**Экологические последствия техногенеза**

В.Ф.Попов, О.Н.Толстихин

Анализ последствий развития техногенных процессов весьма сложен по той причине, что собственно техногенное начало может (и это не исключение, а скорее правило) сопровождаться в цепочкой последующих природных событий. Иначе говоря первичные техногенные воздействия могут вызвать к жизни процессы, которые правомерно определить как природно-техногенные или техногенно-природные.

Сложность их прогнозирования состоит в том, что эти природно-техногенные процессы могут быть существенно сдвинуты во времени, а нередко и в пространстве по отношению к воздействующему источнику техногенеза. Поясним сказанное следующим примером.

Уничтожение лесной растительности на широкой площади, вне зависимости от причины, приводит, в условиях криолитозоны, к последовательному развитию следующих событий:

увеличению значения прямой солнечной радиации, достигающей поверхности почвы за счет отсутствия рассеивающего фактора - крон деревьев;

усилению турбулентного воздушного обмена над поверхностью Земли;

перераспределению мощности и увеличению плотности снежного покрова, более плотного и менее равномерного по толщине, нежели под пологом леса;

усилению испарения с поверхности почвы и транспирации - травяного покрова, поскольку транспирация с поверхности крон деревьев и сохранение под пологом леса относительно более высокой влажности воздуха оказываются утрачены;

снижению температуры почвенного профиля, как реакция на изменение параметров снежного покрова, увеличение турбулентного воздушного обмена и смещение уровня транспирации влаги с крон деревьев на почву;

изменению сроков и увеличению продолжительности вегетационного периода.

Приведенный пример однозначно иллюстрируют многообразие и сложность взаимосвязей техногенно-природных процессов. Их выявление, качественная и тем более количественная оценка темпов и последствий развития являются важнейшей и сложнейшей задачей изучения и прогнозирования функционирования ПТГС.

Надобно заметить, что в общей экологии широко используются представления о сукцессионных или ландшафтно-генетических рядах, отражающих результаты приспособляемости растительных ассоциаций к изменяющимся условиям произрастания растений. По аналогии с сукцессионными рядами, соответствующие образования техногенной природы могут быть обозначены техногенетическими рядами, т.е. рядами природно-техногенных событий, каждое из которых возникает и развивается как следствие возникновения и развития события предыдущего. Тогда как в начале этого ряда непременно находится техногенный процесс, который может быть определен как первичный. В частности, техногенетические ряды процессов, загрязнения атмосферного воздуха, могут быть развернуты для почв, поверхностных вод, пород зоны аэрации и грунтовых вод и, в интегрированном виде, проявлены в здоровье человека, перестройки его адаптивного механизма и приспособления его организма к загрязненному воздуху, воде и продуктам питания.

Анализ всего многообразия последствий техногенеза, вызванных использованием природных ресурсов, позволяет наметить следующие взаимосвязанные ряды:

металлогенический, проявляющийся в изъятии из недр конце-нтрированных скоплений специфических (полезных) компонентов, последовательного их разубоживания и рассеивания на поверхности;

геоморфологический, в т.ч. - геокриологический, охватывающий совокупность рельефообразующих процессов, начиная от прямого переустройства поверхности Земли, например при открытой добыче полезных ископаемых или строительстве и кончая изменением баланса эрозионно-аккумулятивных процессов на склонах, в долинах и дельтах рек, на морских побережьях;

гидрогеологический, охватывающий все изменения естественного режима подземных вод и связанные с этими обстоятельствами процессы осушения, подтопления, выщелачивания и т.п.;

гидрологический, проявляющийся в изменении режима речного стока и формирования русловых процессов;

инженерно-геологический, проявляющийся в изменении инженерно-геологических условий строительства и эксплуатации зданий и сооружений в результате накопления техногенно-образованных и техногенно-переотложенных пород или техногенного изменения свойств пород;

геохимический, выражающийся в изменении геохимического баланса в зоне взаимодействия ядра ПТГ с природной средой либо в результате воздействия на естественный водно-солевой баланс (например при ирригации), либо в результате рассеивания или сброса в природные объекты химически активных веществ и образование полей геохимически чуждых данным ландшафтам;

геофизический, охватывающий изменения свойств геофизических полей, в том числе - теплового, электромагнитного, гравитационного, радиационного. Сюда следует объединить и локальные тепловые аномалии, возникающие в основании зданий и крупных городов и изменение величины альбедо поверхности континентов вследствие изменения структуры подстилающей поверхности.

биологический, охватывающий антропогенные ряды сукцессии, интегрирующие совокупность всех изменений, происходящих в атмосфере, гидросфере или литогенной основе ландшафтной сферы, биоценозах, вплоть до здоровья жителей.

Анализ и прогноз изменения природной среды в ПТГС всегда имеет конечной целью разработку конкретных природоохранных мероприятий, направленных к достижению и (или) сохранению определенного качества природной среды.

**Еще раз о качестве природной среды**

Риторический вопрос "Что такое хорошо и что такое плохо?" приобретает особое звучание, когда он обращен к состоянию природных объектов, качеству природной среды. В простейшем случае например для определения качества воздуха или воды, достаточно произвести необходимый химический анализ, оценить соотношение основных компонентов, количество микрокомпонентов, содержание пыли и взвесей, сравнить полученные данные со стандартами или гигиеническими нормативами, выработанными медицинской практикой, а для рыбохозяйственных водоемов - ихтиологами. Сложнее оценить состояние ландшафта в целом. Ибо в конечном итоге его экологическое благополучие определяется не только состоянием отдельных природных объектов, но территорий и свойственных им природно-территориальных комплексов. Да и потребности к состоянию природной среды существенно различны у растений, животных и даже различных категорий людей, например горожан и селян.

Единым критерием оценки состояния природной среды, точнее - природной основы ПТГС является биологическая продуктивность: способность ландшафта к воспроизводству биомассы, прежде всего - произрастанию и развитию растительного покрова. Не задерживая внимания на количественной стороне вопроса, отметим, что показатель этот интегральный но не универсальный. Действительно, любые изменения в ландшафте неизбежно скажутся на величине биологической продуктивности входящих в него фитоценозов. Однако, увеличение биологической продуктивности (урожайности) сельскохозяйственных культур за счет чрезмерного внесения удобрений и использования иных стимуляторов роста растений может привести к тому, что продукция полей и огородов окажется непригодной к использованию даже на откорм скота.

Аналогичная ситуация может возникнуть и в лесных экосистемах. Например, смена кедровых или лиственничных лесов березовыми или смешанными лиственными лесами может привести к абсолютному росту биологической продуктивности, однако хозяйственная и экологическая ценность лесных массивов при этом понизится.

Приведенные примеры не отвергают биологическую продуктивность в качестве интегрального показателя качества природной среды, а свидетельствуют лишь об определенных граничных условиях применения этого показателя. В частности, правомерно использование сравнительных значений биологической продуктивности, отражающих отношение продуктивности исследуемого ландшафта к аналогичному ландшафту в той же климатической зоне, или сопоставление продуктивности, ландшафтов затронутых и незатронутых пока процессами техногенеза. Последний прием широко применяется для оценки результатов мелиоративных работ, в т.ч. лесной мелиорации, а также рекультивации земель, нарушенных горными разработками или иным видом хозяйственной деятельности.

Отсюда мы приходим к возможности планирования и регулирования качества природной среды, разработки и осуществления мероприятий по формированию среды определенного назначения и заранее заданных свойств. Основа такого планирования опирается на изучении зональных, региональных и локальных условий прихода влаги и солнечной радиации и технико-экономических возможностей рекультивации и (или) мелиорации земель. Результаты практической деятельности в этом направлении, в частности - рекультивации в долинах рек земель, нарушенных горными работами (например дражными разработками россыпей), на крайнем Северо-Востоке СССР оказались чрезвычайно плодотворными и позволили начать формирование устойчивой местной кормовой базы молочнотоварного животноводства.

Однако при самых благоприятных возможностях планирования и реализации заданного качества природной среды, постоянно сохраняется необходимость учитывать также неизбежные, пусть временные (история подтверждает, что нет ничего постояннее временных решений и сооружений) отрицательные последствия техногенеза. В частности, нельзя избежать разрушения земель при открытых горных разработках, их затопления при создании водохранилищ и т.п. Хотя можно предельно сократить площади нарушенных земель и сроки от их разрушения (изъятия) до восстановления и передачи землепользователям по прямому назначению.