и вода. Если климат влажный, то происходит не физическое, а химическое разрушение пород - **выветривание**, в ходе которого осуществляется растворение, выщелачивание одних компонентов горной породы и привнос других. Корневая система растений проникает глубоко в грунт, растения могут жить и на скальных грунтах, разрушая их. В итоге, с одной стороны, происходит дезинтеграция горных пород, с другой стороны - сверху накапливаются фрагменты отмершей растительной и животной ткани. Таким образом появляется почвенный покров, который является местом обитания большого количества беспозвоночных и позвоночных животных. Почвенный слой необходим растениям, которые извлекают из него необходимые минеральные органические вещества.

- Впервые термин "педосфера" был введен в научный оборот профессором Московского университета **А.А. Яриловым** в монографии "**Педология как самостоятельная естественно-научная дисциплина о Земле**", изданной в 1905 году.
- Понятие о педосфере как синониме глобального почвенного покрова приводит в "Курсе почвоведения" 1927 года профессор **С.А. Захаров**: "Почвенный покров земного шара, или педосфера, представляет тонкую оболочку облегающую литосферу, или твердь земную, на границе соприкосновения последней с воздушной оболочкой, или атмосферой, водной оболочкой - гидросферой - и биосферой, в которой сосредоточена жизнь земных организмов".

- **В.И. Вернадский** использует термин "педосфера" в 1936 году как понятие о тонком слое почв среди других геосфер при обсуждении их химического состава, считая педосферу равноценной им.

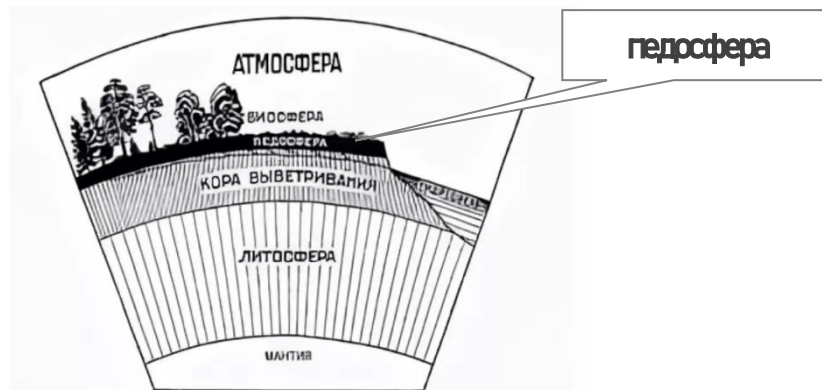


Рис.6.1. Взаимоотношение сфер природы и положение почвы (педосферы) среди других природных тел по С.А. Захарову, 1927 год

Уникальные свойства педосферы

- толщина почвенного покрова небольшая, но он характеризуется **самой высокой плотностью жизни и наибольшим видовым разнообразием** населяющих ее живых существ: более 92% видов организмов, известных на Земле, являются сухопутными и живут в почве или на её поверхности. Жизнь организмов разного систематического положения и уровня развития (грибов, растений, животных и бактерий) неразрывно связана с почвой.
- второе свойство вытекает из первого - это **биологическая продуктивность**, на сельскохозяйственных землях – плодородие, то есть способность обеспечивать растения элементами питания, влагой, воздухом и теплом и таким образом воспроизводить жизнь. Почва дает человеку более 98% всех продуктов питания и большое количество разнообразного сырья для промышленного производства. С учетом постоянно растущей численности населения на Земле и того, что часть населения страдает и умирает от голода, важно препятствовать разрушению и деградации почвы (потери её ключевых свойств). Объем пищевых продуктов, добываемых человеком на суше составляет 1,3 млрд. тонн, в океане - 1,7 млн. тонн.

Глобальные функции педосферы

Глобальная почвенная система - место протекания различных глобальных природных процессов биологической, химической и физической природы.

- В почве находится большое количество микроорганизмов, они дышат (одни выделяют кислород, другие его потребляют), происходит газообмен. В последние годы почвоведными и почвенными микробиологами установлено, что

"дыхание почвы" вследствие происходящих в ней биохимических и физических процессов выделяет в слои атмосферы значительные объемы газов, включая углекислый и другие парниковые газы, объемы которых значительно превышают суммарный объем антропогенных выбросов.

- Педосферу называют **оболочкой "жизни"**, почва является жизненным пространством и механической опорой организмов, областью накопления и деструкции органических и минеральных веществ. Растения древовидного и кустарникового облика в условиях силы тяжести Земли и ветра удерживаются на поверхности с помощью корневой системы.
- Почва в определенной степени является **"вечным" конвейером**: растения берут необходимые для их жизнедеятельности вещества, в итоге завершения жизненного цикла превращаясь в почву, также как и умершие животные, и тем самым формируют источники минеральных органических веществ для следующих поколений.

Физические процессы педосферы

- почвы воспринимают, аккумулируют и частично передают атмосферную влагу и другие вещества в грунтовые воды. Атмосферные осадки проникают сквозь почву, и благодаря силе тяжести Земли уходят на более низкие горизонты, появляются верховодка и грунтовые воды. Используя корневую систему, растения вытягивают влагу обратно наверх, а также собирают её и в горизонтальной плоскости.
- регулируют газообмен почвы с атмосферой, поскольку почва не является настолько твердой, как монолитная горная порода, атмосфера проникает в нее, благодаря чему, в почве существует большое количество форм жизни;
- образуют для почвенной биоты защитные ниши жизни от воздействия внешних факторов;
- сохраняют семена и эмбрионы растений и животных;
- служат механической опорой корневых систем и надземных ярусов растений.

Химические и физико-химические процессы педосферы

- адсорбция и аккумуляция различных жизненно необходимых для почвенной биоты и растений биофильных химических элементов, ферментов;
- деструкция и минерализация отмерших остатков растительных и животных организмов, возврат биофильных составляющих в среду, из которой возникнут новые циклы жизни;
- ресинтез органических и минеральных веществ, в том числе почвенного гумуса и вторичных минеральных и органно-минеральных новообразований.

Глобальные природные проблемы и педосфера

Сохранение биологического разнообразия невозможно без сохранения разнообразия почв, без предотвращения загрязнения, деградации и эрозии почв - последствий социоприродных процессов. Потеря плодородных освоенных почв

продолжается и в наше время, каждый год из сельскохозяйственного оборота выбывает около 8 млн. га: около 7 млн. га - различные процессы почвы, в результате которых теряются плодородные свойства, почва становится непригодной для выращивания культур; оставшиеся объемы - за счет отчуждения (строительство, добыча полезных ископаемых и др.).

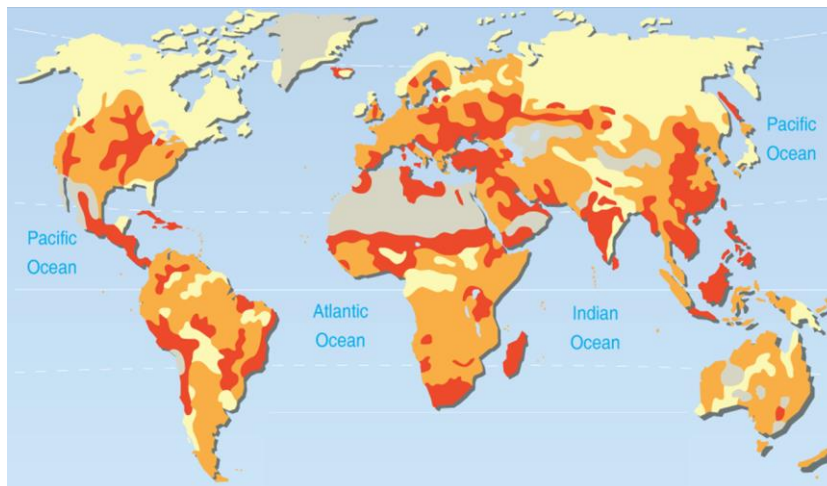


Рис.6.2. Карта деградации педосферы

В конце XX века человечество ежегодно теряло около 18 млн. га продуктивных угодий по разным причинам. На карте **деградации педосферы** серым цветом обозначены регионы, где отсутствует почвенный покров (например, Арктическая пустыня в Гренландии), желтым - недеградированные почвы: значительная часть Евразии, которая практически полностью совпадает площадью Российской Федерации, территория Канадского арктического архипелага и Аляска. В этих местах слабая антропогенная нагрузка, которая существенна в районах с умеренной деградацией (светло-оранжевый цвет), составляющих приблизительно 35% площади суши нашей планеты. Ярко оранжевым обозначены регионы сильной деградации почвы.

Из общей площади земной суши (13 млрд. га) 1964.4 млн. га испытывают ту или иную степень деградации почв:

- смыву и разрушению водной эрозией подвержены - 55,6%
- ветровой эрозии (развеиванию и разрушению) - 27,9%,
- химической деградации (обеднению элементами питания, засолению, загрязнению и закислению) - 12,2%
- переуплотнению и заболачиванию - 4,2%

Плодородная почва является частью национального достояния России, как и запасы питьевой воды и полезных ископаемых. Сохранение почвы, как и сохранение воды, является важным с точки зрения выживания человека.

Биосфера

Биосфера - глобальная природная система (оболочка Земли), заселенная живыми организмами и ими преобразованная. Человек как биологический вид тоже является частью биосферы. Начиная с индустриальной эпохи, он начал сильно трансформировать пространство, создавая **антропосферу** - сферу, где живет или куда проникает человечество. Большая часть населения сосредоточена в городах, образующих **урбосферу** - глобальную систему городов и мегаполисов. Урбосфера также является частью биосферы, потому что человек самостоятельно построил мегаполисы.

Биосфера - открытая система. Ее существование невозможно без поступления энергии извне, на нее влияют космические силы, прежде всего солнечная активность. Биосфера находится в контакте с атмосферой, хотя высоту, на которой летают птицы, переносятся споры и семена растений, можно считать её верхним пределом. На дне Марианской впадины в глубинах океана тоже есть жизнь. Биосфера проникает в литосферу и находится в педосфере.

Биосфера - саморегулирующаяся система, для которой, как отмечал В.И. Вернадский, характерна организованность. Идет постоянная эволюция органического мира, который находится в тесном контакте с гидросферой, жизнь на Земле была бы невозможной без Мирового океана, наличие которого привело к её зарождению.

Биосфера как глобальная система характеризуется максимальным среди других систем разнообразием, причинами и факторами которого являются:

- разные среды жизни - водная, наземно-воздушная, почвенная, организменная (один организм живет в другом);
- большое разнообразие природных зон, различающихся по климатическим, гидрологическим, почвенным, биотическим и другим свойствам;
- наличие регионов (геохимические провинции), имеющих разный химический состав почвы, воды, атмосферы;
- внутри биосферы выделяют подсистемы - экосистемы, биоценозы, биогеоценозы, сообщества животных и растений, которые характеризуют ту или иную ландшафтно-климатическую обстановку. Окружающая среда (атмосфера, гидросфера, климатическая система, педосфера и литосфера) оказывают влияние и определяют видовое разнообразие ячейки биосферы.

Глобальные биосферные процессы

Процесс образования живого вещества (например, рождение) и процесс его движения (например, миграция) являются частями глобального биологического эволюционного процесса - последовательного усложнения жизненных форм организмов путем постоянного или прерывистого развития. **Чарльз Дарвин** в работе "**О происхождении видов путем естественного отбора**" ввел понятия "естественный" и "искусственный" отбор. Искусственный отбор человек освоил в ходе избирательного

допуска к размножению тех или иных организмов с целью выведения определенных видов животных или сорта растений. С этой же целью человек научился модифицировать живые организмы на генетическом уровне, поэтому эволюционный процесс разделяется на природный и социоприродный.

Глобальные проблемы, с которыми может столкнуться человечество

Люди постоянно задаются вопросом о том, одиноки ли они во Вселенной, есть ли жизнь на других планетах. Если жизнь существует только на Земле, то её следует признать уникальным явлением. Обладая знаниями о количестве планет во Вселенной, было бы нелогично придерживаться этой точки зрения. Исследования показывают, что существуют пригодные для жизни планеты, даже Венера и Марс могут в перспективе быть колонизированы человеком. Для этого придется трансформировать их атмосферу, потому что на Венере, напоминающей Землю 4 млн. лет назад - очень жарко, а на Марсе - слишком холодно. Вероятно, ранее на Марсе были благоприятные для жизни условия. Изучая его строение и ландшафт, астрономы и геологи определили, что ранее по поверхности этой планеты текли реки, присутствовали океанические бассейны, а недра вулкана Олимп еще недавно были горячими. Частично это косвенно может подтвердить найденный в Антарктиде метеорит марсианского происхождения возрастом около 4,5 млрд. лет, на котором были обнаружены следы жизнедеятельности примитивных организмов. Возможно, жизнь кочует с планеты на планету. В год на Землю падает значительное количество космической пыли и метеоритов, что приводит к увеличению её силы тяжести вследствие увеличения массы. На комических телах на Землю может быть занесена жизнь, которая не обязательно будет примитивной. На нашей планете живут тихоходки (членистоногие), которые выдерживают давление, сопоставимое с давлением столба воды на дне Марианской впадины. Они выживают в открытом космосе, куда их в рамках эксперимента отправили ученые. Изначально тихоходки были найдены в процессе бурения скважины в Антарктиде, японские исследователи растопили керны (цилиндры) льда и по глубине их нахождения определили возраст - 100 тыс. лет. Таким образом, данные членистоногие являются кандидатами в состав "звездного десанта" организмов, которые могли прилететь на Землю из космоса.

Одной из глобальных проблем человечества будущего может стать контакт с внеземными формами жизни. Образы, которые часто эксплуатируют фантасты, - это либо образы членистоногих, либо кишечнополостных и червей. Это три самые древние группы беспозвоночных, от которых произошли все остальные животные. Существует мнение, что инопланетяне не должны быть похожи на гуманоидов, либо они могут быть гуманоидами-реплитиями. Эволюция является комбинацией некоторых случайностей, стечений обстоятельств. Американский палеонтолог Дейл Рассел считает, что если бы динозавры не вымерли, то они могли бы стать разумными. В конце Мезозойской эры динозавры "научились" поддерживать постоянную температуру тела, то есть стали пойкилотермными животными. Произведенные путем изучения мозговой полости черепа динозавров анализы показали, что у них было

хорошее зрение и развитый мозг. Если бы они продолжили свое существование, то гуманоиды могли бы произойти от прогрессивных рептилий, а люди, произошедшие от млекопитающих, не появились бы. Упавший 65 млн. лет назад в Мексиканский залив в районе полуострова Юкатан астероид размером 11 км привел к вымиранию большого числа организмов. Динозавры и ряд других организмов вымирали медленно, этому способствовали вулканическая деятельность и появление новых растений, к которым растениеядные ящеры не были приспособлены, а также конкуренция с млекопитающими, нападающими на их яйца. Их приходилось активно защищать или глубоко закапывать, у некоторых видов отмечалось утолщение скорлупы яиц, которое приводило к тому, что потомству было трудно пробиться сквозь нее.

Эпидемии и пандемии

Одной из глобальных проблем являются пандемии земного, внеземного природного или искусственного происхождения. В Средние века от эпидемий вымирали населения целых городов, испанский грипп ("испанка") привел к человеческим потерям, сопоставимым с потерями в результате Первой мировой войны. К сожалению, каждое новое поколение не становится более здоровым, например, в результате ухудшения экологической ситуации (загрязнения воздуха и воды) увеличивается количество людей, склонных к аллергии. При этом возникают аллергические реакции и на солнечное излучение, и на пыль, что говорит о том, что в целом иммунитет человека становится слабее.

В недалеком прошлом человечество регулярно переживало пандемии чумы, оспы, холеры, которые играли роль "естественного отбора", оставляя в живых только самых сильных. Отметим, что и уровень медицины был иным, но если в настоящее время медицинское обслуживание станет людям недоступно, то численность населения быстро сократится, потому что многие поддерживают свою жизнедеятельность с помощью медицинских препаратов или искусственных органов. Активное использование медикаментов приводит к сокращению количества людей с сильным иммунитетом.

Значительная концентрация людей в одном месте (мегаполисы) и их активное перемещение по всему миру способствуют быстрому распространению эпидемий, что можно наблюдать на примере возникновения текущей пандемии коронавирусной инфекции. Раньше островное государство могло переждать эпидемию, закрыв территорию, в условиях глобализации это становится невозможным. Проблема возникновения эпидемий остается актуальной и в контексте природной эволюции возбудителей (вирусов и бактерий), и в контексте заноса из космоса новых форм жизни. Роман Г. Уэллса "**Война миров**" описывает ситуацию, когда результатом вторжения инопланетян стала их гибель от земных бактерий, а не действий людей, уровень технологического развития которых был существенно более низким. Эпидемиям и их последствиям посвящено множество художественных произведений (книг, фильмов). Существует проблема искусственного происхождения вирусов и

болезнетворных организмов, причиной которого является создание биологического и бактериологического оружия.

Искусственный интеллект

Развитие искусственного интеллекта может стать проблемой для человечества. Человек создает антропоморфных роботов, некоторые модели уже продаются и используются. В России разработан робот-спасатель Федор (FEDOR), который не с первой попытки, но все же пристыковался к Международной космической станции. Созданы робот-собака, робот-змея, робот-паук. Производятся различные виды дронов, которые используются и в военных целях. Сконструированы дроны на основе вертолетов и самолетов, как разведывательные, так и ударные. Если в какой-то момент будет создан суперкомпьютер, которому будет поручено дальнейшее проектирование других компьютеров, то с этого времени эволюция искусственного интеллекта будет определяться уже не человеком и может стать неподконтрольной. В этом случае искусственный интеллект может счесть человечество комбинацией органических и минеральных веществ, то есть ресурсом для своего дальнейшего развития

Остается и вопрос о том, во что может трансформироваться человек в ходе эволюции, какова вероятность того, что следующим этапом станет биоробот или киборг? Происходит развитие экзоскелета, который повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях, берет на себя часть нагрузки и позволяет переносить предметы значительной тяжести. Расширяются практики протезирования и генетической хирургии, использование роботов в ходе проведения операций. Фантасты предполагают использования нанороботов, которые будут настолько малы, что смогут доставляться к органу потоком крови. Их можно будет использовать и в качестве поддержки организма человека в целом, что позволит увеличить продолжительность его жизни.

Глобальные урбосферные процессы

В современном мире доминируют интеграционные процессы глобализации. 17 июня 2011 года президент Российской Федерации Д.А. Медведев предложил расширить границы столицы и создать столичный федеральный округ. В результате появилась "Большая Москва" или "Новая Москва". Население столицы постоянно растет, что приводит к необходимости строить жилые комплексы, но в пределах "старого" города можно производить только точечную уплотнительную застройку. Города-спутники Москвы в будущем, вероятно, будут "поглощены" и станут округами столицы.

Главные черты урбанизации:

- рост городского населения
- увеличение концентрации населения в крупных городах и агломерациях
- непрерывное расширение городских территорий

Как глобальный социоприродный процесс урбанизация характеризуется этапностью развития, выделяют **три основных этапа**, охвативших исторический временной отрезок **от XIX до начала XXI века**:

1. **XIX век** - определяет основные контуры географии и демографических тенденций в городах Европы и Северной Америки.
2. **первая половина XX столетия** - урбанизация распространяется почти на все регионы мира, намечаются тенденции ускорения темпов роста городского населения.
3. **вторая половина XX - начало XXI столетия** –характеризуются появлением городов и восходящей динамикой процесса урбанизации, значительным ростом городского населения.

В XX веке происходит резкий рост численности городского населения в мире. Этому явлению способствовали: изменение образа жизни, повышение уровня жизни, включая качество медицинского обслуживания, которое привело к увеличению продолжительности жизни. Приток большого количества людей из сельской местности и небольших поселений в города, где много рабочих мест и больше возможностей, приводит к непрерывному расширению городских территорий. Статистические данные о численности городского и сельского населения в мире говорят о том, что после 2007 года численность сельского населения начала уменьшаться и будет уменьшаться по прогнозам до 2030 года, а численность городского населения будет продолжать расти.

Урбосфера - глобальная социоприродная система. Значительное разнообразие типов поселений, созданных человеческим обществом со времени его возникновения и связанных между собой элементами инженерной инфраструктуры (транспортными сетями, надземными и подземными коммуникациями и т.д.) - является уникальным свойством урбанизированного пространства. Современное системное строение Земли - результат эволюции планеты и жизни на ней.

Где начинается и заканчивается урбосфера? Если человек летит на воздушном шаре или самолете, то это означает, что урбосфера находится и в атмосфере. Если космонавт находится в космосе или на другой планете, то это означает выход урбосферы за пределы Земли и расширение глобализационных процессов в масштабах Солнечной системы.

Урбосфера состоит из наземной и подземной подсистем:

- **сфера архитектуры** - заполняет надземную часть урбосферы, ее нижней границей служит твердая земная поверхность.
- **спелестосфера** - подземная подболочка, включающая элементы древних и современных урбосистем ниже современной поверхности рельефа.

Обе сферы взаимозависимы: при росте города вверх - он неуклонно растет и вглубь. Проникая в литосферу, человек строит метро, сооружает конструкции на дне

морей и океанов (нефтепроводы). В древние времена люди жили в пещерах искусственного или естественного происхождения, создавая там целые города.

Эволюция урбосферы (урбосферогенез) является глобальным социоприродным процессом. Собственно формирование урбосферы как системы планеты является ключевым этапом глобального социоприродного процесса урбанизации, в свою очередь тесно связанного с глобализацией. При этом прослеживаются ряд тенденций: увеличение размеров и объема во времени, усложнение верхней и нижней границ и т.д. Переход "**поселение → город → городская агломерация → мегаполис → мегалополис**" вызывает эволюцию урбосферы от точечных к планетарным формам. На картине **А.М. Васнецова "Основание Москвы"** можно увидеть деревянные дома и процесс строительства. Далее столица России стала белокаменной, в силу ряда причин она перестраивалась, в её истории были пожары, в настоящее время город продолжает разрастаться. Существует точка зрения, что в будущем, если численность людей в мире будет продолжать расти, а проблемы дефицита воды и еды будут решены - все города сомкнутся, образуя на Земле единый мегагород. Он будет располагаться как на суше, так и под водой, превратив всю планету в одну урбанистическую постройку.

Негативные последствия глобализационных процессов

Существуют позитивные последствия разрастания городов, также отмечаются некротические, отмирающие фрагменты, которыми являются места, где люди больше не живут. К этому могут привести техногенная или экологическая катастрофы (зона отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС). Месторождение, вокруг которого был построен монопрофильный город, вся инфраструктура которого была "завязана" на завод или фабрику, может исчерпаться, что приведет к потере трудовых мест для значительной части его населения. Места проживания людей могут превращаться в трущобы, как это было описано в романе **Ф.М. Достоевского "Преступление и наказание"**: "Лестница была узенькая, крутая и вся в помоях. Все кухни всех квартир во всех четырех этажах отворялись на эту лестницу и стояли так почти целый день. Оттого была страшная духота ...". Созданы романы и фильмы, которые повествуют о том, как будет протекать жизнь людей после некой катастрофы, например, повесть **братьев Стругацких "Пикник на обочине"** и фильм **А. Тарковского "Сталкер"**. Научно-популярный фильм "Жизнь после людей" задается вопросом, через сколько лет разрушится Эйфелева башня, устоят ли Египетские пирамиды и Великая китайская стена?

Антиурбосфера - глобальная социоприродная система. В науках о Земле и глобальной экологии в настоящее время актуальным является изучение кризисных и катастрофических явлений. В первую очередь это касается городских систем, на территориях которых развиваются геоэкологически опасные природно-техногенные процессы, создающие угрозу для комфортного существования и жизни людей. Политические, экономические, социальные и экологические факторы развития

городской системы способны создавать условия для разрушения и деградации урбосферы и приводить в конечном итоге к гибели района, части или всего города.

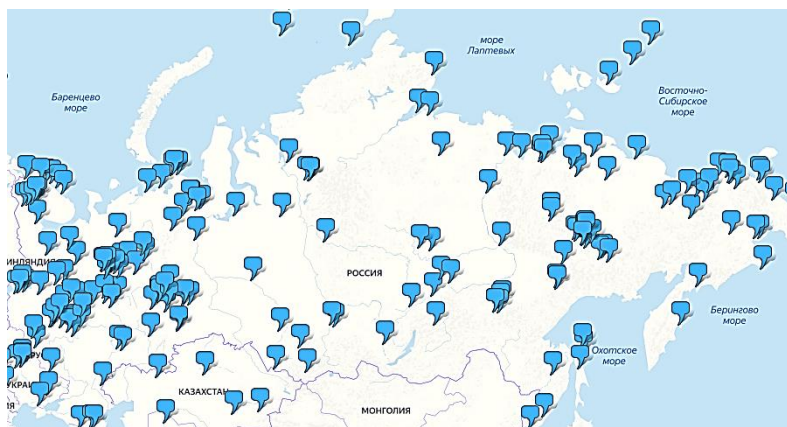


Рис.6.3. Карта "мертвых городов" и заброшенных объектов

Примером элемента антиурбосферы можно считать **"мертвый"** город (существует мнение, что возможно выделить систему "мертвых" городов):

- **в широком понимании** - продукт глобального процесса урбанизации, в котором отсутствуют или значительно нарушены процессы функционирования элементов природной или техногенной городской экосистемы, сред и городского населения;
- **в узком понимании** - тип поселения с полностью разрушенной инфраструктурой, оставленный жителями вследствие воздействия политических, исторических, экономических, экологических или иных факторов

Мертвый город Централия (США)

В 1841 году в местности Гремящий ручей на пересечении дорог с активным движением дилижансов была открыта таверна, в 1854 году в туда прибывает горный инженер, который обнаруживает выходы пласта угля, убеждает руководство своей компании в рентабельности его добычи и начинает проектировку улиц. Поселение называют Центрвилль, однако город с таким названием уже существовал в другом округе, поэтому его в 1865 году переименовывают в Централию, которая через год получает статус города. Угольно-антрацитовая шахта, вокруг которой он был построен, добывала уголь с высокой температурой горения, который необходим для металлургии. Она функционировала около 100 лет, позволяя городу развиваться, но в 1960 году полезные ископаемые истощились, было определено, что рыть глубокие шахты нерентабельно (остаточная угледобыча продолжалась 1982 года). В те времена мусор было принято сжигать, поэтому на заброшенных территориях в одной из старых горных выработок была использована стандартная технология: поджог мусорных куч, за которым наблюдают пожарные, готовые предотвратить возникновение и распространение пожара. Пожар ушел в недра земли, загорелся угольный пласт и огонь широко распространился по заброшенным шахтам. Попытки погасить пожар были

неудачными, он продолжался на протяжении 60-х и 70-х годов XX века. В 1979 году при замере на автозаправочной станции температуры бензина в подземной цистерне она оказалась около 77,8°C. В 1981 году произошло обрушение земной поверхности, возник земляной колодец 45 метров глубиной, в который упал ребенок. 12-летнего мальчика спас брат, вытянувший его устья провала. Случившее привлекло внимание к Централлии, единственным верным решением стало закрытие города. В 1984 году Конгресс США выделил более 42 млн. долларов для переселения его жителей, большинство приняло это предложение, но часть семей решили остаться. В 1992 году штат Пенсильвания потребовал разрешение на принудительное отчуждение всей частной собственности города, были отключены все коммуникации, а в 2002 году Почтовая служба США отменила почтовый индекс Централлии. На основе истории этого города были созданы популярная японская игра и художественный фильм "Сайлент Хилл".

В России в 2010 и 2011 гг. горели торфяники и леса во Владимирской и Нижегородской областях, Москва была окутана смогом. Подобные пожары возникают в результате осушения болот, при котором обнажается торф. Зброшенные "улицы-призраки" с разрушенными домами и здания, почти полностью заросшие изнутри деревьями (результат войны 1992 - 1993 гг.), можно встретить в городе Сухум (Абхазия).

У древних цивилизаций мы тоже находим "мертвые города" - некрополисы, в которые свозились останки знатных и богатых людей (урны с прахом, мумии) для хранения. Одним из интереснейших исторических и археологических памятников, занесенных в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО, является город Петра - "город мертвых" и колоссальный мавзолей, образовавшийся в глубине скалистой пустыни на территории современной Иордании более 40 тыс. лет назад. Изначально город был образован в пещерах, сейчас он стал местом паломничества туристов.

В ходе лекции были рассмотрены такие глобальные природные процессы и системы, как глобальная почвенная оболочка, биосфера и урбосфера, обсуждены положительные (эволюция) и негативные (отмирание в урбосфере или деградация почвенного покрова) процессы. Было определено, что происходящие процессы тесно взаимосвязаны, глобальные системы взаимно проникают друг в друга, а также несут в себе все необходимые человечеству для дальнейшего развития ресурсы.

Лекция 7. Глобальные гидросферные процессы

Глобальные природные процессы в гидросфере

Темой данной лекции является гидросфера - глобальная водная оболочка Земли. В ходе лекции будут рассмотрены: характеристики гидросферы, происходящие в ней процессы, их влияние на человека, а также способы влияния человека на глобальную водную оболочку.

Гидросфера - совокупность всех водных запасов Земли (глобальная водная система). Гидросфера образует прерывистую водную оболочку. На прошлой лекции мы говорили о биосфере - "оболочке жизни", жизнь присутствует и внутри гидросферы, животные и растения заселяют её даже на значительной глубине, но наибольшая плотность живого вещества приходится на прогреваемые и освещаемые лучами солнца поверхностные слои, а также прибрежные зоны.

Глобальные природные процессы в гидросфере: океаническая циркуляция (течения), волновой процесс, изменения уровня Мирового океана, речной сток, селевые потоки, приливы и отливы.

- **Мировой океан** представляет наибольший интерес, его средняя глубина составляет 3,8 км, максимальная - 11 км (Марианская впадина). Солёные океанические воды составляют около 97% всех запасов воды, они являются средой обитания значительного количества живых организмов, в том числе промысловой рыбы и других морепродуктов, которые добывает человек. В Мировом океане сосредоточены различные месторождения полезных ископаемых: железомарганцевые конкреции на дне, минералы, месторождения углеводородов на шельфе и сопутствующие "чёрным и белым курильщикам" - центрам гидротермальной активности в местах сочленения тектонических плит. Воды океана непригодны для обитания рептилий, земноводных и некоторых видов рыб, человек не может употреблять солёную воду в качестве питьевой.
- около 2% - **подземные воды**
- около 2% - **воды ледников**
- 0,2% - **континентальные пресные воды**

Водосборные бассейны мира - место аккумуляции воды, откуда она в дальнейшем стекает по водоразделам (поднятиям), благодаря силе тяжести "ищет" естественное понижение рельефа (овраги), по ручьям, через малые, а потом и большие реки переносится во внутренние бассейны (Каспийское море, озеро Байкал), в открытые моря, сообщающиеся с другими морями (Чёрное и Средиземное море), или в океан. Протекая по территории ряда стран, реки должны сохранять свой природноресурсный потенциал. В условиях нарастающего в мире дефицита пресной воды регулирование в области природопользования и использовании недр не только на внутригосударственном, но и на международном уровне представляет все большее значение.

В конце XX века приняты различные международные конвенции и соглашения о том, какие воды являются внутренними, какие - международными экономическими зонами. Это актуально, например, для лова рыбы, хотя в настоящее время 75% рыбных ресурсов людям более недоступно (исчезло, исчерпано или находится под угрозой исчезновения). Рыба является основным продуктом рациона каждого пятого человека в мире. В глубинах океана обитает около 10 тыс. неизвестных науке видов, но стоимость морепродуктов все время повышается, запасы - сокращаются. На несколько лет объявить мораторий на вылов рыбы с целью возобновления численности популяций человечество не может. Гидросфера является глобальной системой, с помощью которой человек решает логистические задачи: 90% торгового оборота производится морским путем (500 млн. контейнеров в год). Это самый экономически выгодный способ. С 1950 года объем международной торговли вырос в 20 раз, вследствие глобализации промышленности резко вырос флот танкеров, которые постоянно увеличиваются в размерах. В случае аварии грузового судна возникает множество негативных последствий для окружающей среды.

- **5 тыс. человек** в мире ежегодно умирает в результате использования загрязненной питьевой воды (в основном в странах, которые находятся на Африканском материке);
- **миллиард человек** в мире не имеет доступа к безопасным и чистым источникам питьевой воды, что приводит к возникновению дизентерии и других заболеваний;
- **500 млн. человек** живут в пустынях и знают цену воде, расход которой на человека в Лас-Вегасе составляет 800 литров в сутки. Каждая десятая крупная река более не впадает в море или океан, потому что их вода используется для полива сельскохозяйственных культур, водоснабжения городов, нужд промышленности. Это приводит к падению уровня морей и океанов: уровень Мертвого моря падает в среднем на метр каждый год из-за того, что река Иордан более в него не впадает ("в реке Иордан больше истории, чем воды"), Аральское море распалось на несколько водоемов.
- в Индии, где в настоящее время численность населения превысила численность людей в Китае, отмечаются проблемы с водоснабжением: в стране примерно 21 млн. колодцев, в Западной Индии 30% колодцев заброшено, исчерпан ресурс грунтовых вод. В ближайшее время Индия столкнется с проблемой острой нехватки питьевой воды, которая приведет к миграционным процессам.

Глубоководные желоба - места погружения плит океанической коры под континентальные плиты - вулcano- и сейсмоопасные регионы, провоцирующие цунами и другие опасные для людей процессы. Глубина Марианской впадины - самой глубокой точки Земли составляет больше 11 км. 23 января 1960 года осуществлено первое и единственное погружение человека на дно Марианского глубоководного желоба. В специальном батискафе находились два человека: лейтенант ВМС США Дон Уолш и исследователь Жан Пикар. 31 мая 2009 года на уровень 10 тыс. м был погружен

автоматический подводный аппарат Nereus, оснащенный камерами и манипуляторами для отбора образцов грунта. На фотографиях, сделанных Nereus, можно увидеть глубоководных обитателей Марианской впадины.

Тектоническая карта Земли отражает основные тектонические структуры земной поверхности. Тектонические плиты разделены срединно-океаническими хребтами - местами, где рождается океаническая кора. Расширяясь в разные стороны, она раздвигает континенты. В настоящее время это происходит с молодым Атлантическим океаном, который расширяется, в результате данного процесса Южная Америка перемещается на юго-запад, Африка - на северо-восток.

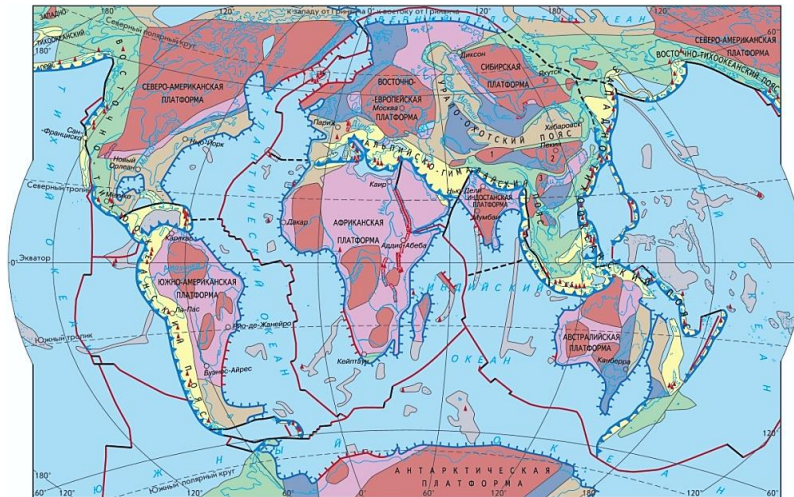


Рис.7.1. Тектоническая карта (карта структур земной коры)

На карте показаны области складчатости, образованные в результате сминания горных пород. Границы тектонических плит (красные линии) являются местами, где они рождаются или исчезают, в том числе глубоководные желоба, в которых происходит погружение плит. Когда одна тектоническая плита погружается под другую, это сопровождается землетрясениями, извержениями вулканов и другими проявлениями сейсмической активности. Карта очагов землетрясений и вулканов показывает, что места их возникновения являются линейными зонами, располагающимися в местах контактов тектонических плит. Сейсмическая активность наблюдается на побережье Южной и Северной Америк, где под материк погружается Тихоокеанская тектоническая плита. Африканская плита вместе с Индостанской и Австралийской плитами двигаются с юга на север, врезаясь в Евразию, что в свое время привело к возникновению гор Гималаи и закрытию древнего океана Тетис, существовавшего в мезозойскую эру. Движение этих плит приводит к значительному количеству землетрясений. На западной окраине Тихого океан (Сахалин, Камчатка, Япония) землетрясения также связаны с глубоководными желобами, вдоль которых располагаются цепочки островов.

Тектонические плиты:

- **8 крупных плит** покрывают 90% поверхности Земли - Австралийская, Антарктическая, Африканская, Евразийская плита, Индостанская, Тихоокеанская, Северо-Американская и Южно-Американская.
- **плиты среднего размера** - Аравийская, Кокос и плиту Хуан де Фука.

Плиты двигаются в разных направлениях, это напоминает ледокол на реке, когда льдины могут наезжать друг на друга, подныривать, сталкиваться и крошиться. **Субдукция** - погружение одной плиты под другую, **коллизия** - столкновение и дальнейшее взаимодействие двух континентальных плит. Тектонические разломы также имеют линейную структуру и отвечают местам рождения и погружения тектонических плит. Расположение вулканов и островов вулканического и тектонического происхождения показывает, что центры вулканической активности тяготеют к местам, где находятся срединно-океанические хребты и глубоководные желоба.

Туристические агентства, приглашая людей посетить Мальдивские и Сейшельские острова, демонстрируют красивые пейзажи с пальмами, морем и пляжами. Если посмотреть места расположения островов на карте, то можно увидеть, что они являются островами вулканического происхождения, поднявшимися со дна океана. Острова находятся в его центральной части на удаленном расстоянии от материков, поэтому в случае возникновения природного стихийного бедствия присутствует большой риск. Подводные горы или гайоты - поднимаются с ложа океана или подводного хребта. Они могут быть окружены замкнутым коралловым рифом (атолл), который отгораживает лагуну от вод открытого океана. Как правило, такие острова являются низинными, если на них присутствуют скалы, то они представляют собой устойчивые к разрушениям магматические горные породы. Повышение уровня Мирового океана происходит в результате глобального потепления и изменения емкости океанических ванн вследствие закрытия океана, блоковых движений в фундаменте океана, излива лав на дне. Таким образом, уровень океана находится в постоянной динамике, потому многие из островов вулканического происхождения в перспективе могут быть затоплены.

Опасные для человечества глобальные природные процессы в гидросфере

- океаническая циркуляция (течения);
- волновой процесс: цунами, шторм, образия (разрушение береговой линии штормами);
- изменение уровня Мирового океана, приливы и отливы (затопление и обмеление)

Океаническая циркуляция

Благодаря теплоте течения **Гольфстрим** существует незамерзающий город-порт Мурманск, который находится за Полярным кругом, и происходит навигация в этом районе. Подходя к полюсу, теплые воды течения остывают, погружаются и по дну

океана возвращаются к экватору, где вновь поднимаются (аквелинг). Круговорот воды в Мировом океане происходит по причине разницы температуры воды на полюсе и температуры воды на экваторе. В геологическом прошлом Земли глобальное потепление многократно доходило до такого уровня, когда температура воды на экваторе и полюсе была практически равна, что приводило к остановке океанической циркуляции, а Мировой океан превращался в заболоченный водоем. Следствием данных процессов являлся массовый замор фауны и флоры, потому что большое количество водорослей покрывало всю поверхность, ограничивая доступ света и кислорода. В этих условиях были образованы нефтегазоматеринские горные породы.

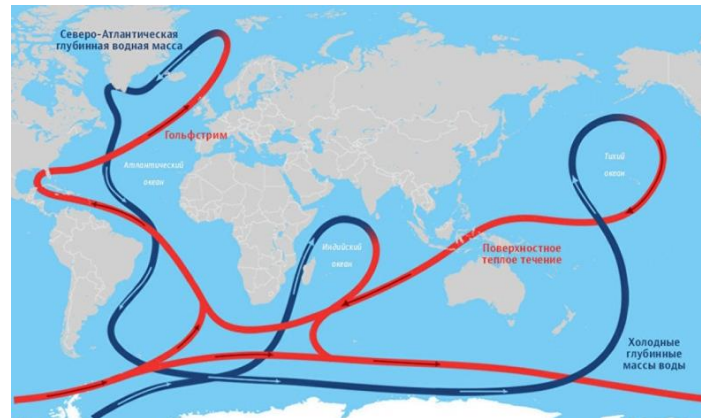


Рис.7.2. Направления стабильного движения холодных (синие) и нагретых вод (красные) Мирового океана

Если циркуляция вод Мирового океана остановится, то в Северном полушарии начнется глобальное похолодание. Такая климатическая модель, признанная вероятной большинством ученых, в ускоренном варианте показана в художественном фильме "Послезавтра". В настоящее время из-за таяния льдов Гренландии пресная вода попадает в Мировой океан, изменяет физические свойства его вод, незначительно нарушает их циркуляцию, в итоге ветви течения Гольфстрим, в том числе заходящие в Финский и Ботнический заливы, ослабевают. Это приводит к изменчивости погоды, а может привести к тому, что течение перестанет доходить до Скандинавского полуострова, потому что будет разворачиваться раньше. В этом случае климат изменится существенно - начнется оледенение, которое потом может перейти в новый ледниковый период. Как это ни парадоксально, глобальное похолодание является следствием глобального потепления.

Волновой процесс

- сильные волны во время шторма представляют опасность для судов;
- **абразия** (от лат. abrasio - соскабливание, сбривание) - разрушение волнами и прибоем береговой линии морей, озер и крупных водохранилищ, которое приводит к сокращению площади суши.

Последствия развития береговых процессов:

- **пограничные проблемы:** коса Тузла, проходящая посередине Керченского пролива, была предметом пограничного спора России и Украины. В Южно-Китайском море Китай строит острова, расширяя свои владения, поскольку воды вокруг островов становятся внутренними водами государства.
- **инфраструктурные проблемы:** угроза строениям и коммуникациям, потеря сельскохозяйственных угодий. Побережье Волгоградского водохранилища (Саратовская область) было переработано на 60 м. в результате подмыва и разрушения берегов.

Эрозия

Эрозия - динамическое воздействие воды на горные породы, вызывающее образование отрицательных линейных форм ландшафта. Защитить береговую линию от абразии и эрозии можно путем создания укрепленных набережных. Большой проблемой является оврагообразование, с которым сложно бороться. В результате эрозии возникают бэдленды - места непригодные для осуществления деятельности человека, включая строительство (регулярность разрушений) и выращивание сельскохозяйственных культур (отсутствие почвенного покрова). Карта оценки территорий города Москвы по степени опасности развития эрозии показывает, что в зоне высокого риска находится западная часть города, где есть поднятие - Воробьевы горы. Со смотровой площадки Московского университета открывается панорамный вид на столицу, которая находится существенно ниже. Поднятия интенсивно расчленяются, в том числе образованием оврагов.

Карст

Карст - совокупность процессов, связанных с геологической деятельностью поверхностных и подземных вод. Выражается в растворении горных пород, образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа. В пустоты проваливаются вышележащие слои, включая просыпания песка в массивы известняка, что приводит к образованию на поверхности земли воронок. Карта карстовой и карстово-суффозионной опасности на территории Москвы отражает зоны опасности, которые имеют линейные формы и часто совпадают с геологическими разломами. В Пермском крае в 1939 году произошел карстовый провал в сульфатно-карбонатных породах, быстро растворяемых грунтовыми водами, диаметр провала - 5 м, глубина - 52 м. К августу 2001 диаметр провала увеличился до 30 м.

Подтопление

Подтопление - подъем уровня грунтовых вод, обусловленный повышением горизонтов воды в реках при сооружении водохранилищ, русловых плотин, судоходных каналов и других гидротехнических сооружений, насыщением безводных грунтов при фильтрации воды через дно и берега каналов, потерями ее из водонесущих коммуникаций, заилением русел рек и пр. Естественная причина подтопления - подъем уровня моря. Спектрональный космоснимок территории города Санкт-Петербург

показывает существенные объемы подтопленных территорий. Нижние части зданий находятся в условиях переувлажнения грунта, что может привести к движению фундамента и разрушениям.

К подтоплению существенных объемов суши могут привести процессы, развивающиеся в ходе глобального потепления. Средняя общепланетарная температура составляет 22°C , в настоящее время она существенно ниже. Общепланетарная температура будет повышаться, даже если люди закроют все производства и начнут ездить на велосипедах, потому что глобальное потепление является частью климатического цикла, состоящего из чередующихся фаз потепления и похолодания (в Четвертичном периоде отмечено около 20 фаз). 15 мегаполисов с наивысшей плотностью населения расположены на берегах морей и океанов, либо в дельтах рек, что может привести к их затоплению.

Поверхностные воды

Занимая сравнительно малую долю (0,02%) в общей массе гидросферы, поверхностные воды играют важнейшую роль в жизни биосферы, являясь основным источником водоснабжения, орошения и обводнения. Эта часть гидросферы находится в постоянном взаимодействии с атмосферой и земной корой. Из атмосферы вода выпадает в виде осадков (снег, град, дождь) - благодаря круговороту воды в природе - глобальному процессу, который связывает атмосферу и гидросферу.

Криосфера

Часть воды находится в твердом состоянии в виде ледников, снежного покрова и вечной мерзлоты, представляя собой **криосферу** - глобальную оболочку. Она наблюдается вокруг Антарктиды или Гренландии, часть Северного Ледовитого океана также покрыта льдом, толщина покрова которого стремительно сокращается. Вечная мерзлота в районе Полярного круга представляет собой замороженные горные породы. На карте Земли 18. тыс. лет назад можно увидеть обширные зоны оледенения на полюсах. Территории скандинавских стран, Великобритании, часть Западной Европы и России находятся под ледниками, как и Северная Америка, и Гренландия.

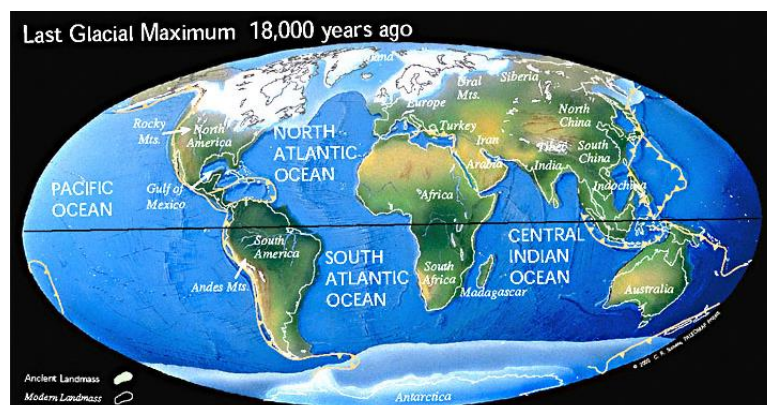


Рис.7.3. Земля 18 тыс. лет назад

Расположение ледников на Земле 650 лет назад показано на рис. 2.3. Гондванское оледенение произошло 356 лет назад, тогда территории Южного полушария - большая часть Австралии, Антарктида, Африка (вместе с Аравийским полуостровом), Южная Америка - образовывали единый суперматерик Гондвана. В Северном полушарии находился материк Евроамерика или Лавруссия - часть Северной Америки и Восточной Европы. В каменноугольном периоде появились растения, возникли и начали массово разрастаться первые леса. В процессе фотосинтеза деревья забирали парниковый углекислый газ, давая кислород, в итоге баланс стал сдвигаться в сторону кислорода - началось оледенение, которое захватило суперматерик. Таким образом, оледенение было вызвано растениями, что показывает тесную связь атмосферы, биосферы и криосферы как части гидросферы. При этом часть воды была заморожена и перестала участвовать в круговороте воды в природе, что привело к понижению уровня воды в Мировом океане.

XX век: за последние 40 лет толщина ледников на полюсах Земли уменьшилась на 40%. Льды Гренландии содержат 20% мировых запасов замороженной пресной воды, при их таянии уровень океана поднимется на 7 м (за весь XX век уровень океана поднялся на 20 см). Становится меньше ледников и снежных шапок в горах, 80% ледников Килиманджаро исчезло. Ледники удерживают воду в виде льда во время сезона дождей и отдают во время засухи, благодаря чему реки не пересыхают. Ледники задерживают воду во время сильных осадков, в противном случае она в виде катастрофического паводка сходит с гор. Емкость горных рек не позволяет транспортировать значительный объем воды, что приводит к возникновению селевых потоков. Они сносят водохранилища и причиняют существенный урон.

Эвстатические циклы

Вариации уровня Мирового океана или эвстатические циклы связаны со следующими причинами:

- **гляциоэвстазия** - замораживание воды в ледники и таяние ледников вследствие потепления климата
- **тектоноэвстазия** - изменение объема океанических ванн вследствие поднятий опусканий океанического дна, изменения геометрии контуров бассейна и др.

Когда гляциоэвстазия и тектоноэвстазия работают вместе, то уровень Мирового океана изменяется существенно, когда против друг друга - несущественно.

Если текущий уровень Мирового океана принять за ноль, то в Меловом периоде (65 -135 млн. лет назад) он был на 200 - 400 м выше, в Ордовикском периоде на 600 м выше. Циклы изменения уровня бывают первого порядка - 375 млн. лет назад; низшего порядка - частные, осложняющие. Это связано либо с эпохами оледенения - Гондванское оледенение произошло в каменноугольном периоде, либо с изменением состава атмосферы - на рубеже Ордовикского и Силурийского периодов поток гамма-лучей от умирающей звезды задел Землю и преобразовал атмосферу.

Геологическая история Земли

- **Ордовикский период** (458 млн. лет назад) - происходит движение тектонических плит и материков, одни океаны открываются, другие - закрываются.
- **Силурийский период** (425 млн. лет назад) - происходит начало сборки в Северном полушарии материка Лавруссия.
- **Девонский период** (390 млн. лет назад) - океан отступает, но под водой остаются окраины материков. Такие бассейны называются эпиконтинентальными морями, они много раз располагались на территории Москвы.
- **Пермский период** (255 млн. лет назад) - все материки сомкнулись в единый суперматерик Пангея, вокруг которого находятся всеобщий океан Панталасса и небольшой океан Палеотетис.
- **Триасовый период** (237 млн. лет назад) - постепенно начинается "разваливание" суперматерика Пангея на Лавразию и Гондвану.
- **Юрский период** (195 млн. лет назад) - возникает и расширяется Центральная Атлантика, возникает Индийский океан.
- **Меловой период** (94 млн. лет назад) - Гондвана трансформируется в Южную Америку, Африку, Индию вместе с Мадагаскаром, Антарктиду вместе с Австралией. Развивается молодой Атлантический океан, начинает формироваться его северная часть, начинается раскрываться Индийский океан, закрывается океан Тетис. Его закрытие произойдет в результате столкновения Африки и Индии с Евразией, океан исчезнет, но возникнут горы Гималаи.
- **Граница мелового периода и палеогена** (66 млн. лет назад) - в Мексиканский залив падает астероид диаметром 11 км, что приводит к гибели динозавров и множества других обитателей планеты. Индия оторвалась от Мадагаскара, который остался на месте и больше не движется, Австралия начинает отделяться от Антарктиды.
- **Кайнозойская эра** (50,2 млн. лет назад) - Австралия отделилась от Антарктиды, Индия столкнулась с Евразией, образовались Гималаи, возникают эпиконтинентальные моря, покрывающие существенную часть Евразии. Из Северного Ледовитого океана можно проплыть по Тургайскому проливу вдоль Урала в район Каспийского моря.

Распад материков носит циклический характер, цикл от одного суперматерика до другого составляет примерно 375 млн. лет, что соответствует глобальному циклу изменения уровня Мирового океана. Это означает, что при возникновении суперматерика уровень Мирового океана является максимально низким, в ситуации максимального рассеивания континентов - уровень Мирового океана наиболее высокий. В ходе геологической истории нашей планеты 400 млрд. лет назад её поверхность остыла (упав до отметки меньше 100°C), стала остывать и атмосфера, излился горячий дождь, который привел к формированию Мирового океана. До этого

момента он не мог удержаться на поверхности Земли, потому что вода сразу испарялась и постоянно находилась в атмосфере. Таким образом, 400 млрд. лет назад появляется гидросфера и обнаруживается связь глобальных оболочек, а также глобальных природных процессов (круговорот воды).

Подъем уровня мирового океана в будущем

По прогнозам ученых в будущем исчезнет Средиземное море (через 150 млн. лет) и возникнет суперматерик (через 250 млн. лет). В случае существенного подъема уровня Мирового океана произойдет деградация человечества, потому что огромные пространства суши окажутся под водой. Произошедшее лишит людей мест обитания, земледелия, добычи полезных ископаемых, экономика будет разрушена, многие погибнут от болезней и голода, начнутся войны за продовольственные и водные ресурсы. Восстановить цивилизацию будет крайне трудно. Отметим, что уровень Мирового океана не может повыситься также неожиданно, как приходит цунами.

- при подъеме уровня Мирового океана **на 5–50 м** будут затоплены: часть территорий Европы (Бельгия, Нидерланды, Дания), большие пространства густозаселенных территорий Китая.
- при подъеме уровня **на 100 м** - под водой окажется большая часть Западной Сибири, существенная часть северной Европы, вода, проходя по дельтам рек, будет затапливать низменности, например, по Амазонке в Южной Америке. Частичное затопление территорий произойдет на Дальнем Востоке, Юго-Восточной Азии и Австралии. Наименее пострадают Африканский материк и Северная Америка.
- при подъеме уровня **на 200 м** - люди смогут жить только на территории Скандинавских гор, Урала, Пиренейского и Апеннинского полуостровов, Альп, Карпат, Новой Земли, Восточной Сибири и Кавказа.

На Кольском полуострове находятся территории, которые за последние 600 млн. лет никогда не затоплялись. В начале XX века в Москве из-за интенсивного таяния снега разлились реки Москва и Яуза, что привело к затоплению Красной площади.

Таяние полярных льдов - "битва за Арктику"

Карта таяния ледников показывает следующую динамику: за два последних года растаяли объемы льдов Арктики, равные объемам льдов, растаявшим за 20 лет, в 2010 году площадь льдов Арктики составила 40% от площади в 2003 года. Это дает людям новые возможности: можно осваивать Арктику, добывать полезные ископаемые, в ближайшем будущем станет возможно осуществлять навигацию от Таймыра до Канады сквозь Северный полюс. Северо-Западный проход и Северный морской путь позволят разрабатывать месторождения не только на континентальной части России и Канады, они обнаружены и в Арктике. Предприняты экспедиции, в том числе на хребет Ломоносова - подводный хребет в Северном Ледовитом океане, в ходе которой было доказано, что он и хребет Менделеева являются продолжением континентального

шельфа России. В настоящее время на Арктику претендуют: США, Норвегия, Дания, Канада, Россия. Каждая из стран заинтересована в потенциальных ресурсах, идет активная разведка, изучается акватория. По данным ученых именно в Арктике находится более 25% мировых запасов нефти. Россия с платформы океанического бурения добывает на шельфе нефть.

Население арктических областей

- Население Арктики в целом составляет 4,2 млн. человек:
- **арктическая Россия** - 2 млн.: Мурманская область (842 тыс.), Ямало-Ненецкий АО (546 тыс.);
- **арктическая Америка** - 827 тыс. человек: Аляска (649 тыс.);
- **арктическая Европа** - 1,2 млн. человек: Исландия (313 тыс.).

Программа "Дальневосточный гектар" создана с целью перераспределить население страны, повысить его, в том числе в районе Полярного круга. В арктических областях строятся аэродромы, чтобы защищать границы России усиливается военная группировка.

Цунами

Цунами - гравитационная волна большой длины. Это явление называют "краш-тест" цивилизации, потому что волна цунами может перенести корабль вглубь суши, разместив его на улице города. Большинство цунами (80%) возникают на периферии Тихого океана, включая западный склон Курило-Камчатского желоба. Как правило, данное явление возникает в результате подводных землетрясений (магнитудой больше 7), из-за которого участки морского дна смещаются вверх или вниз. Высота волн в области их возникновения колеблется в пределах 0,5 - 5 м, расстояние от соседних волн по мере приближения к берегу уменьшается от 1,5 тыс. км до 5 км, а скорость падает. У побережья высота волн может достигать 10 м, в участках со сложным рельефом (фьорды, долины рек) - больше 50 м. Количество погибших от цунами в 2004 году в Индонезии (остров Суматра) - 227 тыс. человек. Оно возникло в результате землетрясения, в свою очередь инициированного процессом погружения одной тектонической плиты под другую на границе Индийского и Тихого океанов.

Землетрясение в Японии привело к сильному цунами, произошло разрушение одного из энергоблоков АЭС Фукусима. Япония находится на границе тектонических плит, от цунами пострадал Сахалин, где был почти полностью уничтожен населенный пункт. Землетрясения в этом районе происходят по внутренним окраинам моря, отделенным от Мирового океана глубоководным желобом. Авария на АЭС Фукусима было связано с разрушением коммуникаций электро- и водоснабжения. Конструктивно энергоблок мог выдержать землетрясение большей амплитуды, но не перегрев, который привел к взрыву. Территория Японии вокруг места аварии была отчуждена. Радиационный фон постоянно менялся, ветер дует в основном на восток, поэтому радиационный шлейф пошел в сторону Северной Америки, Дальний Восток пострадал

в меньшей степени. Вспомним о международных конвенциях, связанных с трансграничным загрязнением, поскольку авария в одном государстве может в итоге привести к последствиям в ряде других стран.

"Судьба Японии после постигшей ее катастрофы становится тестом на прочность всего человечества. От того, как Япония с помощью мирового сообщества справится с катаклизмом гигантской и пока до конца не предсказуемой разрушительной силы, от того, каковы будут его ядерные, экономические, ментальные последствия, во многом зависит наше знание о реальных возможностях человечества. Прежние разрушительные землетрясения, которых в Японии происходило немало, не вызывали таких последствий еще и потому, что тогда отсутствовали или не были затронуты такие опасные объекты, как атомные электростанции. В этом смысле нынешняя трагедия выглядит как расплата за технологическое развитие".

Паводки, наводнения, селевые потоки

- **Паводок** - резкий и кратковременный подъем уровня рек, возникающий в результате обильных дождей, интенсивного таяния снега, ледников, залповых сбросов воды из водохранилищ. Продолжительность паводка - от нескольких минут до нескольких суток. Случается в любое время года.
- **Половодье** в отличие от паводка повторяется в один и тот же сезон. Паводок - исключительно природный процесс, вызываемый усиленным продолжительным притоком воды, который может быть обусловлен: весенним таянием снега на равнинах, летним таянием снега и ледников в горах, обильными дождями (например, муссонами).
- **Наводнение** - интенсивное затопление водой больших территорий выше ежегодных уровней исключительно в силу природных причин. Часто происходит в результате разлива рек, при обильном выпадении осадков и интенсивном таянии снега.
 - **каждые 10–15 лет** случаются малые (низкие) наводнения, которые характерны для равнинных рек, под водой оказывается не более 10% земель в низменностях;
 - **каждые 20–25 лет** происходят большие (высокие) наводнения, которые приводят к затоплению больших площадей в долинах рек, под водой оказывается до 15% сельскохозяйственных угодий;
 - **каждые 50–100 лет** случаются выдающиеся наводнения, которые захватывают целые речные системы, под водой оказывается до 70% сельскохозяйственных угодий;
 - **каждые 100–200 лет** происходят катастрофические наводнения, которые приводят к затоплению больших площадей в нескольких речных системах.

Падение ледников

Падение ледников может быть вызвано землетрясением или потеплением. После обрыва ледник с большой скоростью перемещается по склону горы и речной долине, при этом он тает, от трения под ним образовывается водяная прослойка, все это смешивается с грунтом, в случае попадания на воду ледник начинает по ней скользить. Подобное случилось в Кармадонском ущелье в результате падения ледника Колка, погибло 120 человек, включая съемочную группу Сергея Бодрова-младшего. Ледовый грязекаменный поток со скоростью 150 - 200 км/ч продвинулся на 20 км по долине реки Греналон, разрушил строения, дороги и линии электропередач. В результате подпруживания реки образовалось несколько запрудных озер, в которых оказалась часть населенных пунктов.

Переувлажнение субстрата (почвы, грунта, горных пород) вызвано изменением уровня грунтовых вод - связь процессов в гидросфере и педосфере. В Саратовской области после строительства серии водохранилищ поднялся уровень реки Волги и грунтовых вод, которые стремятся к уровню реки. Это привело к переувлажнению горных пород, на которых были построены здания, и обрушению сооружений.

В ходе данной лекции была рассмотрена тесная связь глобальных природных процессов, происходящих в литосфере, гидросфере, включая криосферу, атмосфере (круговорот воды в природе, выпадение воды в виде супердождя около 4 млн. лет назад и образование Мирового океана), педосфере, биосфере и социосфере. Любое изменение климата в конечном итоге приводит к изменению метеорологических осадков, уровня Мирового океана, процессам на суше (обвалы, оползни).

Лекция 8. Глобальные атмосферные и биосферные процессы

Глобальные атмосферные процессы

Данная лекция курса "Глобальные природные процессы" посвящена атмосфере - глобальной природной системе и глобальной оболочке Земли, её строению, происходящим в атмосфере процессам. В ходе лекции будет рассмотрено, какие глобальные системы и процессы находятся в тесном взаимодействии с атмосферой.

Атмосфера - газовая оболочка небесного тела, удерживаемая около него гравитацией. Поскольку не существует резкой границы между атмосферой и межпланетным пространством, то обычно атмосферой принято считать область вокруг небесного тела, в которой газовая среда вместе с ним вращается как единое целое. Атмосфера есть у многих звездных космических тел, её толщина у некоторых планет, состоящих в основном из газов (газовые планеты, которые в Солнечной системе находятся за поясом астероидов - Марсом), может быть очень большой. Атмосфера является защитным слоем планеты, защищающим её обитателей от солнечного ультрафиолетового излучения.

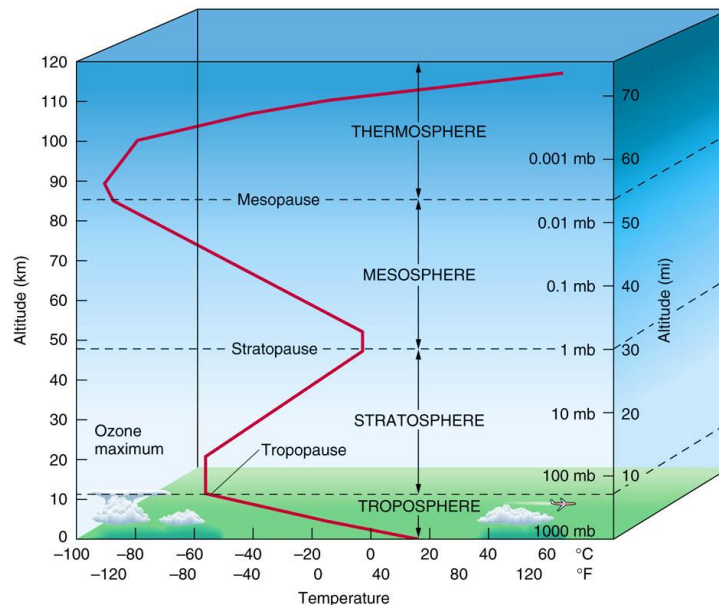


Рис.8.1. Строение атмосферы Земли

На рис. 8.1. красная линия показывает изменение температуры (отложена на горизонтальной шкале), которое происходит вместе с изменением плотности атмосферы (отложена на вертикальной шкале справа). Чем больше расстояние от поверхности Земли, тем более разреженной становится атмосфера. С этим связано изменение её свойств и тех процессов, которые в ней происходят.

Слои атмосферы:

- **Тропосфера** - нижний слой атмосферы, верхняя граница находится на высоте 10 км, в ней содержится более 80% всей массы атмосферного воздуха и около 90%

всего имеющегося в атмосфере, в тропосфере летают самолеты, находятся самые высокие горы (Эверест).

- **Тропопауза** - переходный слой от тропосферы к стратосфере, высота от 20 до 40 км.
- **Стратосфера** - слой атмосферы, высота от 11 до 50 км, стратосферу изучают при помощи метеозондов, при сильном извержении вулканов в нее может попасть пепел, если он там удерживается, то происходит изменение климата.
- **Стратопауза** - переходный слой от стратосферы к мезосфере, высота от 40 км до 55 км.
- **Мезосфера** - начинается на высоте 50 км и заканчивается на 80 - 90 км, в ней сгорает большая часть метеоров.
- **Мезопауза** - переходный слой между мезосферой и термосферой, высота около 90 км.
- **Термосфера** - слой атмосферы, высота от 80 до 120 км, в нем происходит Полярное сияние, в верхней половине летают космические аппараты.
- **Термопауза** - область атмосферы, прилегающая сверху.

Состав современной атмосферы:

- **около 78%** - азот, нейтральный газ ("универсальный наполнитель"), безвредный для человека и животных;
- **20%** - кислород, используемый большинством живых организмов для дыхания. Его доля в атмосфере в геологической истории Земли менялась: в конце Каменноугольного периода образовалось много деревьев, соответственно, повысилась концентрация кислорода в атмосфере (до 40%). Реакцией животных стало увеличение их размера (размах крыльев стрекоз достигал 90 см). 4 млрд. лет назад кислорода в атмосфере не было
- **по 1%** - водяного пара, аргона, углекислого газа и ряд других газов. Углекислый газ является парниковым, несмотря на небольшую долю в составе атмосферы, он вместе с метаном (ещё более сильным парниковым газом) оказывает существенное влияние на климат. Углекислый газ потребляется растениями, водорослями и цианобактериями в процессе фотосинтеза.

В геологической истории Земли состав атмосферы менялся:

- **4 млрд. лет назад** кислорода в атмосфере не было, она была метаново-аммиачно-углекислой, в разных соотношениях в ней присутствовали пары газов (хлор, сера). Возникшей жизни (водоросли, цианобактерии) кислород не был необходим, но они его выделяли в процессе своей жизнедеятельности, увеличивая концентрацию в атмосфере. Постепенно произошло изменение её состава, в которое внесла свой вклад и вулканическая деятельность. При каждом извержении вулкана из недр Земли выделяется множество газов и водяной пар (следовательно, с каждым днем на нашей планете становится больше воды).

- **2,6 млрд. лет назад** стало возможно появление кислородных форм жизни - возникают эукариоты, далее многоклеточные, далее - вспышка многоклеточных животных.
- **Криптозой (2,6 млрд. - 543 млн. лет) назад** - концентрация кислорода постепенно растет, других газов – уменьшается.

К изменению состава атмосферы приводит выпадение в год от 10 тыс. до миллионов тонн космической пыли, метеоритов, комет, содержащих замороженные жидкости и газы. Состав атмосферы Земли, который наблюдался в её географическом прошлом можно увидеть на других планетах, что говорит о том, что в целом планеты развивались одинаково.:

- **Марс:** углекислый газ - 95%, пары воды 0,1%, аргон - до 2%, азот - 2,5%, окись углерода - 0,06%
- **Венера:** углекислый газ - 96%, пары воды - 0,1%, кислород - менее 1%, азот - менее 4%

Строение газовой планеты Юпитер: ядро из скалистых металлических и водородных компонентов, слой металлического водорода, слой жидкого водорода, слой газообразного водорода.

Все глобальные системы Земли тесно взаимосвязаны: нагрев и остывание литосферы и гидросферы влияет на атмосферу и наоборот. Это происходит и благодаря круговороту воды в природе. Состав систем изменяется в зависимости от происходящих в соседней системе процессов: появление цианобактерий и деревьев привело к изменению состава атмосферы. Температура и состав атмосферы зависят от множества факторов, включая антропогенные: глобальное потепление (парниковые газы), глобальное затемнение (газы, приводящие к малопроницаемости атмосферы) кислотные дожди (газообразные соединения хлора и серы, извержения вулканов), ураганы, солнечная активность. В результате деятельности людей парниковые газы насыщают атмосферу (в том числе выброс хлорфторуглеродов, разрушающих озоновый слой) и влияют на состав атмосферы, поэтому в целях регулирования выбросов приняты Киотский протокол, Парижское соглашение и другие международные конвенции. Разрушение озонового слоя атмосферы приводит к усилению ультрафиолетового излучения. Озоновые дыры всегда присутствовали в атмосфере, в настоящее время они отмечены над Канадой и Австралией, рядом с Полярным кругом.

Наблюдение за погодой. Способы и методы

Способы наблюдения за погодой:

- **стационарные метеостанции** - единая сеть Всемирной метеорологической организации включает в себя 10 тыс. станций;

- **метобуи** - дрейфуют вместе с океаническими течениями и через спутники передают данные (температура воды, скорость течений) на метеостанции;
- **радиозонды** - осуществляют зондирование атмосферы (измерение скорости ветра, давления, влажности) на высоте до 40 км;
- **полярно-орбитальные спутники** - движутся от полюса к полюсу вдоль меридианов на относительно небольшой высоте и показывают подробную картину;
- **метеоспутники** - расположены над определенными точками экватора на высоте около 36 тыс. км, обеспечивают почти полный обзор поверхности Земли (за исключением полюсов).

Методы наблюдений за погодой:

- **Синоптический метод** - основан на анализе карт погоды, одновременный обзор состояния атмосферы на обширной территории, который позволяет определить характер развития атмосферных процессов и наиболее вероятное изменение.
- **Статистический метод** - на основе прошлого и настоящего состояния атмосферы прогнозируется состояние погоды в будущем.
- **Численный (гидродинамический) метод** - основан на математическом решении системы полных уравнений гидродинамики и получении прогнозов.

Несмотря на противостояние стран Варшавского договора и стран-членов НАТО, в конце 60-х годов XX века был создан международный научный проект в области метеорологии - **программа исследования глобальных атмосферных процессов (ПИГАП)**. Его цель - изучение физических процессов в тропосфере и стратосфере, важных для понимания неустойчивых атмосферных явлений, а также факторов, определяющих свойства общей циркуляции атмосферы. Изучение глобальных природных процессов должно было привести к созданию лучших математических методов прогнозирования погоды (от одних суток до нескольких недель) и пониманию физических основ климатических явлений. В проекте участвовали учёные более 20 стран (СССР, США, Великобритания, Япония, Франция и др.). Было принято решение о совместном использовании специальных научных судов, спутников и самолётов для осуществления наблюдений, что позволило достичь планетарного покрытия и одновременного сбора данных. Научно-исследовательские корабли России, включая судно "Академик Мстислав Келдыш", имели среди своего оборудования антенны для связи с космическими станциями. Моделированию процессов в атмосфере и гидросфере помогло и возникновение первых компьютеров.

Эксперименты ПИГАП:

- Атлантический тропический эксперимент (1974)
- Первый глобальный эксперимент (1977)
- Полярный эксперимент (1971 - 1977)
- Комплексный энергетический эксперимент (1972)

- Эксперимент по изучению муссонов (1973 - 1977)
- советский Тропический эксперимент (1972), в ходе которого 6 научно-исследовательских судов отрабатывали методику наблюдений и изучали крупномасштабные атмосферные процессы в тропической зоне Атлантики. Он позволил собрать важные данные о взаимодействии Мирового океана с атмосферой и обмене энергией между ними.

Смерч, торнадо

Смерч, торнадо - атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров. Эти атмосферные явления, включая **огненные ураганы**, могут возникать и в результате пожара, когда происходит циркуляция воздуха из холодных областей в горячие. Ураганы и смерчи возникают и на поверхности суши, и на поверхности воды, принося значительные разрушения.

В США существует "Аллея торнадо", появление которой обосновано тем, что на западном побережье страны располагаются Кордильеры и Скалистые горы, на восточном - Аппалачи, поэтому ветра дуют определенным образом и возникают разрушительные торнадо. Торнадо и крупные циклоны иногда приходят из океана и уходят в него, американские ученые в проекте ПИГАП изучали именно данные процессы. Советские и американские ученые также исследовали причины возникновения торнадо и даже пытались определить, возможно ли ими управлять. В 80-е года XX века был создан художественный фильм, посвященный использованию атмосферного оружия и показывающий ситуацию перенаправления атмосферных фронтов (циклонов, торнадо) в сторону Никарагуа и Гондураса. В настоящее время ведутся разработки климатического оружия, которое с точки зрения экологии является более безопасным, потому что в результате его использования не возникнет районов радиоактивного заражения и других негативных последствий. Его применение можно списать на стихийное бедствие. Данное явление является одним из "узких" мест, где пересекаются социальные и природные процессы: человек пытается не просто управлять погодой (технология разгона облаков во время торжественных мероприятий, созданная в середине прошлого столетия в США), но изучать её более глубоко.

В результате работы проекта ПИГАП была создана обширная база данных, доступ к которой был у всех стран-участниц проекта. В ходе работы ученых было выявлено множество закономерностей происходящих в атмосфере процессов и причины их возникновения. Несмотря на политическое противостояние стран, исследователи активно сотрудничали.

Шторм, буря, ураган

- **шторм** - скорость ветра у земной поверхности превышает 20 м/сек и может достигать 50 м/сек;

- **ураган** - скорость ветра больше 30 м/сек;
- **шквал** - кратковременные усиления ветра до скорости 20 - 30 м/сек и более;

Волнение воды связано с происходящими в атмосфере процессами (ветрами) и отражает тесную связь гидросферных и атмосферных процессов. Само понятие "шторм" применимо к процессам и той, и другой глобальной природной системы.

- **сильный боковой** ветер может сбить человека с ног и привести к проблемам при посадке самолета;
- **песчаные бури** возникают, например, в Африке и в Аравии, когда ветер определенной скорости поднимает глиняные частицы, песок и пыль и переносит их на большие расстояния. Пески из ливийской части пустыни Сахара могут быть перенесены к Атлантическому океану и выпасть на Береге скелетов западного побережья Африки. Таким образом при помощи ветра осуществляется перенос грунта, включая фрагменты горных пород, с континента в океан. Ветровая эрозия, перенос и отложение субстрата в гидросфере демонстрирует взаимосвязь трех систем: литосферы (разрушение), атмосферы (перенос продуктов разрушения), гидросферы (изменения).

Ливни, дожди, снегопады

Ливни и дожди являются частью круговорота воды в природе. Дождь - атмосферные осадки, выпадающие на поверхность Земли в виде капель жидкости. Когда идет теплый дождь, а поверхность земли сильно выхоложена, то образуется ледяной дождь, который приводит к обледенению. Град несет угрозу не только сооружениям, линиям электропередач и газопроводам, но и жизни живых существ. В Индии и Китае зарегистрированы случаи выпадения градин, размер которых превышал размер кулака человека. В результате градобития погиб слон, которому пробило череп.

Глобальные биосферные процессы

Глобальные биосферные процессы: эволюция органического мира в тесной связи с эволюцией литосферы, гидросферы и атмосферы, то есть коэволюция - совместная эволюция и тесная взаимосвязь.

- появление планетного тела Земли обусловило возможность существования атмосферы;
- появление каменной оболочки Земли обусловило возможность возникновения водной оболочки;
- появление воды сделало возможным самозарождение жизни, если жизнь была занесена из космоса - дальнейшему развитию;
- жизнь - самый мощный агент влияния: водоросли, а затем и высшие растения изменили состав газов гидросферы (ранее представлявшей собой слабый раствор кислот) и атмосферы, подготовив их к появлению животных, в том числе и человека;

- растения, животные и грибы в результате процессов накопления осадков и разрушения поверхности Земли (выветривание), в результате природных процессов (ветер, дождь, замерзающая вода) вместе с движением тектонических плит - изменили лик нашей планеты до неузнаваемости. 4 млрд. лет назад Земля была похожа на Луну, но за счет жизни и природных процессов произошло изменение рельефа нашей планеты.
- человек и другие биологические виды, а в будущем - искусственный интеллект, продолжают коэволюцию Земли и жизни.

Глобальные биосферные процессы - дальнейшая эволюция

Ученые прогнозируют, что может произойти в будущем:

- **большие синие ветрокрылы** (потомки журавлей) - чтобы маневрировать через 100 млн. лет обзаведутся второй парой крыльев;
- **флиш** - произойдет от тресковых рыб, через 200 млн. лет его грудные плавники превратятся в крылья и он научится летать;
- **кальмоббоны** (потомки кальмаров) - через 200 млн. лет выйдут на сушу, передвигаться по которой они смогут кувыркаясь. Научившись дышать атмосферным воздухом (как некоторые виды улиток - виноградная улитка, слизень), кальмоббоны будут жить группами и строить гнезда на деревьях, приблизившись к человеку по разуму.

Человечество может столкнуться с проблемой пандемии. Уже в настоящее время люди переживают пандемию коронавируса. Отметим, что эволюционируют и вирусы, и болезнетворные бактерии, несмотря на то, что вирус является неклеточным инфекционным агентом, который может воспроизводиться только внутри клеток. Он заинтересован в своем сохранении, для чего необходимо инфицирование максимального количества живых организмов, при этом вымирание организмов не соответствует его интересам. Вирус длительное время может пребывать в ожидании клетки, где возможно будет его воспроизводство.

Дальнейшая эволюция флоры может привести к вымиранию множества биологических видов, что представляет угрозу для человечества. В художественном фильме "Явление" рассматривается ситуация, когда растения по мере эволюции вместо кислорода начинают выделять газы, оказывающие губительное влияние на животных и человека. Возникают вопросы: что произойдет с жизнью на Земле, если состав атмосферы изменится не в результате антропогенной деятельности человека, а в результате природных процессов, переживут ли это событие люди?

В янтаре были найдены мягкие ткани и перья динозавров, это привело ученых к пониманию, что часть этих существ была оперенной. Научным сообществом активно обсуждается потенциальная связь динозавров с птицами: произошли ли птицы от динозавров или у них был общий предок? Фильм Стивена Спилберга "Парк Юрского периода" и последующие ремейки являются не настолько фантастичными. Попытки

"оживить" исчезнувшие биологические виды (в вечной мерзлоте обнаружены мягкие ткани мамонта) могут привести к непредсказуемым последствиям.

Глобальные природные процессы - прогноз

Анализ природных катаклизмов прошлого (периодичность, масштабность, локализация) дает возможность понять их механизм, что в свою очередь позволяет предсказывать будущее. Прогноз: "**Прошлое - ключ к будущему**".

- почти все глобальные природные процессы в истории Земли характеризуются **циклическими вариациями** (изменениями): климат, уровень Мирового океана, составы литосферы, атмосферы и гидросферы, вулканическая и сейсмическая активность, движения земной коры, возникновение и исчезновение суперконтинентов и океанов.
- **причины циклического изменения природных процессов** (земные и внеземные): солнечная активность, орбитальные параметры Земли, гамма-всплески и др.

Солнечно-земные связи

Земля является планетой Солнечной системы, которая является частью Галактики Млечный путь, располагающейся во Вселенной. Отмечается периодические изменения солнечной активности, наиболее известен солнечный цикл с длительностью около 11 лет.

Солнечно-земные связи - новое междисциплинарное направление, как и гелиофизика, и гелиобиология. Идеи направления системно оформлены в работах ученого и писателя **А.Л. Чижевского**: "**Физические факторы исторического процесса**" и "**Земное эхо солнечных бурь**". Начиная с IV века до нашей эры, ученый рассмотрел случаи эпидемий и сопровождавших их (как правило) других стихийных бедствий (землетрясения, засухи, наводнения), что позволило выявить корреляцию между периодическими изменениями количества излучаемой Солнцем энергии и геофизическими параметрами (напряженность магнитного поля Земли, колебания зарядов атмосферного электричества, колебания средней температуры и др.), а также явлениями в органическом мире (урожай, болезни, средний вес младенцев и др.). В 1915 году А.Л. Чижевский обратил внимание на связь образования пятен на Солнце с активизацией боевых действий. Между революцией в России в 1917 году и началом Второй мировой войны прошло 22 года, то есть два 11-летних цикла солнечной активности.

Глобальные природные процессы и проблемы

Опасные для человечества глобальные природные процессы: изменение уровня Мирового океана, приливы и отливы (затопление и обмеление), сейсмическая активность.

Уровень Мирового океана находится в прямой связи с гляциоэвстазией - изменением климата (изменение температуры воздуха и воды в гидросфере и атмосфере) и тектоноэвстазией - изменением объема океанических ванн вследствие поднятий и опусканий океанического дна. Подъем уровня Мирового океана много раз происходил в геологической истории Земли, определен цикл в 375 млн. лет, который связан с процессами образования (уровень Мирового океана падает) и распада суперматериков (уровень растет).

Геологическая история Земли показывает, что многие природные процессы носят циклический характер: изменение температуры, уровня Мирового океана, возникновение и распад суперматериков. Материки находятся в постоянном движении, процесс образования суперматерика обусловлен регулярным движением тектонических плит. Если недра Земли остынут, то движение плит прекратится, а Земля потеряет магнитное поле, атмосферу, гидросферу и жизнь. Таким образом, глубинная активность недр Земли, обеспечивает стабильное существование человечества. Благодаря Луне вращение Земли является стабильным, что отличает нашу планету от Марса, который обладает некрупными спутниками, это приводит к изменениям в его вращении и скачкам температуры. Движение тектонических плит приводит к сейсмической активности, с другой стороны, в зонах её возникновения формируются залежи полезных ископаемых. Извержение вулкана может привести к понижению температуры на несколько лет. В географической истории Земли произошло извержение супервулкана, которое привело к малому ледниковому периоду. Такое может повториться в США в районе Йеллоустонского национального парка, потому что движение тектонических плит затянуло под Североамериканский материк глубоководный желоб. Если это произойдет, то в атмосферу Земли будет выброшено огромное количество пепла, как это было во время извержения вулканов Тоба и Кракатау в районе острова Суматра.

В ходе лекции были рассмотрены атмосферные процессы, тесная связь глобальных систем, например, при извержении вулканов выделяется не только значительное количество разнообразных газов (водяной пар - дает прирост воды в гидросфере, углекислый газ - является парниковым и изменяет климатическую систему), но и пепел, который может привести к похолоданию, вплоть до ледникового периода. К возникновению ледникового периода могут привести и растения, потому что жизнь находится в тесном взаимодействии с другими глобальными системами Земли.

Лекция 9. Космоглобалистика

Глобальные природные и космические процессы - прогнозы

В данной лекции мы поговорим о космосе, Вселенной и о том, как космическое пространство влияет на происходящие на Земле и в Солнечной системе процессы, а также рассмотрим, как люди могут изучать Вселенную, уделим внимание прогнозам и интерпретациям футурологов.

Парад планет - небесное явление, которое можно наблюдать, когда Солнце и Луна выстраиваются таким образом, что с Земли над горизонтом одновременно видны все пять ярких планет (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн), так как они "выстраиваются" по одну сторону от Солнца в небольшом секторе. В декабре 1989 года отмечен самый большой по количеству выстраиваемых планет парад - девять из десяти планет выстроились в одну линию. Это довольно редкое событие, потому что такие удаленные планеты, как Плутон, Уран и Нептун медленно вращаются по своим большим орбитам. Во время парада 2012 года, не только Сатурн, Юпитер, Марс и Земля, но и планеты других звездных систем образовали линию от центра галактики.

- **малый парад планет** - явление, во время которого вместе собираются четыре планеты, происходит с примерной периодичностью в 20 лет;
- **большой (великий) парад планет** - явление, во время которого вместе собираются пять и более планет;
- **видимый парад планет** - планетная конфигурация, когда пять ярких планет Солнечной системы (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн) в своём движении по небосводу подходят друг к другу на близкое расстояние и становятся видны в одно время в небольшом секторе (10 - 40 градусов) неба.
- **невидимый парад планет** - планетная конфигурация, когда планеты, в том числе и невидимые невооруженным глазом, выстраиваются по одну сторону от Солнца в небольшом секторе.

Индейцы Майя в своем летоисчислении опирались на солнечные циклы. По современным расчетам продолжительность солнечного года составляет 365,2422 дня, Майя вычислили значение в 365,2420 дня. Согласно календарю Майя, с момента возникновения человека прошло уже 4 цикла или "Солнца", каждый цикл завершился практически полным уничтожением живущей в нем цивилизации:

- первое Солнце длилось 4008 лет - цивилизация разрушена землетрясениями
- второе Солнце длилось 4010 лет - цивилизация уничтожена ураганами
- третье Солнце длилось 4081 год - цикл закончился катастрофическим извержением вулканов
- четвертое Солнце длилось 5026 лет – цикл закончился Всемирным потопом

В настоящее время люди живут во времена "пятого Солнца", которое должно было 21 декабря 2012 года завершиться неким движением Земли, знаменующим конец

5126-летнего цикла и очередное уничтожение цивилизации. Это предсказание Майя можно связать с парадом планет 21 декабря 2012 года. Причины, по которым погибали цивилизации в циклах Майя - это чередование природных процессов: эндогенные процессы - тектонические движения земной коры (землетрясение, извержение вулкана), экзогенные процессы в атмосфере и гидросфере (ураган, наводнение).

Возможные сценарии конца света:

- 2011 год - возможное столкновение с астероидом 2005 YU55
- 2012 год - парад планет и конец света по календарю майя
- 2013 год - переход в другое измерение
- 2014 год - Солнечную систему достигнет облако космической пыли
- 2015 год - конец 9576-годового цикла и гибель цивилизации
- 2016 год - в результате глобального потепления растают ледники, большая часть суши будет затоплена (перенесено на период после 2050 года)
- 2017 год - конец света по теории иерархических катастроф
- 2018 год - согласно расшифровке записей Нострадамуса произойдет Мировая ядерная война
- 2019 год - возможное столкновение с астероидом 2002 NT7
- 2020 год - интерпретация Исааком Ньютоном предсказаний Иоанна Богослова о конце света (пандемия коронавируса?)
- 2036 год - возможное столкновение с астероидом Апофиз

Из пунктов представленного списка только последний имеет шанс осуществиться, размер астероида Апофиз соотносим с размером Главного здания Московского университета. Часть предсказаний связана с космическими процессами: падение астероидов, космическая пыль, только одно - с социальными процессами (ядерная война).

Пророческие предсказания писателей-фантастов:

Французский писатель **Жюль Верн** (1828 - 1905) опубликовал свыше 65 произведений, из 108 пророческих высказываний писателя только 10 пока не реализованы человечеством, что связано с уровнем технологического развития человечества. Сын адвоката и юрист смог предугадать направления технического прогресса и спрогнозировать появление множества технологий:

- в романе "**500 миллионов бегумы**" (1879 год) - техническую реализацию "пушки Ньютона", выводящей на околоземную орбиту снаряды, скорость полета должна составлять 8 км/с;
- в романах "**С Земли на Луну**" и "**Вокруг Луны**" - массу первого орбитального пилотируемого космического аппарата, направленного к Луне (30 тонн, "Апполон-8"), число астронавтов (3), страну (США), расположение космодрома (штат Флорида).

- в романе **"Париж в 20 веке"** - множество глобализационных процессов и их следствий: освоение космического пространства, телевидение, сериалы ("бесконечные пьесы"), световую рекламу, "пробки", парализующие мегаполисы и др.; социоприродных процессов: создание в процессе борьбы с голодом дешевых видов растений, менее восприимчивых к болезням и вредителям, и вид первого генетически модифицированного растения (томат), а также последующее вымирание человечества в результате преждевременной старости, наступающей от употребления созданных продуктов питания (генетическое загрязнение), "обозначил" космоглобалистику.

В последнее время многие болезни "помолодели", врачи отмечают, что во второй половине XX века люди умирали от инсультов и инфарктов в возрасте 50 лет, в настоящее время - в возрасте до 30 лет. Это явление объясняется образом жизни и употреблением фастфуда, возможно, одной из причин этого явления стало генетическое загрязнение.

Герберт Джордж Уэллс (1866 - 1946) - британский писатель и публицист, автор около 40 романов, 77 прогнозов из 86 сбылись.

- в романе **"Война миров"** описан контакт жителей Земли с более технологически развитой цивилизацией, которой им в ходе завоевания сложно было что-то противопоставить. Гибель инопланетян произошла от неблагоприятных для них земных микроорганизмов (бактерий), спасших человеческую цивилизацию. Отметим, что люди подвержены той же угрозе, потому что во время исследования космического пространства или падения на Землю кометы, в составе которой есть замороженные жидкости и газы, мы можем познакомиться с инопланетными простейшими формами жизни.
- в романе **"Пища богов"** рассказано о биологически активных добавках.
- в романе **"Остров доктора Моро"** описаны технологии хирургических операций, недоступные во времена Г. Уэллса (генетическая хирургия).
- в романе **"Человек - невидимка"** предсказана биоинженерия и стелс-технология, которая активно используется, чтобы сделать технические устройства невидимыми для радаров.
- в романе **"Машина времени"** показана деградация человеческой расы, происходящая по мере развития научно-технического прогресса: люди представлены морлоками - потомками рабочих, всю жизнь обитающими в Подземном мире и обслуживающими многочисленные машины и механизмы, они намного меньше и слабее современного человека, покрыты шерстью и не выносят солнечного света; элои - потомки прежней элиты общества, ещё более слабые и хрупкие существа, не приспособленные к труду. И те, и другие за долгие тысячелетия существования, не требующего умственной деятельности, практически лишились разума, превратившись в полуживотных.

Г. Уэллс трижды посещал Россию. В первый раз в 1914 году, второй - в сентябре 1920 года, тогда же у него состоялась встреча с В.И. Лениным. В это время Уэллс жил в квартире М. Горького. В июле 1934 года он встретился со Сталиным. В советское время романы писателей-фантастов массово издавались и экранизировались.

Рэймонд Дуглас Брэдбери (1920 - 2012) - американский писатель-фантаст в рассказе "И грянул гром" описывает следующую ситуацию: люди в будущем изобретают машину времени, на которой туристы-путешественники во времени могут отправиться в прошлое. Существует несколько правил: в прошлое ничего нельзя приносить, ничего нельзя оттуда забирать и там менять. В противном случае произойдет изменение причинно-следственных связей и наступит иная версия текущей реальности, отличающаяся от той, какой она должна быть. Во время одной из экскурсий в прошлое путешественник во времени случайно раздавил бабочку, которая должна была опылить цветок, из которого должен был вырасти плод, который должен был стать пищей для некоего существа. Таким образом был нарушен процесс эволюции и путешественники вернулись в уже изменившийся мир. Многократные попытки исправить ситуацию только усугубляют её. Рэй Брэдбери анализирует природные процессы, из содержания его рассказа можно сделать несколько выводов:

- **вмешательство человека в эволюционный процесс приведет к необратимым и непредсказуемым последствиям;**
- **возникновение жизни, происхождение видов - случайность, ее эволюция - закономерность.**

Изменив что-то одно в цепи последовательных событий, в итоге можно изменить практически все в глобальном масштабе, так как все компоненты систем взаимосвязаны. В этом случае можно говорить об эволюционном аспекте глобальных процессов - **эволюционной глобалистике** и о том, как это возможно прогнозировать - **футуроглобалистике**.

Прогнозы писателей-фантастов начинают сбываться: овечка Долли доказала, что клонирование возможно, люди делают очевидные успехи в робототехнике. Это касается и антропоморфных роботов, созданных для облегчения жизни человека (робот-спасатель Федор (FEDOR)). В будущем возможно столкновение интересов искусственного интеллекта и человека.

Вселенная

Вселенная представляет собой всю материальную среду окружающего мира, доступную для наблюдения. В неё входят разнообразные типы объектов, различающиеся размерами и массой: элементарные частицы, атомы и молекулы, вещества в разных агрегатных состояниях, планеты, звезды, галактики, а также физические поля (гравитационное, электромагнитное и др.). Несмотря на то, что во Вселенной протекают процессы, недоступные для исследования в земных условиях, для её исследования используется обычная методология, принятая в естественных

науках. Это обусловлено тем, что фундаментальные законы природы, установленные и проверенные в лабораторных экспериментах на Земле, справедливы для всей Вселенной. Другими словами, предполагается, что Вселенная в целом подчиняется тем же универсальным законам, которые описывают поведение её отдельных компонентов.

Космология - раздел физики и астрономии, занимающийся изучением Вселенной как целого. Основное значение для космологических процессов имеет гравитация. Развитие современной космологии фактически начинается с создания Эйнштейном общей теории относительности. Начальную стадию образования Вселенной (расширение), когда плотность вещества, энергия излучения и температура были бесконечно большими (состояние сингулярности), обычно называют **Большим взрывом**. Это наиболее разработанная концепция, в основе которой лежат результаты работ Эйнштейна, Фридмана, Хаббла, Гамова и Шмидта. В настоящее время разработан ряд моделей Вселенной, существует точка зрения, в соответствии с которой Вселенных может быть несколько, а Черные дыры являются местами, где материя из одной Вселенной перетекает в другую.

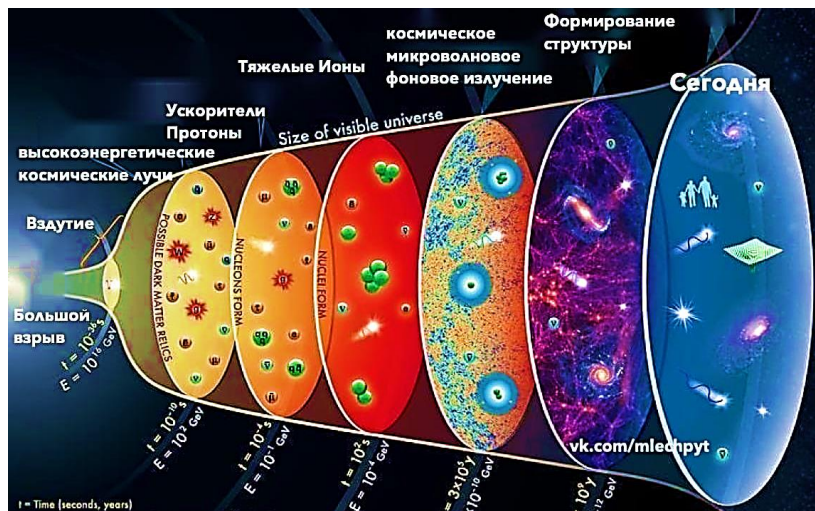


Рис.9.1. Большой взрыв и этапы расширения Вселенной

Этапы расширения Вселенной:

- **в начальный момент взрыва** размер Вселенной был практически равен нулю, сама она - бесконечно горячей. По мере расширения (за каждые 10^{-32} с диаметр увеличивался в 10^{50} раз) температура Вселенной резко понижалась.
- **через несколько секунд** после Большого взрыва температура достигла примерно миллиарда градусов. Такое быстрое расширение, впоследствии названное инфляцией, соответствует процессу взрывного типа. В это время Вселенная состояла из фотонов, электронов, нейтрино и их античастиц. Дальнейшее расширение Вселенной и падение температуры сопровождалось увеличением скорости процесса аннигиляции электрон-позитронных пар, что привело к уменьшению количества электронов.

- **примерно через сто секунд** после Большого взрыва температура снизилась до миллиарда градусов, при которой протоны и нейтроны начали объединяться друг с другом, образуя ядра дейтерия, которые далее превращались в ядра водорода, а другая часть присоединяла к себе протоны и нейтроны, превращаясь в ядра гелия (содержащие два протона и два нейтрона), а также в небольшие количества более тяжелых элементов - лития и бериллия.
- **через несколько часов** после Большого взрыва образование водорода, гелия и других элементов прекратилось.
- **в течении примерно миллиона лет** расширение Вселенной продолжалось, не сопровождаясь особыми изменениями в химическом составе. Когда температура снизилась до нескольких тысяч градусов - электроны и ядра стали объединяться, образуя атомы. Расстояние между образующимися во Вселенной структурами начало увеличиваться.

Модели Вселенной:

- **Модель горячей Вселенной** - экспериментально подтверждена после открытия в 1965 году реликтового излучения - микроволнового фонового излучения с температурой около 3К, а также наличием большой концентрации гелия и дейтерия в межзвездном пространстве. Охлаждение Вселенной, изменение её плотности и возникновение гравитационного притяжения между отдельными областями привели к прекращению её расширения и началу сжатия. Эти процессы продолжались довольно долго, примерно через миллиард лет после Большого взрыва в результате охлаждения вещества, его сжатия и флуктуаций плотности началось образование галактик, которые равномерно заполнили все пространство Вселенной.
- **Релятивистская модель Вселенной** - Эйнштейн предложил первую релятивистскую модель Вселенной, исходя из классических представлений о её стационарности, то есть неизменности свойств во времени. Согласно гипотезе Эйнштейна, Вселенная пространственно конечна, но не имеет четко выраженных границ. Такое представление является абстрактным, оно было подвергнуто критике со стороны российского математика и физика А.А. Фридмана,
- Модели Фридмана. А.А. Фридман разработал основы нестационарной релятивистской космологии (1922) и показал, что решения уравнений общей теории относительности позволяют считать, что существует вероятность трех моделей Вселенной,
 - в двух из них радиус кривизны пространства монотонно растёт, Вселенная бесконечно расширяется (в одной модели из точки, в другой - начиная с некоторого конечного объема);
 - третья модель - пульсирующая Вселенная, радиус кривизны которой периодически изменяется.

Свойства Вселенной

Американский ученый **Э. Хаббл** показал, что при расширении Вселенной все галактики (за исключением нескольких самых близких к нашей) удалятся друг от друга с определенными скоростями. Расчеты этих скоростей позволили определить возраст Вселенной - примерно 15 млрд. лет. Эта величина свидетельствует о конечности времени, прошедшего с момента Большого взрыва (сингулярности), что приводит к выводу о существовании космологического горизонта - границы, отделяющей видимую в данный момент область пространства от области, которую в настоящее время наблюдать невозможно. По мере того, как до наблюдателя доходит свет от все более далеких частей Вселенной, космологический горизонт расширяется. В настоящее время он составляет около 6 тыс. Мпк, то есть охватывает больше половины доступного для наблюдения пространства Вселенной. Изучение плотности вещества, из которого состоит Вселенная, показало, что его величина резко падает при переходе от малых объектов к большим.

Следует отметить, что нестационарная концепция Вселенной не противоречит концепции о её однородности. **Однородность во Вселенной** проявляется:

- в принципиально одинаковых структурных элементах звезд и галактик, одних и тех же физических законах, и физических параметрах;
- в однородном распределении вещества во Вселенной.

Это позволяет сделать принципиальный вывод о том, что Земля не занимает привилегированного положения во Вселенной.

Модели вселенной (Миттон, Миттон, 1995):

- первая модель постулирует, что **Вселенная однородна** - вещество и излучение распределены в ней относительно равномерно. Вселенная изотропна, то есть пространство одинаково во всех направлениях.
- вторая модель постулирует, что **Вселенная неоднородна** - излучение и вещество в ней распределяются неравномерно. В анизотропной Вселенной процессы по разным направлениям неодинаковы.

Галактики

Галактики - скопления огромного количества звезд и туманностей. Галактики различаются размерами и внешним видом.

- **Эллиптические галактики** представляют собой эллипсоиды с разной степенью сжатия, по структуре они наиболее простые, плотность звезд в них монотонно убывает от центра.
- **Спиральные галактики** - самый многочисленный тип галактик, к ним относятся Млечный путь и Туманность Андромеды.
- **Неправильные галактики** не имеют морфологически оформленных центральных ядер, их строение не отличается определенными закономерностями. К ним относятся Большое и Малое Магеллановы облака,

являющиеся спутниками нашей Галактики и имеющие по сравнению с ней значительно меньшие массу и размер.

- **Радиогалактики** обладают мощным радиоизлучением. Из известных радиогалактик одна находится в созвездии Лебедя, вторая - в созвездии Кентавра. Причины радиоизлучения могут быть разными, ученые предполагают, что радиоволны излучает находящийся в межзвездном пространстве ионизированный горячий газ (в основном - водород), который образует горячие звезды и космические лучи.

В последние годы определено, что галактики распределены неравномерно, они сосредоточены по контуру ячеек, внутри которых галактик практически нет.

Млечный путь

Млечный путь представляет собой гигантский диск, который состоит из ядра и нескольких спиральных ветвей, включает порядка 300 млрд. звезд.

- **размеры:** диаметр галактики - 120 тыс. световых лет, масса - порядка 10^{11} масс Солнца.
- **динамика:** скорость вращения имеет разную величину в зависимости от расстояния до ее центра, то есть разные части галактики вращаются с разной скоростью (строгой зависимости не установлено), следовательно, они имеют разные периоды вращения. Звезды и туманности внутри галактики движутся в разных направлениях, сам Млечный путь медленно вращается вокруг собственной оси, затрачивая на полный оборот 180 млн. лет. Этот цикл оказывает влияние на Землю, с ним связаны многие процессы в её геологической истории. 2 цикла равны 360 млн. лет, что соответствует континентальному циклу Земли (375 млн. лет) - времени возникновения и распаду суперконтинента.
- **звездная плотность неравномерна:** в области ядра она достигает 2 тыс. звезд на один парсек, что почти в 20 тыс. раз больше средней звездной плотности в окрестностях Солнца. Вблизи Солнца среднее расстояние между звездами в 10 млн. раз больше, чем средний диаметр звезд. Именно поэтому звезды почти никогда не сталкиваются друг с другом.

Эволюция звезд и их систем

Классификация звезд:

- **переменные** - звезды, у которых постоянно меняются блеск, энергия и спектр излучения, это связано с периодической пульсацией, то есть расширением и сжатием звезды, сопровождающимися изменением температуры;
- **двойные звезды** - система из двух звезд, обращающихся вокруг общего центра масс;
- **кратные звезды** - система из трех или более звезд;

- **затменно-двойные звезды** - звезды, у которых суммарный блеск постоянно меняется по причине периодического заслонения одной звезды другой;
- **красные карлики** - звезды, диаметр которых в 2 - 3 раза меньше, а средняя плотность в 2 - 3 раз больше плотности Солнца;
- **белые карлики** - звезды, масса которых близка к массе Солнца, диаметр равен 0,01 диаметра Солнца, плотность 10 т/см^3 , светимость $10^{-2} - 10^{-4}$ светимости Солнца;
- **красные гиганты** - звезды, диаметр которых в сотни раз больше диаметра Солнца, плотность в тысячи раз меньше, светимость в десятки и сотни раз больше светимости Солнца;
- **нейтронные звезды** - огромные скопления нейтронов, масса нейтронных звезд близка к массе Солнца, плотность до 10^8 т/см^3 ;
- **пульсары** - звезды, электромагнитное излучение которых периодически изменяется во всем известном интервале (от радиоволн до гамма-излучения);
- **квazarы** - квазизвездные источники радиоизлучения, их масса и диаметр в десятки миллионов раз больше, чем у Солнца, энергия излучения в десятки раз превышает суммарную энергию излучения нескольких галактик.

Эволюция Солнца

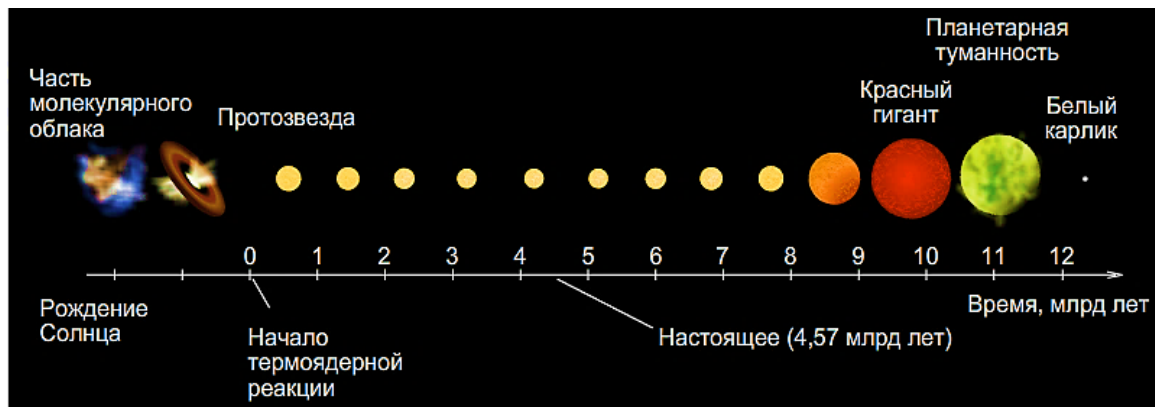


Рис.9.2. Жизненный цикл Солнца

Эволюция Солнца: из туманности возникает звезда, превращается протозвезду, идет её развитие, звезда достигает стадии красного гиганта, с образованием планетарной туманности Солнце будет сжиматься и превратиться в плотного белого карлика, далее звезда угаснет. Звездное вещество после смерти звезды трансформируется в туманности и снова используется в качестве материнского материала для новых звезд.

- **массивная звезда** способна стать красным сверхгигантом, затем взорваться сверхновой звездой и превратиться в нейтронную звезду или черную дыру.
- **менее массивная звезда** развивается постепенно, продолжается термоядерный синтез, выделяется энергии при переходе водорода в гелий, синтез может

продолжаться около 10 млрд. лет, пока запасы водорода не иссякнут, начинается выгорание на периферии звезды, что приводит к увеличению её размеров и понижению температуры на поверхности, возникает красный гигант, сжатие с образованием планетарной туманности, возникает белый карлик.

Катастрофическая концепция эволюции звезды и её системы исходит из взрыва сверхновой звезды, что может привести к появлению всего многообразия химических элементов. Ударная волна стимулирует начало конденсации межзвездной материи, в итоге вокруг звезды образуется протопланетный диск.

Эволюционная концепция:

- **на первом этапе** внутри состоящего из молекул облака возникают скопления водорода и пыли. Далее в центре одного такого образования рождается протозвезда. Материал мигрирует с обоих полюсов тела и собирается в экваториальной части. Вокруг звезды возникает диск пыли и газа - генератор планетной системы.
- **на втором этапе** из диска за 100 млн. лет могут сформироваться планеты. Туманность аккумулируется вокруг протозвезды, охлаждается, в ее недрах рождаются и "набухают" сгустки, из которых через 50 млн. лет возникают газовые планеты. Наконец во внутренней системе звезды из твердого вещества формируются две планеты. Данная теория разделяется рядом исследователей США и Западной Европы.

Из протозвезды могут сформироваться:

- голубой супергигант → взрыв сверхновой или черная дыра
- голубой супергигант → красный гигант → сверхновая типа II → нейтронная звезда
- звезда солнечного типа → красный гигант → планетарная туманность → белый карлик
- звезда солнечного типа → красный карлик → белый карлик
- коричневый карлик

Теоретическая модель А. Макалкина: планеты Солнечной системы возникают в результате распада протопланетного диска на отдельные планеты внутренней и внешней групп с поясом астероидов между ними. Промежуточной фазой является образование роя планетезималей твердых и довольно крупных тел (до сотен км в диаметре). Их вращение, скопление и столкновение запускают процесс аккреции и рост планеты

Хронология образования Земли

- **Большой взрыв** произошел около 17 млрд. лет назад;
- **галактика Млечный путь** сформировалась примерно 10 - 12 млрд. лет назад;

- **Солнце и система планет Солнечной системы** - возникли около 8 - 9 млрд. лет назад;
- **Земля** - около 4,7 млрд. лет назад.

Варианты изначального состояния Земли

- **изначально горячая огненно-жидкая Земля** - классическая космогоническая гипотеза Канта-Лапласа.
- **изначально холодная Земля**, недра которой в дальнейшем начали разогреваться вследствие выделения тепла естественно радиоактивными элементами - 50-е годы XX века.
- **изначально существенно горячая Земля**, вплоть до частичного или полного плавления ее вещества еще на стадии аккреции из-за выделения тепла при соударении планетезималей - 60-е годы XX века, господствует в настоящее время.
- **изначально холодная Земля**, разогрев которой связан с твердыми лунными приливами - гипотеза О.Г. Сорохтина и С.А. Ушакова. Подразумевает позднее формирование ядра Земли на рубеже архея и протерозоя, чему противоречит факт обнаружения остаточной намагниченности у пород возрастом около 3,5 млрд. лет, поскольку магнитное поле земли связано с ее жидким ядром.

Первоначальное формирование геосфер

- **концепция гомогенной аккреции** (доминирует в настоящее время): ранняя дифференциация Земли на оболочки, на силикатную мантию и железное ядро.
- **концепция гетерогенной аккреции** (выдвинута К. Турекьяном в США, поддержана А.П. Виноградовым в России): возникновение ядра Земли за счет падения железных метеоритов, которое затем нарастилось мантией за счет падения каменных метеоритов, возможно, и земной корой, отвечающей по составу углистым хондритам.
- **компромиссная концепция** (О.Л. Кускова и Н.И. Хитарова): в ходе аккреции сначала образовалось внутреннее ядро Земли, остальные оболочки, включая внешнее ядро, являются продуктами дифференциации. Вместе с формированием ядра сформировались протомантия и протокора.

Земля - одна из твердых планет Солнечной системы, радиус - около 6371 км. Твердое планетное тело имеет атмосферу и гидросферу. Гравитация обуславливает сферическую форму Земли и существование атмосферы.

Твердое планетное тело химически состоит из коры, мантии и ядра:

- **кора** - толщина от 5 до 7 км, кора сложена магматическими и осадочными породами с преобладающим химическим составом от основного до кислого. У географов граница континентов и океана проходит по береговой линии, в геологическом смысле она проходит там, где заканчивается континентальная

кора и где, например, в глубоководном желобе происходит погружение океанической коры. По строению и составу выделяют океаническую кору (базальтовый и осадочный слой) и континентальную кору (базальтовый, гранитный, осадочный слой).

- **мантия** - состоит из пород ультраосновного состава.
- **ядро** - радиус около 3,5 тыс. км, сложено главным образом металлическим железом с примесью никеля. Внешнее ядро расплавленное, внутреннее - твердое. Конвекция в ядре, в частности, обуславливает магнитное поле.
- **граница Мохоровичича** - маркирует подошву базальтового слоя.
- **граница Конрада** - маркирует подошву гранитного слоя Земли.

Физически в верхних горизонтах Земли выделяются:

- **литосфера** - внешняя "каменная" оболочка Земли толщиной 20 - 300 км;
- **астеносфера** - в масштабах геологического времени физические деформации в оболочке происходят не в твердом теле (как в литосфере), а в жидкой среде. (твердые породы находятся в условиях настолько высоких температуры и давления, что законы физики действуют как в жидкой среде).

В недрах Земли происходит ряд глобальных природных процессов, например, движение по астеносфере тектонических плит можно сравнить с движением ледового покрова во время ледокола. В ядре Земли происходят процессы перемещения вещества, в случае их остановки планета потеряет магнитное поле, лишится магнитосферы, которая защищает людей от широкого спектра излучений. В художественных произведениях представлен ряд гипотез о том, что может произойти в случае применения геофизического оружия или экспериментов. Итог можно наблюдать на Луне, недра которой холодные, и Марсе. Для человека и жизни на Земле произошедшее будет иметь печальные последствия.

Воздействие космических процессов

Космическое излучение:

- **ультрафиолетовое излучение:** электромагнитное излучение, занимающее спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучением. Длины волн УФ-излучения лежат в интервале от 10 до 400 нм, Солнце - основной источник ультрафиолетового излучения на Земле;
- **рентгеновское излучение:** электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением;
- **радиоизлучение** - электромагнитное излучение космических объектов в диапазоне длин волн от нескольких сотен метров до долей миллиметров, источники дискретного излучения: радиогалактики, квазары, пульсары и др.
- **фоновое излучение, в том числе реликтовое**

Воздействие излучения:

- глобально-экологическое:
 - развитие озонового экрана (атмосферы);
 - влияние на глобальный климат: резкое усиление излучения около 2,4 млрд. лет назад из-за взрывов сверхновых привело к формированию облаков в атмосфере и изменению в климатической системе (охлаждение);
 - влияние на биопродуктивность: Х. Свенсмарк (Дания) определил связь эволюции бисферы с излучением в результате радиоуглеродного анализа (через климат и генетику).
- непосредственно на живые системы и человека - медицинский аспект.

Космическое вещество:

- **космическая пыль** - частицы размером от нескольких молекул до 0,1 мм. Различают виды пыли по положению: межгалактическая, межзвёздная, околопланетная пыль, пылевые облака вокруг звёзд. **Основные компоненты** в нашем пылевом комплексе: астероидная пыль, кометная пыль и добавки - пыль Пояса Койпера, межзвёздная пыль, проходящая через Солнечную систему, и бета-метеороиды.
- **метеоритное вещество, импактные события.**

Воздействие космического вещества:

- глобально-экологическое:
 - космическая пыль и метеоритное вещество рассматриваются как один из источников вещества литосферы, по разным оценкам в год на Землю выпадает от десятков тысяч до миллиона тонн, увеличивается гравитация;
 - с импактными событиями связывают глобальные кризисы (массовое вымирание флоры и фауны), глобальные изменения климата, происходящие в геологическом прошлом Земли (эффект глобальной зимы);
 - формирование глобальной системы трещиноватости, большинство населенных пунктов расположены над линейными областями разломов, по которым к поверхности подходят грунтовые воды, наиболее крупные - над точками пересечения разломов - связь с расселением, урбанизацией и т.д.
- непосредственно на живые системы и человека: комфортность окружающей среды.

Луна

Гипотезы образования Луны:

- захват Луны Землей в результате попадания в поле притяжения.
- гипотеза У. Хартмана и Д. Дэвиса (США, 1975) - наиболее вероятный сценарий: косой удар об Землю крупного тела, размером примерно с Марс (0,5 диаметра и 0,1 объема Земли) с последующим выбросом вещества мантии Земли в

околосемное пространство с дальнейшим формированием Луны из этого вещества.

- изначально Земля и Луна Земля и Луна развивались параллельно. На Земле возникли атмосфера и гидросфера, недра и верхние слои коры активны, в результате образования Мирового океана появилась жизнь. В результате слабого притяжения Луне не удалось образовать атмосферу и гидросферу, она остыла, окаменела и находится под влиянием Земли.

Юпитер и его спутники

На начало XXI века насчитывается **28 спутников Юпитера**:

- **4 спутника** - отличаются значительными размерами и массой (**Ио, Европа, Ганимед, Каллисто**), движутся по почти круговым орбитам в плоскости экватора Юпитера.
 - Ио расположен на близком расстоянии от Юпитера, на нем происходит интенсивная вулканическая деятельность, выделяемые при этом облака дают спутнику желтую окраску.
 - Европа покрыта льдом, под которым может находиться незамерзший океан, из всех объектов Солнечной системы она является наиболее пригодной для колонизации. Размер спутника (3138 км) соотносим с размером Луны (3476 км).
- **20 внешних спутников** - настолько далеки от планеты, что невидимы с её поверхности невооруженным глазом, обращаются в обратную сторону, могли быть захвачены гравитационным полем Юпитера.
- **4 малых спутника** - движутся по почти одинаковым орбитам, ученые предполагают, что они являются остатками более крупных спутников.

Область биологической жизни

Общность состава спутников Юпитера и Земли говорит о том, что жизнь могла существовать и на других планетах. **Фэтон** (планета Ольберса) - это гипотетическая планета, которая существовала между Марсом и Юпитером, но распалась и образовала пояс астероидов. В XVIII веке астрономы **Тициус** и **Боде** обнаружили, что расстояние от Солнца до известных на тот период планет подчинится закону геометрической прогрессии. Данная закономерность была названа правилом Тициуса-Боде. В последовательности было "незанятое" место - отсутствовала планета, которая должна была находиться между Марсом и Юпитером.

В геологическом прошлом Земли Мировой океан не мог возникнуть до тех пор, пока её поверхность не остыла. В тот период, когда на Земле была высокая температура, на Марсе она соответствовала современному уровню температуры на нашей планете. Изучая строение и рельеф Марса, ученые обнаружили следы рек и штормов, которые являются доказательством, что раньше на этой планете была вода. На Марсе располагаются ледяные шапки, которые, возможно, содержат не только воду. Если их растопить, то можно будет заполнить часть океанических ванн и речных

систем Марса. Если на Марсе была вода, то там присутствовало и давление, которое позволяло ей перемещаться, следовательно, была и атмосфера, что приводит к выводу о возможности существования на этой планете жизни. Упавший в Антарктиду метеорит содержит следы жизнедеятельности примитивных организмов, напоминающих ксанобактерии. После их обнаружения возникла наука **астробиология** и отделение астробиологии в Российской академии наук, родоначальником этого направления является академик **А.Ю Розанов** - директор Палеонтологического института РАН. Таким образом, агентами перемещения жизни в космосе могут выступать астероиды, кометы и метеориты.

Область биологической жизни или зона обитаемости может смещаться во времени пространстве. В случае увеличения активности Солнца, она будет от него отдаляться, в случае уменьшения - приближаться.

Загадки Солнечной системы

Данные о существовании планеты X (Нибиру, Мардук) мир получил в 1983 году, когда с помощью инфракрасного астрономического спутника IRAS в созвездии Орион было зарегистрировано тепло небесного тела, находящегося к плоскости орбиты Земли под углом 11 градусов. В это время планета X располагалась на расстоянии 50 млрд. миль от Земли, в 1987 году расстояние между планетами составило уже 4,7 млрд. Единого мнения о данном объекте нет, возможно, он представляет из себя планетное тело, которое вращается вокруг центра масс и иногда заходит в Солнечную систему.

В XIX веке в результате наблюдений и расчетов ученые выдвинули экзотическую идею о том, что у Земли должна быть планета-двойник Глория, которая вращается вокруг Солнца таким образом, что её никогда не будет видно. Поскольку космические аппараты вращаются вокруг Земли, эту идею пока не удастся ни доказать, ни опровергнуть

Солнце

- средний диаметр - $1,392 \cdot 10^9$ м (109 диаметров Земли)
- площадь поверхности - $6,078 \cdot 10^{18}$ м² (11,9 тыс. площадей Земли)
- объём - $1,40927 \cdot 10^{27}$ м³ (1,3 млн. объёмов Земли)
- масса - $1,9885 \cdot 10^{30}$ кг (332 тыс. масс Земли)
- средняя плотность - 1,409 г/см³
- эффективная температура поверхности - 5780 К

Строение Солнца: ядро, зона лучистого переноса, зона конвекции.

Солнечная радиация - электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца.

- **электромагнитная составляющая** солнечной радиации распространяется со скоростью света и проникает в земную атмосферу. Диапазон электромагнитного излучения Солнца очень широк - от радиоволн до рентгеновских лучей.

- **корпускулярная часть солнечной радиации** состоит преимущественно из протонов, движущихся от Солнца со скоростями 300 - 1500 км/с (Солнечный ветер).

Солнечная активность - совокупность явлений, наблюдаемых на Солнце и связанных с образованием солнечных пятен, факелов, флоккулов, волокон, протуберанцев, возникновением солнечных вспышек, возмущений в солнечной короне, увеличением ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучения и др.

В настоящее время наблюдаются:

- рост солнечной активности;
- повышение интенсивности солнечного магнитного поля;
- эффект Солнечного ветра - излучения Солнца заметно изменяют заряд и проходимость межпланетного пространства, что вынуждает заряженные частицы двигаться быстрее.

Влияние Солнца на глобальные природные процессы планет:

- значительное и быстрое (в течении первых лет) уменьшение полярных шапок Марса (по данным спутника, 1997) и увеличение плотности его атмосферы (НАСА, 2001);
- значительные физические, оптические, химические изменения на Венере, в том числе резкое уменьшение в атмосфере содержащих серу газов, усиление яркости;
- сдвиг полюсов Урана и Нептуна, значительное смещение магнитных осей относительно осей вращения ("Вояджер-2").

Лекция 10. Космоглобалистика. Часть 2

Солнечная активность

Данной лекцией курса "Глобальные природные процессы" мы завершаем рассмотрение космического пространства и его влияния на процессы, происходящие на Земле.

Циклы солнечной активности

Периодические изменения в солнечной активности называются солнечными циклами. В 1996 году отмечались единичные солнечные вспышки, в 2000 году их количество значительно увеличилось.

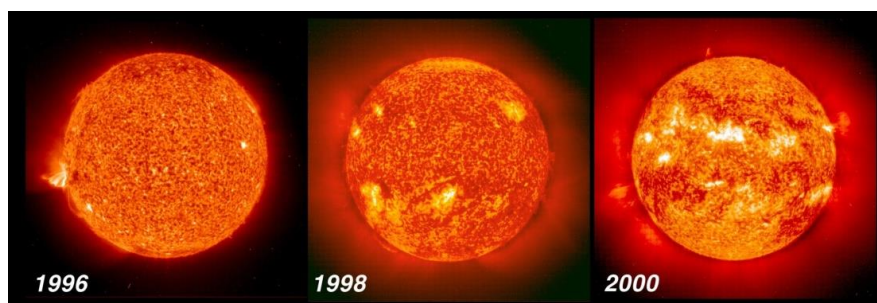


Рис.10.1. Изменение солнечной активности

В 1915 году А.Л. Чижевский в работах: "Физические фактора исторического процесса" и "Земное эхо солнечных бурь" связал циклы солнечной активности с различными процессами и определил длительность цикла (11 лет). Опираясь на летописи, ученый выявил корреляцию между описанными в них стихийными бедствиями (эпидемии, землетрясения, засухи, наводнения), геофизическими параметрами (напряженность земного магнитного поля, колебания зарядов атмосферного электричества, колебания средней температуры и др.) и циклами солнечной активности. А.Л. Чижевский выделил года, в которые были отмечены проблемы с урожаем, уменьшился средний вес младенцев, обратил внимание на то, что между революцией в России в 1917 году и началом Второй мировой войны прошло 22 года, то есть два 11-летних цикла солнечной активности. Изменение магнитного поля Земли и солнечная активность оказывают влияние на физическое и психоэмоциональное состояние людей. Многие решения, которые находятся в руках руководителей стран, подверженных подобному влиянию, могут привести к социальным потрясениям, возникновению революций, снятию накопившихся противоречий (эпохи неурожая, голод, нищета) с помощью войны. В.И. Ленин родился 22 апреля 1870 года, А. Гитлер - 20 апреля 1945 года, в качестве точки отсчета знаков Зодиака используется точка весеннего равноденствия, когда Солнце в своем видимом годовом движении переходит из южного полушария небесной сферы в северное. Даты рождения Наполеона и Ленина совпадают с пиками солнечной активности, дата рождения Гитлера - со спадом.

Помимо одиннадцатилетнего цикла солнечной активности её периодичность оценивается в 70 лет и в 200 лет, это находит отражение в климатических флуктуациях, в годовых кольцах современных и ископаемых деревьев. Кроме циклов выделяют периоды солнечной активности, которые аperiodически сменяют друг друга и характеризуются её усилением и ослаблением.

Название экстремального периода солнечной активности	Начало, год	Завершение, год
Минимум Оорта	1040	1080
Средневековый максимум	1100	1250
Минимум Вольфа	1280	1350
Минимум Шперера	1450	1550
Минимум Маундера	1645	1715
Минимум Дальтона	1790	1820
Современный максимум	1950	2004
Современный минимум	2004	(настоящее время)

В минимумы Шперера, Маундера и Дальтона замерзли каналы Амстердама, река Темза, берега Средиземного моря, а также зарегистрирован год, когда не пришло лето, что привело к проблемам с урожаем и голоду. Многие негативные социальные процессы, происходящие в эти исторические периоды (революции, Смутное время в России), связаны неблагоприятными погодными условиями и явлениями. В настоящее время человечество находится в периоде минимума, который проходит в условиях глобального потепления.

Солнечно-земные связи изучает Институт космических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук, который основан в 1987 году. Основное научное направление института - физика солнечно-земных связей на основе мониторинга гелиогеофизической обстановки и обнаружение электромагнитных и акустических предвестников землетрясений.

Воздействие Солнца на земные системы: гравитационное (Солнце составляет 99,8% массы Солнечной системы), температурное, электромагнитное.

Солнечное излучение

Солнце излучает энергию практически во всем известном спектре электромагнитного излучения (20 октав). Наибольшая часть энергии излучения сосредоточена в лучах видимого спектра и тепловых инфракрасных лучах, она обеспечивает возможность существования живых систем. Небольшая доля мощной ионизирующей и проникающей радиации является губительной для живых организмов.

Жизнь на Земле возможна благодаря **естественным защитным оболочкам**:

- **магнитосфера** - защищает от проникающей радиации галактических космических лучей, солнечного ветра и солнечных космических лучей;
- **ионосфера** (ионизированные верхние слои атмосферы) - активно поглощает рентгеновские и ультрафиолетовые лучи;
- **озоновый слой** - задерживает остатки ультрафиолетового излучения, активно поглощает ультрафиолетовое излучение с длиной волны менее 0,3 мкм;

В итоге ограничивается влияние на биосистемы и экосистемы энергичных изменений в солнечном ветре и коротковолновом излучении солнечного диска, обусловленных солнечной активностью.

Процессы и события, связанные с солнечными процессами

- увеличение частоты и интенсивности катастрофических событий (410%) как природного, так и природно-антропогенного характера (техногенные катастрофы) - период наблюдений 1963 - 1993 гг.;
- увеличение числа землетрясений: 9 из 21 самых крупных землетрясений произошли в XX веке, увеличение числа землетрясений (400%) выше 2,5 баллов по шкале Рихтера с 1973 года;
- активизация вулканизма за период 1875 - 1993 на 500%.

Как Солнце может уничтожить жизнь на Земле?

- примерно через 1,1 млрд. лет Солнце станет светить на 11% ярче, что приведет к потеплению в среднем на 50°C, гидросфера Земли испарится, без нее не станет атмосферы и жизни;
- примерно через 5 млрд. лет Солнце станет раздуваться и превратиться в красный гигант, разрастающийся верхний слой которого начнет поглощать планеты Солнечной системы. Земля будет поглощена через 7 млрд. лет;
- если солнечные протуберанцы достигнут Земли, то она "запечется" до существенных глубин;
- если активность Солнца уменьшится, то на Земле станет также холодно, как на Марсе.

Гамма-всплеск

Гамма-всплеск - масштабное космическое событие электромагнитной природы с выбросом энергии взрывного характера длительностью от миллисекунд до часа. За первоначальным всплеском следует "послесвечение", излучающее на более длинных волнах (рентген, ультрафиолет, оптической, инфракрасное и радио). Причиной гамма-всплеска является трансформация сверхновой в черную дыру или слияние двух нейтронных звезд. **Черная дыра** - область в пространстве и времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света. За несколько секунд высвобождается объем энергии,

эквивалентный 10 млрд. лет активности Солнца. Взрыв порождает два смертельных пучка гамма-лучей, направленных в противоположные стороны и движущихся со скоростью света.

Потоки гамма-лучей могут достичь планет, по мнению ученых это случилось на рубеже Ордовикского и Силурийского периодов 443 млн. лет назад, когда один из лучей, проходя мимо Земли, задел её. За 10 секунд была разрушена половина озонового слоя, произошло массовое вымирание 2/3 биологических видов, 85% живых существ и 60% морских организмов. Формы жизни сгорели за секунды, обитатели мелководья и верхних слоев открытого океана (пелагиали) - за минуты. Смерть планктонных организмов (основа пищевой цепи), а также рифостроящих и сопряженных с ними существ вызвала коллапс всех пищевых связей. Таким образом гамма-излучение сделало обитателей Земли беззащитными перед ультрафиолетовой радиацией. Началась перестройка атмосферы: высокоэнергетичные гамма-лучи разбивают молекулы атмосферного азота на отдельные атомы, которые вступают в реакцию с молекулярным кислородом, в результате чего получается окись азота, которая разрушает озон и дает диоксид азота - бурый и почти непрозрачный удушливый газ. Диоксид азота опять дает окись азота, разрушающую всё больше озона. Этот цикл повторяется до тех пор, пока полностью не исчерпывается запас озона. Небо затягивает тучами азотсодержащих газов, которые препятствуют проникновению солнечного света. Таким образом гамма-всплеск спровоцировал похолодание, то есть ледниковый период.

Терраформирование Марса и Венеры

Человечество задумывается о терраформировании планет земной группы - заселении или колонизации. Возможно, люди будут жить и на Луне, Марсе или Венере. Область биологической жизни или зона обитаемости определяется местами, где жизнь могла бы существовать. В настоящее время на Земле комфортные условия, но в геологическом прошлом они были комфортными на Марсе. Если Солнце начнет остывать, то условия станут лучше на Венере, поэтому эти планеты рассматриваются как кандидаты на освоение.

- **Марс** - почти нет атмосферы, разреженный газ на 95% состоит из углекислоты, давление на поверхности составляет 0,006 от земного, (на Земле 22°C). Проблема колонизации Марса связана с низкими температурами - среднегодовая температура равна -58°C.
- **Венера** - температура составляет +475°C, атмосфера находится под невероятным давлением в 93 атмосферы и практически полностью состоит из углекислого газа. Давление и температура близки к земным на высоте около 45 - 55 км.

Около 4 млн. лет назад произошла интенсивная бомбардировка всех планет Солнечной системы метеоритами, в это время Земля выглядела также, как сейчас выглядит Луна. Кратеры пропали в результате изменения рельефа Земли, движения

тектонических плит, открытия и закрытия океанов, круговорота воды в природе, жизнедеятельности растений, которые корнями разрушают горные породы. В наши дни Венера по составу атмосферы похожа на молодую Землю. Чудовищный парниковый эффект её атмосферы связан с переизбытком углекислого газа. Количество углекислоты на Венере почти равно её запасам на Земле, трансформированным в горные породы, раковины или скелеты организмов в океане. Около 3 млрд. лет назад земная атмосфера тоже на 85 - 90% состояла из углекислого газа (остаток – азот), давление составляло более 10 атм. За 100 -150 млн. лет геологической истории содержание углекислого газа понизилось в 10 тыс. раз из-за трансформации кремнистых пород в карбонатные под воздействием живых организмов, которые потребляли углекислый газ и выделяли кислород. Возможно, на Венере и Марсе когда-то присутствовала жизнь, но в иной, нетипичной форме, возможно, она есть и сейчас, но скрыта от людей.

Венеру предлагается заселить растениями, которые инициируют изменение состава её атмосферы. Если на планету доставить аэролаты, то они смогут начать преобразование без участия человека. Множество аэролатов-теплиц с растениями будет необходимо разместить над поверхностью Венеры. Когда температура её поверхности понизится до 100°C станет возможно высадить на полюсах бактерии и некоторые виды лишайников для фотосинтеза и преобразования атмосферы организмами на поверхности планеты. В результате охлаждение пойдет быстрее (температура на поверхности 20 - 25°C) и атмосфера обогатится кислородом. Станет возможна высадка древовидных форм, что приведет к достаточному для дыхания количеству кислорода. Жизнь будет возможна только на полярных и приполярных территориях Венеры, потому что на экваторе температура все ещё будет составлять до - 80°C. Другой подход предлагает бомбардировать атмосферу Венеры множеством капсул с фотосинтезирующими простейшими организмами, которые после раскапсулирования будут плавать в плотной атмосфере планеты и не попадут на её поверхность до тех пор, пока состав и физические свойства атмосферы не изменятся.

Разогреть холодный Марс сложнее, чем охладить замерзшую Венеру. Для этого предлагается распылить на полюсах Марса светопоглощающие вещества, но самым эффективным методом признана инъекция искусственных парниковых газов, произведенных на планете из имеющегося там сырья. Добавление октафлюоропропана в концентрации 0,03% от атмосферы Марса вызовет парниковый эффект, в результате которого растают льды. Пока следов жизни на Марсе не обнаружено, но на Землю упало 17 метеоритов марсианского происхождения. В метеорите ALH 84001 (возраст 4,5 млрд. лет) найдены образования, напоминающие окаменелые бактерии (1996, Антарктида). Крайне низкое содержание аргона в метеорите говорит о том, что температура на Марсе была отрицательной в течении миллиардов лет, при этом ученые не исключают возможность наличия на планете локальных источников воды. Американские геологи Д. Шустер и Б. Вейсс полагают, что больших океанов на Марсе долгий период не было, и что жидкость, проевшая значительное количество оврагов на

его поверхности, была соленой или кислой (что снижает уровень таяния) и могла течь при -50°C , следовательно, не могла существовать и жизнь. Большинство ученых сходится в том, что вода на Марсе была, более того, в метеорите марсианского происхождения был найден гипс, который образуется в стоячей воде в условиях теплого климата, например, в лагуне. В настоящее время среднегодовая температура у поверхности планеты равна -58°C . Несмотря на то, что Марс замерз, недра его не остыли и в геологическом смысле он ещё жив, то есть активен.

Последствия падения космических тел

Когда на Землю падают комические тела (астероиды, метеориты, кометы), то происходит взрыв, обломки разлетаются и в слоях горной породы образуются горизонты, которые называются иридиевые аномалии. Иридиевая аномалия на границе меловых отложений в Колорадо (США) считается результатом падения метеорита (диаметр 11 км) на полуостров Юкатан в конце Мелового периода 65 - 66 млн. лет назад. Половина кратера находится на поверхности полуострова, вторая половина уходит в акваторию Мексиканского залива (Карибское море).

Падение космических тел оказывает глобальное воздействие на Землю. Слой поверхности, указывающий на произошедшее событие, в его эпицентре составляет дециметры, иногда метры, на периферии – миллиметры. На памяти человечества событий значительного масштаба не происходило, отмечено только сильное цунами, произошедшее 26 декабря 2004 года, когда в результате падения астероида Чиксулуб суда из океана принесли на берег.

Падение астероида, который подвел черту под существованием динозавров

Ударная сила астероида в 20 млн. мегатонн - по одной водородной бомбе на каждые 6 км² земной поверхности. В радиусе 100 км испарились вода, сам астероид диаметром 11 км, упавший со скоростью около 36 тыс. км/ч, и часть верхних слоев земной коры.

- **первая и вторая "волна смерти"** - ударная волна и обжигающее облако газа пронесли со сверхзвуковой скоростью, испепеляя все на своем пути;
- **третья волна** - удар породил землетрясение магнитудой до 13 баллов;
- **четвертая волна** - в Атлантическом океане зародилось цунами;
- **пятая волна** - в космос были выброшены обломки земной коры, которые выпали в виде метеоритного дождя, усугубляя повсеместные пожары. Многие обломки представляли собой стеклянные шарики (сферулы);
- **шестая волна** - загрязнение атмосферы продуктами взрыва привело к глобальному потеплению;
- **седьмая волна** - выпадение кислотных дождей;
- **восьмая волна** - глобальное затемнение;
- **девятая волна** - глобальное похолодание.

Астероид упал на пласты, содержащие гипс, в результате был высвобожден колоссальный объем серы, которая смешивалась с парами воды в атмосфере и образовывала серную кислоту. Сернокислые дожди выжигали все живое на суше и в верхних слоях океанских вод. На суше они меняли рельеф: растворение карбонатных пород усиливало карст, провоцируя обвалы и оползни. Грунтовые и поверхностные воды (источники воды) были отравлены. Затемнение могло длиться несколько месяцев. Глобальное похолодание было вызвано значительной концентрацией в атмосфере двуокиси серы - газа, пропускающего солнечный свет, но задерживающего тепло. Похолодание вызвало регрессию морей и океанов, обнажив их мелководные участки. Фильм "Армагеддон животных" в 8 сериях рассказывает о массовых вымираниях живых существ, которые происходили в геологическом прошлом, 2 серии фильма посвящена данному событию, произошедшему 65 - 66 млн. лет назад.

Падение Тунгусского метеорита

Сильнейший взрыв в атмосфере на небольшой высоте 30 июня 1908 года в 07:17 местного времени в бассейне реки Подкаменная Тунгуска вызвал ударную волну, спровоцировавшую в тайге огромные разрушения, следы которых наблюдаются до сих пор. На площади 500 км² полностью был повален вековой лес. Ударная волна породила землетрясение, которое отметили сейсмографы Иркутска, Ташкента, Тбилиси и Вены. Катастрофа повлияла и на органический мир: многие растения, пережившие это событие, демонстрируют ускоренный рост: Спил 180-летней лиственницы показывает искривление и ускорение роста годовых колец сразу после катастрофы. Объяснения данного явления у ученых пока нет. От метеорита ничего не осталось, поиски его частиц не увенчались успехом ни в царские, ни в советские времена. Было организовано множество экспедиций, в ходе которых астрономы, геологи, историки и краеведы беседовали с эвенками, имеющими большую продолжительность жизни. Картины художника **Н.И. Федорова "Пролет над Забайкальем", "Пролет над эвенкийским стойбищем р. Нижняя Тунгуска", "Ударная волна"** и др. выставлены в Дарвинском музее. Они воссоздают рассказы местных жителей, которые активно участвовали в процессе создания картин. Свидетели падения метеорита сообщили о том, что после удара он отскочил от Земли и только после этого взорвался на небольшой высоте (именно такие взрывы имеют максимальный разрушительный эффект), а также о том, что молнии в месте падения длительное время ударяли в одно и то же место, летало большое количество шаровых молний.

Вероятные последствия падения астероида

13-летний немецкий школьник нашел ошибку в расчетах NASA о вероятности столкновения Земли с астероидом Апофис в 2029 году. Согласно расчетам мальчика, которые признаны экспертами наиболее точными, вероятность столкновения в 100 раз больше, чем предсказывало космическое агентство. Астероид **Апофиз-99942** диаметром от 270 до 415 м и массой 46 млн. тонн должен пролететь рядом с Землей и Луной через "гравитационную замочную скважину" шириной около 400 м, испытывая

влияние гравитации дух небесных тел, при этом он будет находится ближе к поверхности Земли, чем Луна. С вероятностью 0,2 - 0,002% его орбита может измениться так, что во время следующего сближения он упадет на нашу планету в районе Гондураса 13 апреля 2036 года. Апофиз также может притянуть силой тяжести Луны и тогда пострадает она.

В результате падения Апофиза на Землю произойдут следующие негативные явления:

- Земля ощутит удар, по силе превосходящий взрыв атомной бомбы в Хиросиме почти в 100 раз;
- возникнет гигантское цунами, которое затопит большую часть побережий и внутренние территории прибрежных стран;
- поднимется плотное облако пыли, которое заслонит солнечный свет более, чем на год, наступит "ядерная зима".

Возможное столкновение Земли с другими космическими телами могло случиться: с астероидом 2005YU55 в 2011 году, с астероидом 2002 NT7 - в 2019 году. Тактически возможно попытаться уничтожить астероид или сбить его с орбиты при помощи взрыва. Если взорвать астероид, то он может расколоться на крупные или мелкие обломки. Сложно спрогнозировать, что будет менее пагубным - 10 тыс. или несколько сильных падений обломков. Важно также учесть, что вокруг астероида вращается множество более мелких объектов, которые находятся в поле его притяжения, что может помешать воздействию на него. Изменить траекторию астероида можно при помощи гравитационного тягача - космического корабля, способного силой своей гравитации притянуть и отклонить его. Если комический аппарат массой 20 тонн, включив двигатели, зависнет над поверхностью космического тела радиусом 100 м, то на астероид начнет действовать сила гравитации. Включив двигатели тягач сможет изменить траекторию на миллиметры, но этого будет достаточно, чтобы предотвратить столкновение. Отметим, что такой аппарат невозможно собрать на Земле, это необходимо делать в космосе. Постройка тягача займет не менее 10 лет, с учетом этого времени знать о грозящем столкновении необходимо не менее, чем за 30 лет. В настоящее время астрономы не могут похвастаться тем, что зарегистрировали все стометровые объекты, сближающиеся с Землей.

Ударные кратеры

Распределение **астропроблем** (структур, которые возникают в ударных кратерах) по поверхности Земли носит случайный характер. Больше всего их в восточной части Северной Америки и в Европе, то есть в наиболее геологически изученных районах. С повышением интенсивности геологических работ количество достоверно установленных астропроблем быстро увеличивается. Проблемы от крупных астероидов тяготеют к окрестностям Мексиканского залива.

Древние ударные кратеры:

- кратер Каньон-Диабло (Аризона, США) - каньон представляет собой чашу, размеры которой достигают 1,3 тыс. м в диаметре и 200 м глубины, был образован 25 тыс. лет назад, диаметр астероида составлял 45 - 100 м;
- кратер Аорунга (Чад, Африка) - первоначальный кратер (около 200 млн. лет) погребен осадочными породами, последующая эрозия сделала его видимым только из космоса. Диаметр примерно 17 км.
- впадина соленого озера Кара-Куль (Памир, Таджикистан) - расположена недалеко от китайской границы на высоте почти 4 тыс. м, известна много веков, но черты ударного метаморфизма в слагающих её породах обнаружены недавно. Диаметр - 45 км.

Структуры, которые возникают в ударных кратерах, называют астропроблемы, чтобы не путать их с кратерами вулканов. Они имеют разное строение: кратер с центральным поднятием в том месте, где произошел удар; кратер, заполненный брекчиями - горной породой, возникшей в результате разрушения; простая форма. В условиях больших давлений и больших температур в местах падения астероидов формируется алмазы.

- Acrsman (Австралия): диаметр 160 - 170 м, возраст - 570 млн. лет;
- Chicxulub (Мексика): диаметр 100 м, возраст - 35 млн. лет;
- Попигай (Россия): диаметр 200 м, возраст - 1,8 млн. лет;
- Sudbury (Канада): диаметр 140 м, возраст - 1,9 млн. лет;

Возникновение жизни

Пояс астероидов - скопление астероидов между орбитами Марса и Юпитера, включающее около 400 тыс. объектов. Если космическое тело падает в воду, которая амортизирует удар, - его верхняя часть разрушается, а то, что находится в центре, может сохраниться, в том числе и организмы. Когда люди говорят о возникновении жизни и её распространении, им необходимо решить философскую проблему - как именно образовалась жизнь. Если считать, что она самозародилась на Земле, то придется признать жизнь уникальным явлением. Другая точка зрения состоит в том, что жизнь распространяется с планеты на планету, мигрируя при помощи космических тел.

Членистоногие - древняя, очень активно эволюционирующая группа животных, которая составляет почти 75% всех известных науке видов (более 3 млн.). Членистоногие появились на "заре" жизни и прошли все массовые вымирания, поскольку они и близкие к ним по уровню организации существа, например, тихоходки, могут выдерживать нагревание до 100°C, понижение температуры до -273°C, при замораживании и высыхании впадать в состояние анабиоза, которое может длиться тысячи и более лет. Тихоходки являются кандидатами для путешествий в космосе, потому что выдерживают радиацию (570 рентген в час) и давление в 6 тыс. атмосфер, сопоставимое с давлением на дне Марианской впадины. Они могут

находиться в и в атмосфере, состоящей из сероводорода, углекислого и угарного газов, близкого по составу к первичной атмосфере Земли (Архей, 3,5 млрд. лет назад) или современной атмосфере Венеры и Марса. Тихоходки были обнаружены в ходе бурения скважин для изучения по годовым кольцам льда процессов оледенения в Антарктиде. Японские ученые определили, что эти микроскопические организмы находились в анабиозе в слое льда, возраст которого составлял несколько тысяч лет. В комфортных условиях они перешли в активное состояние и были и отправлены в космос, где в условиях абсолютного вакуума находились в живом состоянии до 30 мин. Эксперименты по выходу в космос тихоходок произведены на орбитальной станции МИР. Учитывая, что одними из примитивных форм жизни являются черви, моллюски и членистоногие, эксплуатирование образов этих организмов писателями-фантастами или режиссерами художественных фильмов вполне обосновано.

Панспермия

Шведский астрофизик, лауреат Нобелевской премии по химии **Сванте Аррениус**. В 1903 году ученый опубликовал фундаментальный труд "**Учебник космической физики**", в котором высказал предположение, что споры бактерий "прибились" к Земле лучами света. Позднее гипотеза зарождения жизни на Земле путем занесения из космоса получила название **теория космозоев** или **панспермия**. Спермии - мелкие зародыши, способные выдерживать большие перепады температур, космическое излучение и другие смертельные факторы внешней среды. Английский астроном Ф. Хойл развил теорию и предложил на роль спермий межзвездные пылевые частицы, содержащие в графитовой оболочке бактерии. Позднее стало принято считать, что в качестве транспортного средства для жизни могут подойти космические тела. На настоящее время спермии не обнаружены.

Пейзаж Земли в архее около 4 млрд. лет назад включал в себя лишённые жизни скалы и Мировой океан, в это время в значительном количестве на поверхность планеты падали метеориты и астероиды, в одном из этих тел могли находится потенциальные колонизаторы. Художественный фильм "Эволюция" предлагает рассмотреть следующий сценарий развития биосферы: упавший в пещеру астероид инициирует эволюцию новой жизни, которая в благоприятных условиях развивается в ускоренном темпе. Процесс, который на Земле занял десятки сотен миллиардов лет, осуществился намного быстрее: в первый день возникает жизнь, на второй - её примитивные формы, на третий - растения (мхи, грибы), далее - животные и гуманоиды. Скорость эволюции на Земле не является стандартом, в других местах она может быть иной. Иными могут быть и версии жизни, состоящие из углерода, азота, кислорода и водорода, по сути являющимися деталями конструктора. Возникает вопрос о том, что произойдет с "коренной" формой жизни (включая её исследователей), если новая форма пройдет эволюционный путь очень быстро. Отметим, что у неё могут быть конкурентные преимущества, которые позволят ей вытеснить первоначальные формы жизни, существующие на Земле. Выдержать многообразие стрессовых ситуаций способны простейшие виды, которые в истории Земли многократно демонстрировали

эту способность, когда в ходе массового вымирания погибало 60 - 80% живых существ и существенно уменьшалось видовое разнообразие.

Самозарождение жизни на Земле

Если рассматривать концепцию самозарождения жизни на Земле, то необходимо понимать, что это было случайностью. Первая живая клетка возникла из неких частей, включая аминокислоты, возможно, в поре глинистого минерала и на внутренней поверхности гейзера, где выходили растворы и газы богатого состава, являющиеся катализатором этого процесса. Гипотеза биохимика **А.И. Опарина** предполагает, что первичные аминокислоты могли собираться в протоклетки, внутри которых в какой-то момент времени собрались необходимые для возникновения жизни компоненты. При этом живая клетка должна быть способна к самовоспроизводству (размножению). **Эксперимент Миллера-Юри** был проведен в начале прошлого века одновременно с экспериментами академика А.И. Опарина. Американские ученые смоделировали состав атмосферы раннего периода развития Земли и синтезировали органические молекулы из неорганических. Исследователи использовали для охлаждения жидкий азот, в природе это было бы невозможно, состав созданной ими атмосферы подвергался критике повторить этот эксперимент не удалось, возможно, он был научной спекуляцией. Зародилась ли жизнь на Земле в ходе неких физико-химических процессов или она произошла на какой-то планете в космосе и распространяется с одной планеты на другую, сколько существует версий жизни - людям неизвестно, но вероятность того, что жизнь существовала или существует где-то кроме Земли, исключить нельзя.

Эволюция

Глобальные природные процессы и коэволюция необратимы. В фильме "Планета обезьян" показан момент случайности в ходе эволюции: вернувшиеся из космической экспедиции исследователи обнаруживают захваченную обезьянами Землю. В новом мире люди превратились в полуразумные существа, которые используются в качестве рабов. Этот сценарий невозможен, потому что у каждого биологического вида есть шанс развиваться, если он его не реализует, его реализует более удачливый вид. В истории Земли существовали напоминающие обезьян животные, которые были более развитыми, чем шимпанзе или орангутанг. Часть тупиковых ветвей вымерло, часть - переродилась в другие виды и стала людьми. Точка расхождения давно пройдена, поэтому даже если человека не станет, обезьяны не станут "умнее".

Канадский палеонтолог **Д. Рассел** предполагает, что если бы динозавры, многие из которых могли поддерживать постоянную температуру тела, не вымерли в конце мезозойской эры, то один из них - троодон (стенонихозавр) мог бы стать "умнее" зайца. В итоге некоторые из рептилий в благоприятных условиях могли бы сформировать эволюционную ветвь - гуманоиды на основе рептилий, которые заняли бы место млекопитающих. Эволюция является цепочкой случайностей: если бы во времена

существования динозавров не упал астероид, не происходило движение тектонических плит, не закрылся океан Тетис, не раскрывались новые океаны, не появились новые виды растений - эволюция могла бы пойти по другому пути.

В ходе курса лекций "Глобальные природные процессы" были рассмотрены: виды и взаимодействие глобальных природных процессов, влияние глобальных породных процессов на человечество, антропогенное воздействие на атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу, частью которой является человек. Для понимания взаимосвязи глобальных систем необходимо изучать геологическое прошлое Земли, осуществлять мониторинг происходящих в настоящее время природных процессов. Это поможет лучше прогнозировать глобальные вызовы, с которыми может столкнуться человечество. Одним из текущих вызовов, заслонивших проблему загрязнения окружающей среды, глобального потепления и повышения уровня Мирового океана, является пандемия - один из закономерных и периодических процессов глобальной биологической системы. От эпидемий страдают не только люди, но и животные, до настоящего времени не зарегистрировано ни одной эпидемии, которая привела бы к исчезновению биологического вида.



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ