**Экологический кризис - прецедент в мезозое**

В.В.Жерихин

Еще 20-25 лет назад слова "экология", "экосистемы", "биоценозы" встречались только на страницах научной и научно-популярной литературы. С тех пор они успели перекочевать в газеты, на телевизионные и киноэкраны, в экономические расчёты, в технические проекты, предвыборные программы политических партий, и статьи законодательства. Они наряду с понятиями "эволюция" и "генетика" стали едва ли не самыми широко известными биологическими терминами. Весь этот массовый интерес обращен на один и тот же аспект экологии - на вопрос о сопротивляемости природной системы разрушительному воздействию человеческой цивилизации. В потоке страстных призывов спасти природу, мрачных пророчеств, оптимистических обещаний, сухих экономических оценок, изящных математических моделей непросто разобраться даже специалисту. Проблемы природной среды многообразны и многолики как сама природа. Вопросы развития человеческого общества сложны и многосторонни как само человечество. Когда же речь заходит о взаимодействии человека и природной среды, эти сложности и многообразия перемножаются. И так нужно, так необходимо, проводя детальные, тщательные скрупулёзные исследования, сохранить при этом и возможность бросить взгляд издалека если не на весь этот волнующийся океан проблем, то хотя бы на его по возможности большую часть.

Палеонтология, пожалуй, единственная из биологических наук, которая в принципе не умеет разглядывать события вблизи, страдает, так сказать принципиальной дальнозоркостью. Через "горы времени" неразличимы подробности происходившего. Позади угадываются лишь общие контуры событий, общие очертания канувших в небытие миров. Но значительные перемены, великие перевороты не теряются и во мгле времён. Сейчас, в эпоху массовой экологической тревоги, изучение крупнейших кризисных перемен в органическом мире прошлого приобрело неожиданную актуальность.

Один из таких "кризисов" произошёл в середине мелового периода - последнего периода мезозойской эры, около 100 млн. лет назад. И был он, хотя не единственной, но, как оказывается, одной из самых важных смен в истории биосферы. В это время природные сообщества (биоценозы) изменились чрезвычайно резко и очень быстро (разумеется, по палеонтологическим меркам) - особенно на суше и в пресных водоёмах, хотя и морские сообщества не остались в стороне от происходившего. Меловая биологическая "революция" - очень благодарный объект изучения. Следовавшие за ней перемены - даже крупная смена на рубеже мезозойской и кайнозойской эр, последовавшая через 35 млн. лет, - уступали ей по масштабу, а другие сравнимые по значению события если и происходили, то значительно раньше, и поэтому их нельзя изучить столь же подробно. Время неторопливо, но неумолимо стирает свидетельства минувшего, и от более древних событий до нас дошло меньше фактического материала.

**Переворот в растительном царстве**

Провозвестники надвигающихся перемен появились задолго, за 20-30 млн. лет до их наступления, ещё в начале мела (так обычно называют меловой период для краткости). Материалы, документирующие это появление, выглядят на редкость невзрачно. Это не кости исполинских ящеров, не рогатые черепа, не раковины фантастических очертаний - это всего лишь отпечатки небольших, ничем не примечательных с виду листьев, да различимая только под микроскопом пыльца древних растений. И листья, и пыльца принадлежит покрытосеменным (цветковым) растениям. В наше время покрытосеменные важнейшая и самая разнообразная группа, к которой относится большая часть растительного мира. До мелового периода их не существовало. В тогдашнем мире господствовали другие группы растений, из которых сейчас заметное место в природе сохранили только хвойные и папоротники. Что касается других растений мезофита т е. "средней эры" истории растительного мира, названной так по аналогии с мезозоем ("средней эрой" истории животных), то они совсем или почти совсем исчезли с лица земли. Уцелел до наших дней лишь один-единственный вид - странное дерево гинкго с веерообразными листьями. Первые покрытосеменные совершенно теряются на фоне мезофитной растительности, - так же, как теряются на фоне крупных травоядных и хищных млекопитающих кайнозоя первые антропоидные обезьяны.

Палеонтологические материалы надёжно документируют дальнейшие события. Сначала невзрачные мелколистные покрытосеменные распространяются всё шире и шире, хотя и остаются повсюду на третьих и четвёртых ролях. В начале мела они прослеживаются в Центральной Азии. Через десяток миллионов лет они уже обнаруживаются в других частях Азии, в Африке. Затем - в Америке, в Европе. Ещё несколько позднее - в Австралии. Затем им как бы надоедает скрываться в тени.

Происходящее выглядит тем более драматично, что участники событий - бессловесные, неподвижные растения. За несколько миллионов лет - в самом конце первой половины мела - покрытосеменные замещают в палеонтологических захоронениях большую часть характерных мезофитных растений. В это же время уцелевшие от вымирания мезофитные группы - папоротники и хвойные - меняются, становятся похожими на современные. Этим "перебежчикам из чужого стана" покрытосеменные соглашаются уделить место в своем новом мире. Остатки же других мезофитных растений, хотя ещё и продолжают встречаться во второй половине мела, но становятся всё более и более редкими. И, наконец, совершенно исчезают.

**Как рухнула экологическая пирамида**

Одновременно с растениями меняются и животные. В конце раннего мела обнаруживаются древнейшие известные плацентарные млекопитающие, похожие на современных мадагаскарских тенреков (щетинистых ежей). Становятся многочисленными птицы. В середине мела появляются первые змеи. Резко меняется состав насекомых. Среди них, например, появляются муравьи, становятся обильными и разнообразными термиты и бабочки. В море появляется множество групп костистых рыб. С тех пор и вплоть до наших дней все эти группы животных вместе с покрытосеменными растениями относятся к числу важнейших, определяющих весь облик природы. Переживают меловую катастрофу динозавры. Их час ещё не пробил. Им предстоит вымереть через 30 млн. лет, при следующей, менее резкой смене органического мира - в конце мела. Но и динозавры пережили середину мела совсем не спокойно - они сильно изменились, особенно растительноядные.

Однако список появляющихся в середине мела групп животных не так уж велик. Ещё меньше таких групп животных, чья судьба оказалась столь же печальной, как судьба мезофитной флоры. От них остались только отпечатки в осадочных пародах или скелетные остатки.

Легко понять, что при смене растительности смена животного мира совершенно неизбежна. Всё живое выстроено в великую экологическую пирамиду, в основании которой стоят растения. На этом фундаменте следующий слой - растительноядные животные. На них - следующий слой - хищники...

Покачнётся основание - и вся пирамида зашатается, угрожающе накренится и рухнет, погребя под своими обломками и растительноядных, и хищников, и тех, кто питается отмершими частями растений или трупами животных. Да и не в одних "кормовых" (или, как говорят в биологии, трофических) зависимостях дело. Тысячи не только трофических, но и иных прочных "цепочек" связывают животных с растениями (как, впрочем, и растения с животными).

Вот исчезли мезофитные растения. Конечно, те, кто ими питался, должны были тоже исчезнуть или измениться. А дальше всё происходит как в популярном стихотворении "Дом, который построил Джек". И те животные, которые укрывались среди зарослей растений от врагов, тоже должны были исчезнуть или измениться. И те, кто был приспособлен к создавшемуся мезофитными растениями микроклимату, должны были исчезнуть или измениться. И те, кто был приспособлен к физическим и химическим особенностям почвы, созданной мезофитными растениями, должны были исчезнуть или измениться. Долго ещё можно было бы продолжать этот перечень - и после каждого его пункта колокольным ударом звучала бы эта альтернатива: "исчезнуть или измениться".

Поскольку требовалось не просто измениться, а измениться согласно требованиям новой окружающей среды, большинство находившихся под угрозой животных в результате исчезли. Меньшинство же научилось жить в этом изменившемся мире.

Возникает вопрос: почему же сменились растения, почему закачалось основание пирамиды? Обычно считают, что основной причиной смены были изменения климата. Но думается, что это лишь часть ответа, и притом даже не основная. Климатические изменения происходили и до, и после меловой смены органического мира. Некоторые из них были гораздо более резкими, чем совпадающие с этой сменой. Однако сравнимых по масштабу биологических событий при этом не происходило. Скорее можно думать, что изменения климата подтолкнули уже готовые рухнуть сообщества мезофита - как варвары Рим времён упадка. Не будь в это время наготове покрытосеменных, готовых ринуться в пробитую брешь, биоценозы мезофита оправились бы от климатического удара ценой сравнительно небольших изменений, как уже не раз случалось ранее. Но покрытосеменные уже были, и это решило исход дела.

Как бы там ни было, какой бы ни была первопричина победы цветковых, едва ли можно сомневаться в том, что именно эта победа повлекла за собой остальные перемены в органическом мире.

**Природа залечивает раны**

Итак, экологическая пирамида мезофита рухнула. Мезофит канул в прошлое. От сложнейших, совершеннейших, тонко сбалансированных биоценозов остались хаотические обломки, которые и сообществами-то нельзя назвать с достаточным основанием. Все связи в них были слеплены топорно, наскоро, кое-как. Оттачивать и отшлифовывать их было некогда, да и незачем - ведь особенностью этого разрушенного мира являлось то, что все уцелевшие были на первых порах приспособлены к нему одинаково плохо. Новые жертвы не слишком искусно прятались от новых хищников в зарослях растений, но им помогало то, что и новые хищники не слишком успешно разыскивали и преследовали их в этих зарослях. Растительноядные животные с трудом усваивали непривычные ткани непривычных растений, но им не грозили конкуренты, потому что все растительноядные находились в том же положении. И так было во всём. Но не слишком долго.

Те же палеонтологические материалы, которые в раннем мелу открывают нам картину постепенного внедрения покрытосеменных в мезофитный мир и краха этого мира, в позднем мелу показывают, как на руинах мезофита складываются новые сообщества, характеризующие новую, пока последнюю в истории биоценозов суши - кайнозойскую.

Появляются всё новые и новые группы взамен исчезнувших, компенсируются потери. Структура биоценозов, поначалу очень простая и примитивная, делается всё сложнее и совершеннее. Всё разнообразнее и сложнее становятся новые взаимосвязи между новыми организмами; части новой экологической машины притираются друг к другу. Последствия катастрофы были ликвидированы, раны залечены.

Этот чудесный процесс "самосборки" новых биоценозов взамен погибших заслуживает того, чтобы немного подробнее остановиться не его механизме. Поражает прежде всего скорость процессов восстановления. Ведь в течение большей части истории. Земли органическая эволюция происходила медленно и плавно. Рассмотрим в качестве примера насекомых. В этой группе животных средний возраст современных видов составляет приблизительно 5-7 млн. лет, а максимальный - по меньшей мере 40-45 млн лет. При этом насекомые - ещё не самая медленно эволюционировавшая группа животных. Но эволюция отнюдь не потому тащилась таким черепашьим шагом, что животные организмы в принципе не способны меняться быстрее. Нет, скорость их изменений может быть очень высокой. Человек путём селекции создал новые виды растений и некоторые из них (например, кукуруза) очень сильно отличаются от своих диких предков. В лабораторных экспериментах изменения насекомых на видовом уровне удавалось достичь за 12-20 поколений. Иными словами, их естественная эволюция шла в сотни тысяч, а то и в миллион раз медленнее, чем могла бы идти.

Очень похоже, что одним из главных тормозов, сдерживающих эволюционные преобразования, служат именно биоценозы. В хорошо сбалансированном, устойчивом биоценозе эволюционировать практически незачем - условия привычны, приспособления к ним отточены и выверены и потому большинство изменений беспощадно отбрасывается естественным отбором. Кроме того, в устойчивом сообществе свобода изменений чрезвычайно ограничена. Каждый вид в нём со всех сторон "зажат" соседями. Перейти на другое кормовое растение? Но им уже питаются другие растительноядные виды, успевшие хорошо приспособиться к его особенностям - куда лучше, чем это доступно новичку. Сменить среду обитания, уйти, например, с суши в воду? Но и там места заняты, и очень мало шансов, что чужаку удастся втиснуться в этот "переполненный ковчег".

Иное дело в разрушенных, незаполненных сообществах. Лишь небольшая часть ресурсов в них используется, да и та не слишком эффективно. Поэтому изменениям открыт зелёный свет: твори, выдумывай, пробуй! Конечно, и здесь множество проб будет безуспешно и приведёт только к вымиранию, но есть реальные шансы на крупный выигрыш. Более того, в этом мире едва ли выиграет тот, кто не рискует: через некоторое время его обгонят, опередят конкуренты, перехватят использовавшиеся им ресурсы и вытеснят его. Таким образом, в незаполненных биоценозах естественный отбор благоприятствует изменениям и не поощряет консерватизма. И чем менее совершенна структура сообщества, тем быстрее в нём идет эволюция. Чем стабильнее и равновеснее сообщество, тем сильнее эта эволюция тормозится. Теперь ясно, какой замечательный механизм выстраивает новые биоценозы взамен погибших. Лишь только оказывается, что разрушение сообщества зашло достаточно далеко, в нём автоматически повышается скорость эволюционных изменений видов - и тем сильнее, чем сильнее разрушено сообщество. Вот эта ответная, компенсаторная эволюция и залечивает раны природы.

**Семь выводов из прошлой катастрофы**

Попробуем подытожить некоторые уроки мелового экологического кризиса. В это время, как мы видели, оказалось уничтоженной значительная часть ранее существовавших видов животных и растений. Произошли необратимые изменения характера органического круговорота. Произошло химическое загрязнение воды и почвы (поскольку покрытосеменные отличались биохимически от мезофитных растений, они выделяли в окружающую среду иные, ранее в ней не встречающиеся вещества)... Не правда ли, это удивительно напоминает самые мрачные прогнозы тех, кто обеспокоен сегодняшней и завтрашней экологической ситуацией?

Итак, во-первых, экологический кризис действительно возможен. Сопротивляемость природных сообществ разрушительным воздействиям велика, но не беспредельна. Катастрофическое разрушение их структуры - не выдумка паникёров, а реальная опасность.

Во-вторых, хотя разрушенные биоценозы заменяются новыми, достаточно стабильными сообществами, этот процесс оказывается чудовищно медленным - по нашим, человеческим меркам. Он занимает десятки миллионов лет- время совершенно нереалистическое с точки зрения человека. Поэтому если разрушение существующих сообществ зайдёт достаточно далеко, новые стабильные сообщества не возникнут ни при наших внуках, ни при наших пра-пра-пра-правнуках. Будущим поколениями придется жить в мире с нестабильной органической природой - зыбкой, неопределённой, завтра не такой, как сегодня. В таком мире будет необыкновенно трудно планировать свою деятельность; даже привычные, ещё вчера рутинные действия будут приводить сегодня к неожиданным последствиям. Может быть наши потомки и смогут привыкнуть к такому миру, но всё же не хочется оставлять им подобное наследство.

В-третьих, разрушение биоценотических структур приводит к резкому увеличению скорости эволюционных процессов. В результате возникают совершенно новые организмы с необычными, неожиданными свойствами. Важно подчеркнуть, что эти свойства принципиально непредсказуемы: при отсутствии эффективного биоценотического контроля эволюции она становится хаотичной, как броуновское движение. Если бы в конце мезофита жили биологи, едва ли они смогли бы предугадать, что, пройдя сквозь горнило будущего экологического кризиса, некоторые пресмыкающиеся потеряют ноги. Что некоторые насекомые начнут образовывать колонии из десятков и сотен тысяч особей, трудящихся на удивление целеустремлённо и целесообразно. Что через некоторое время крупные растительноядные динозавры, передвигающиеся на двух ногах, опустятся на четвереньки. Что через некоторое время мелкие покрытые шерстью животные дадут начало разнообразнейшим группам кайнозойских млекопитающих.

Несомненно: наступи на Земле новый экологический кризис, он породит новые группы животных и растений со столь же неожиданными свойствами. И не приходиться ожидать, что все эти эволюционные новости будут устраивать человека. Скорее надо опасаться того, что среди этих новых организмов окажутся опасные конкуренты людей, использующие те же ресурсы, что и человек (например, сельскохозяйственные растения). Может случиться, что с ними придётся вести непрекращающуюся тяжёлую борьбу. С этой точки зрения - конечно, несколько утрируя ситуацию, - не так страшно то, что человек может залить всю землю асфальтом, как то, что на этом асфальте и под ним непременно кто-то научится жить. Итак, одна из главных опасностей экологического кризиса - выпустить из надёжной бутылки устойчивых биоценозов джинна неупорядоченной эволюции.

В-четвертых, особенно опасны нарушения в растительном мире и вообще на нижних этажах экологической пирамиды. Вероятно, до сих пор экологические последствия деятельности человека потому и были сравнительно невинными, что уничтожались главным образом крупные млекопитающие и отчасти птицы, - т. е. животные, занимающие довольно высокие места в здании экологических взаимозависимостей.

В-пятых, и среди растений имеются более уязвимые экологические звенья. Это зависит от места, занимаемого ими в биоценотической системе. Есть основания предполагать, что первые покрытосеменные занимали главным образом начинающие зарастать места обитания - голые песчаные насосы, обнажившиеся при оползнях склоны и т.п. Захватывая эти участки, они уже не допускали туда мезофитные растения. Иными словами, там, где мезофитная растительность по какой-то причине один раз исчезла она уже никогда не восстанавливалась. Поэтому растения, с которых начинается зарастание новых участков, - это та часть сообщества, изменения которой особенно опасны, и с ней следует обращаться особенно осторожно.

В-шестых, к числу наиболее трудно залечиваемых ран природы относится химическое загрязнение. Опадающие листья покрытосеменных легко гниют, резко обогащая окружающую среду органическим веществом. По-видимому, именно такое загрязнение вызвало в середине мела исчезновение почти всей фауны стоячих пресных водоёмов. 50-60 млн. лет назад сообщества на суше благополучно преодолели все трудности и успешно стабилизировались, а вот большая часть современной фауны озёр появилась на 20-30 млн. лет позже.

Седьмой, и тоже очень важный вывод: покрытосеменные действовали совершенно бессознательно. Они не могли предугадать, что им предстоит уничтожить породивший их мир. Едва ли можно сомневаться в том, что человеку с его технической оснащённостью вполне под силу сделать с живой природой то же, что с ней в своё время сделали покрытосеменные растения. Однако надо надеяться, что ему окажется под силу большее: не сделать этого, не допустить наступления конца истории кайнофитных сообществ - истории, насчитывающей уже 100 млн. лет.