

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК.

1. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ

В. С. Безель, Ф. В. Кряжимский, Л. Ф. Семериков, Н. Г. Смирнов

Обосновывается необходимость организации системы экологического нормирования антропогенных нагрузок на природные комплексы, принципиально отличной от санитарно-гигиенических подходов. Своеобразие проблемы определяется тем, что в качестве объекта нормирования рассматриваются биологические системы надорганизменного ранга. Особое значение в этой связи имеет проблема устойчивости экологических систем и возможность их существования в нескольких метастабильных состояниях. Обсуждается роль временной динамики природных систем и наличие эволюционного, исторического и актуального масштабов сукцессионных явлений. Наряду с этим при определении допустимой антропогенной нагрузки следует учитывать пространственную неоднородность экологических систем и их возможную пространственную динамику.

Экстенсивный характер развития производительных сил общества привел к опасному рубежу локальных и региональных экологических кризисов и практически к повсеместному обострению угрозы экологических катастроф. Сегодня очевидно, что дальнейший социальный прогресс в значительной степени определяется эффективностью применяемых мер по минимизации экологического ущерба.

При решении проблем природопользования приходится исходить из признания невозможности полного предотвращения в настоящее время и в предвидимом будущем антропогенного влияния на природную среду даже при условии совершенствования производства. Поступление в природные биоценозы загрязняющих отходов, по-видимому, неизбежно уже в силу чрезвычайных материальных затрат, необходимых для полной очистки промышленных выбросов. Научное обоснование допустимых пределов антропогенного воздействия на природные комплексы, гарантирующее не только их благополучие, но и экономическую рентабельность природоохранных мероприятий, выдвигает на первый план задачу экологического нормирования антропогенной нагрузки.

Условно все виды воздействия на природные комплексы можно разделить на две группы. К первой относятся те из них, которые связаны с прямым использованием природных комплексов или их частей, выраженным в виде отторжения части биологических ресурсов (рубка леса, распашка земель, отторжение земель под различного рода хозяйственную деятельность, сенокосение, выпас скота, охота, промысел и т. д.). Вторая группа включает воздействия, не связанные с непосредственной утилизацией биологической продукции, но тем не менее влияющее на состояние природных комплексов. Прежде всего это химическое загрязнение, а также рекреационные воздействия. В реальных условиях эти виды антропогенных нагрузок встречаются в многообразных сочетаниях, что, несомненно, усложняет проблему их ограничения.

В значительной мере разработка классификации антропогенных нагрузок и определение их допустимого уровня облегчается тем обстоятельством, что большинство реакций биологических систем на такие воздействия неспецифично. При этом необходимо учитывать опыт классификации сукцессий биоценозов, когда при решении многих задач оказывается более продуктивной градация не по причинам, вызывающим сукцессию, а по другим критериям, например по механизмам реакции на воздействие (Разумовский, 1981).

Целесообразно введение некоторых общих показателей, суммирующих неблагоприятные эффекты и позволяющих оценить общее состояние биоценоза. Одним из показателей может быть снижение общей продуктивности систем. Формально это означает, что любые воздействия можно рассматривать как изъятие некоторого ресурса, связанного с

продуктивностью. Если в случае вырубки лесов или различного рода хозяйственного отторжения территории такие оценки провести несложно, то рекреационные нагрузки или различные формы загрязнения требуют дополнительных опосредованных оценок.

Сегодня нормирование загрязняющих веществ в природных биоценозах базируется на санитарно-гигиенических принципах и нормах, т. е. на приоритетности защиты прежде всего человека. Из этих принципов исходят гигиенисты при установлении предельно допустимых концентраций (ПДК) различных веществ в воде, воздухе и продуктах питания. Уже в 1932 г. в Советском Союзе были законодательно регламентированы первые ПДК 23 веществ в воздухе рабочей зоны. Сегодня существует более 1000 регламентов, защищающих здоровье человека.

Принцип ориентации на обеспечение безопасности людей отражает наше антропоцентрическое мировоззрение и, как правило, оправдан. Однако остается открытым вопрос, всегда ли и в какой мере нормативы, установленные для человека, обеспечивают защиту других объектов живой природы. Ведь изменение качества природной среды за счет обеднения видового состава, снижение устойчивости и даже частичная деградация экосистем тоже имеют следствием ухудшение условий существования человека. Например, значения ПДК антропогенных радионуклидов в воздухе и воде защищают не только человека, но и другие виды живых организмов. Иначе обстоит дело при загрязнении атмосферы сернистым газом. При длительном воздействии этого загрязнителя в концентрациях, не превышающих санитарно-гигиенические нормы, происходит поражение хвойных лесов. Лишайники гибнут в городской атмосфере, которая по гигиеническим стандартам считается допустимой для человека. В странах Западной Европы и у нас нередки случаи использования питьевой воды, в которой могут выжить далеко не все пресноводные организмы. При некоторых загрязнениях почвы нефтью или тяжелыми металлами может сильно пострадать почвенная микро- и мезофауна (и, значит, будет подорвана продуктивность таких почв), в то время как сельскохозяйственная продукция с этих участков может соответствовать санитарным нормам для продуктов питания. Подобные примеры можно продолжать, но сегодня ясно, что не все объекты природных биогеоценозов можно нормировать по регламентам человека.

Задача экологического нормирования антропогенных нагрузок на природные системы должна решаться в тесной взаимосвязи с другими задачами, направленными на разрешение противоречий в развитии природы и человека. Многие ее аспекты могут рассматриваться в разных вариантах в зависимости от того или иного взгляда на место человечества в биосфере. Мы остановимся на некоторых аспектах, обобщая наш подход к экологическому нормированию.

Имеется два альтернативных представления о путях поддержания глобальных условий, при которых возможно существование человека. Первый исходит из того, что человечество должно будет взять все регуляторные функции (касающиеся стабильности геохимических циклов в планетарном масштабе) на себя. В этом случае приходится признать допустимым практически полное разрушение естественных сообществ при сохранении искусственно поддерживаемых резерватов, имеющих главным образом эстетическое или утилитарное (а не регуляторное) значение. Данный подход вытекает из антропоцентрического и технократического способа мышления, противопоставляющего природу и человечество, т. е. является одним из вариантов концепции «покорения природы». С точки зрения современного естествознания подобные представления носят в значительной мере утопический характер, однако в настоящее время общественный менталитет таков, что они близ-

ки и понятны практикам. Здесь открываются широкие возможности для спекуляций на понятии «ноосфера» и односторонней трактовки идей В. И. Вернадского, что придает этим взглядам видимость соответствия современным научным представлениям (заметим, что сам В. И. Вернадский действительно допускал принципиальную возможность регуляции глобальных процессов человеком, однако относил ее реализацию за пределы обозримого будущего).

Второй подход опирается на представления о необходимости поддержания регуляторной функции биосферы, т. е. сохранения естественного состояния экологических систем разного ранга. Исходным моментом здесь служит концепция планетарной роли живого вещества, разработанная еще В. И. Вернадским в 20-х годах текущего столетия (Вернадский, 1978) и получившая развитие в работах, посвященных глобальной экологии. Например, показана применимость принципа Ле-Шателье к процессам, происходящим в биосфере (Горшков, Кондратьев, 1990). С философской точки зрения этот подход имеет давнюю традицию (наиболее выраженную в мировоззренческих системах Древнего Востока) и исходит из представлений о человеке как неотъемлемой части природы. По нашему мнению, такое мировоззрение более соответствует современной научной картине мира.

В соответствии с различными исходными взглядами на стратегию взаимодействия человека и природных комплексов будут различаться и конкретные задачи по разработке системы экологического нормирования. В первом случае наиболее важным моментом выступает «инвентаризация» природных комплексов с точки зрения их «ценности». Следует заметить, что это направление может рассматриваться в качестве одного из первых шагов в установлении пределов устойчивости тех или иных природных комплексов. Ясно, однако, что критерии классификации будут различными, если придерживаться разных представлений о глобальных принципах взаимодействия природы и общества: в первом случае экологические системы должны выстраиваться в иерархическую пирамиду по их утилитарной или эстетической ценности, тогда как во втором — по степени своей резистентности к внешним возмущениям.

Было бы неправильно считать, что проблема регламентации антропогенного влияния возникла лишь в последнее время. В широком практическом плане перед человеком всегда стояла проблема: что, где и сколько можно позволить при взаимодействии с природой. Требовалось подбирать для земледелия соответствующие культуры, соблюдать агротехнику, сроки и нормы высева, регулировать интенсивность полива, пастбищных нагрузок и т. д. Добавим к этому богатую практику лесоустройства и охотоустройства, в частности использование расчетных лесосек, норм отстрела и вылова и т. д.

Сложнее обстоит дело при действии современных антропогенных факторов, и прежде всего техногенного загрязнения природной среды. Сегодня мы не располагаем достаточным опытом эксплуатации природных экосистем в этих условиях, а применение санитарно-гигиенических нормативов, как отмечалось выше, не оправдано. Речь идет не просто об установлении более жестких ПДК, принципиальным является смена объекта нормирования. Гигиенические нормативы концентрации вредных веществ в воздухе, воде и продуктах питания предполагают такие уровни воздействия, «которые не могут вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами, в процессе работы или на отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений» (ГОСТ 12.1.003—88). Таким образом, в центре внимания гигиенических нормативов находятся проявления токсичности на уровне отдельного организма и его последующих поколений.

Иными принципами необходимо руководствоваться при экологической регламентации, поскольку основным объектом нормирования являются природные системы надорганизменного ранга (популяции, сообщества, биогеоценозы и т. д.). Это значит, например, что допустима вызванная антропогенным воздействием повышенная смертность отдельных особей, если при этом обеспечивается сохранность популяций организмов. Проблемы экологического нормирования могут быть сведены к решению двух кардинальных вопросов: что подлежит нормированию и как реализовать процедуру такой регламентации. В настоящей работе лишь очерчены основные проблемы нормирования и высказаны предварительные соображения о возможных путях их решения.

1. ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

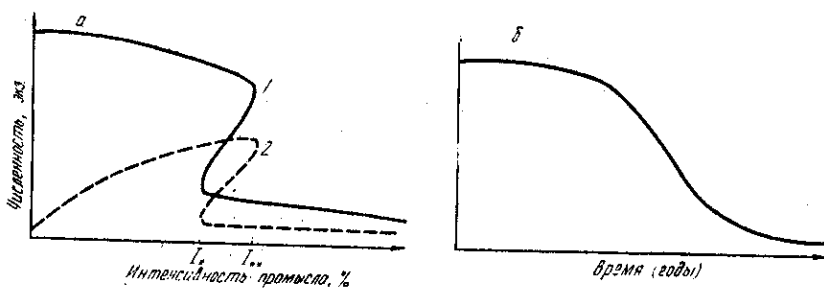
В настоящее время определение границ устойчивости конкретных экологических систем представляет важную задачу, пути решения которой еще не найдены. Теоретические разработки в этой области имеют качественно-интуитивный характер: таковы, например, концепции стабильности подвижных экологических систем (Исаев, Хлебопрос, 1973) или эластичности экологических систем (Holling, 1973). Суть этих представлений состоит в том, что существуют некоторые критические области, где возможно резкое (качественное) изменение состояния системы или ее динамического режима при небольших изменениях внутренней структуры или силы внешнего воздействия. Такие особенности вытекают из нелинейного характера взаимосвязей в экологических системах (May, 1986). Решение вопросов о пределах устойчивости конкретных популяций или биоценозов неизбежно связано с построением компьютерных имитационных моделей и, соответственно, с выбором тех характеристик системы, которые можно считать «существенными», носящими во многом субъективный характер. По-видимому, при решении подобных задач принципиально невозможно учесть все характеристики систем, и некоторые из неучтенных при построении модели параметров могут оказаться весьма важными в изменившейся среде. Таким образом, поиск границ устойчивости ведется в условиях, когда существует объективная неопределенность («Экологические системы...», 1981). Заметим, что это является еще одним свидетельством в пользу научной обоснованности сомнения в принципиальной способности человечества взять на себя все регуляторные функции.

Кроме того, теоретические разработки показывают, что изменения поддающихся контролю параметров экологических систем в области, близкой к критической точке (точка сингулярности), происходят медленно (Wissel, 1984), и заметить переход через эту точку чрезвычайно трудно, а часто практически невозможно; быстрое же (заметное) изменение этих характеристик свидетельствует об уже начавшейся катастрофе, т. е. «скачкообразном» переходе системы к другому состоянию (динамическому режиму), когда возвращение к исходному состоянию невозможно либо потребует принятия специальных мер.

Проиллюстрируем данное положение на упрощенном примере — модели динамики эксплуатируемых популяций хищных промысловых млекопитающих (Корытин и др., 1986). Ряд подобных примеров на других объектах рассмотрен ранее Питерманом (Peterman, 1977), Кларком с соавторами (Clark et al., 1979) и в ряде других работ. В случае неконтролируемого промысла этих животных взаимодействие внутрипопуляционных механизмов регуляции численности с плотностно-зависимой промысловой смертностью приводит к появлению области, в которой при одной и той же интенсивности промысловой нагрузки и в постоянных условиях среды возможно существование двух стабильных уровней численности (и, соответственно, объемов заготовок), разделенных

промежуточным неустойчивым состоянием. Дальнейшее увеличение промысла приводит к «исчезновению» верхнего уровня стабильной численности и скачкообразному снижению заготовок (см. рисунок, а). При этом усиление промысловой нагрузки до критической величины ведет к возрастанию заготовок, происходящему на фоне незначительного снижения численности. Если же критический уровень эксплуатации превышен, то снижение численности и заготовок в течение нескольких лет почти незаметно, несмотря на то, что в системе произошли качественные изменения, и значительное снижение численности неизбежно даже при некотором уменьшении нагрузки (см. рисунок, б).

Неопределенность границ устойчивости экологических систем, как уже отмечалось раньше, усугубляется изменчивостью условий среды, являющихся детерминантами экологических процессов. Существование этой неопределенности не означает абсолютной бесперспективности по-



Зависимость плотности (1) и добычи (2) хищных промысловых млекопитающих от интенсивности промысловой нагрузки (по Корытину и др., 1989):

а — связь равновесных значений плотности населения и уровня добычи с интенсивностью промысловой нагрузки (I^* и I^{**} — критические уровни нагрузки); б — изменение предпромысловой численности животных во времени при критическом значении промысловой нагрузки ($I^* = I^{**}$).

иска каких-либо критериев экологического нормирования, оно свидетельствует лишь о том, что стратегия разработки экологических регламентов должна отличаться от той, которая принята, например, в гигиеническом нормировании. Во-первых, экологические нормы не являются абсолютно жесткими, и задача нормирования по сути сводится к поиску компромисса между требованиями держаться подальше от границы устойчивости экологической системы и получением максимально возможной продукции с учетом технологических возможностей того или иного вида хозяйственной деятельности. Во-вторых, экологические нормы должны быть ориентированы не на степень и качество конкретных видов воздействия на природные комплексы, а на реакцию биологических систем.

Таким образом, подходы к выработке экологических нормативов должны учитывать потенциально возможное существование различных состояний (стабильных, нестабильных) и различных типов динамики объектов нормирования. Основной задачей на первом этапе выступает определение допустимых изменений показателей динамики экологических систем различного ранга, превышение которых свидетельствует об опасном приближении к критическому состоянию. При этом выбор масштаба рассмотрения упомянутых показателей зависит от конкретной обстановки, однако правилом здесь должна быть минимизация риска катастрофического изменения экологической системы высшего ранга по отношению к объекту непосредственного воздействия. Следует быть готовым к тому, что непосредственное приведение технологий в соответствие с экологическими нормами в каждом отдельном случае потребует проведения специальных исследований.

Хотя задача экологического нормирования и кажется трудноразрешимой (об этом свидетельствует, в частности, приведенный выше пример воздействия промысла на популяцию животных), но не безнадежной. Здесь большую роль должны играть две важнейшие характеристики природных комплексов — их временная динамика и пространственная неоднородность.

2. ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Общего понимания исторической унаследованности современного состояния природных объектов недостаточно для нормирования антропогенных нагрузок. Необходимы конкретные знания по истории экосистем и их компонентов для определения категории сукцессионной смены, происходящей в данной системе, и для прогноза трансформации естественной сукцессии в антропогенную. При этом необходимо учитывать ход сукцессий разного масштаба, различающихся движущими силами, глубиной преобразований и степенью обратимости, а также их хронологической протяженностью.

Процессы, происходящие в любом масштабе биологического времени, подразделяются на экосистемные и филогенетические. Первые связаны с преобразованиями в многовидовых сообществах и обусловлены главным образом реакцией сообществ и слагающих их видов на климатические изменения. Филогенетические процессы реализуются на популяционно-видовом уровне через преобразование генетического материала, хотя и они находятся в тесном взаимодействии с экологическими процессами. Как экосистемная, так и филогенетическая динамика биологических объектов может происходить в эволюционном, историческом, актуальном масштабах.

Актуальный масштаб характеризуется тем, что внутри него нет существенных различий между прошлым, настоящим и будущим состоянием. Для процессов, происходящих в данном масштабе, безоговорочно применим метод актуализма, с помощью которого можно на основе данных о процессах, протекающих сегодня, судить о прошлом. В популяциях и в экосистемах происходят динамические процессы в актуальном времени, но они либо имеют характер незначительных флуктуаций, либо это периодические колебания типа сезонных или погодных, не образующих направленного устойчивого тренда, приводящего к качественным необратимым изменениям объекта. К таким процессам можно отнести популяционную динамику численности, хронографическую изменчивость морфофизиологических параметров популяций или межсукцессионные смены.

Динамика в актуальном масштабе для ряда объектов поддается прогнозированию с достаточно высокой точностью. Это относится к прогнозам динамики численности популяций хорошо изученных видов, продуктивности древесных растений (таблицы хода роста), к сукцессионным сменам небольшого масштаба. Все эти прогнозы ведутся с помощью методов, разработанных на основе принципов актуализма, т. е. в условиях, когда закономерности, вскрытые на современном материале, действуют и на всем изучаемом интервале времени и, разумеется, в пределах пространства, занятого изучаемым объектом. Для нормирования нагрузок с учетом динамики в актуальном масштабе применимы довольно простые соображения о возможных нарушениях хода естественных изменений и об их допустимости или недопустимости.

Для динамики в историческом масштабе характерны процессы, имеющие хорошо выраженную направленность. В филогенетических рядах это внутривидовые изменения межпопуляционного ранга, а в экосистемах — сукцессионные ряды, ведущие к образованию климаксовых сообществ. Хронологическая протяженность таких процессов охватывает

столетия и тысячелетия. Динамика природных объектов в историческом масштабе на нынешнем уровне наших знаний предсказуема в очень редких случаях, когда мы ограничены объектами, имеющими настолько устойчивые тренды, что нет никаких сомнений в их сохранности на прогнозируемом отрезке времени. В остальных случаях возможны изменения направления динамики, которые предсказать крайне сложно, а это лишает возможности аргументированно учитывать влияние антропогенных воздействий на ход исторических изменений.

Эволюционный масштаб характерен для процессов смены видов путем филетических замещений или вымирания, не компенсированного появлением новых форм. В экосистемах он приводит к смене типов коренных сообществ и связан с глобальными изменениями климата на рубеже геологических отделов или систем. Продолжительность этих процессов — десятки и сотни тысяч лет. Динамика природных объектов в эволюционном масштабе принципиально непредсказуема, что заставляет выработать общий подход к учету таких изменений при решении задач экологического нормирования в условиях неопределенного естественного развития систем. Рассмотрим его на двух примерах.

Предположим, что нам предстояло бы решать задачу экологического нормирования антропогенных нагрузок около десяти тысяч лет назад, в эпоху перехода от плейстоцена к голоцену, которая ознаменовалась коренной сменой климата и основных природных зон, что вызвало вымирание многих видов, включая мамонта, шерстистого носорога, пещерного медведя и т. д. Важно подчеркнуть, что вымирание этой группы видов было некомпенсированным, т. е. вместо них не возникало новых, которые заменили бы вымерших в таксономическом или в экологическом отношении. Другие виды в этот период претерпевали серьезные экологические и морфологические изменения, превратившись в новые виды. Для двух указанных групп произошедшие события необходимо отнести к эволюционному масштабу. Третья группа видов преодолела этот рубеж с морфологическими изменениями на внутривидовом уровне и отреагировала на него сдвигом границ ареалов. Такие процессы характеризуются как исторические. Даже сейчас, когда нам известны результаты этих процессов, в основном невозможно достаточно обоснованно объяснить, почему те или иные виды оказались в каждой из трех указанных групп. Еще менее вероятен был бы правильный прогноз этих событий методом ретроспективного анализа, так как предыдущие смены ледниковых и межледниковых эпох не сопровождались кардинальными перестройками биоты, хотя изменения климата были аналогичными. Ясно, что в условиях непредсказуемого эволюционного и исторического процесса невозможно было бы определить меры по экологическому нормированию, которые смогли бы предотвратить неизбежное вымирание. Отсюда можно было бы сделать вывод о бесполезности попыток введения каких-либо норм воздействия в условиях объективно неизбежных природных динамических процессов. Однако это не так, что доказывает второй пример.

На протяжении голоцена границы природных зон меняли свое положение. В частности, территории, занятые ныне лесостепью, являются ареной, на которой происходит борьба между лесными и степными компонентами ландшафта, и этот процесс относится к категории исторической динамики. В ряде районов лесостепные участки оказались в окружении обширных лесных пространств, образуя своеобразные островные лесостепи, оторванные от зональной. Один из таких островов — Красноуфимская лесостепь — находится на западном склоне Среднего Урала. За последние полторы тысячи лет там исчезли популяции узкочерепных полевок и степных пищух — последних видов позвоночных животных, связанных со степными местообитаниями. Степные экоси-

стемы представлены лишь комплексами степных видов растений и беспозвоночных. Естественное наступление лесных экосистем на степные усугубляется также распашкой и пастбищной нагрузкой на остатки степных островков, которые сохранились лишь в местах, не пригодных для пахоты.

В таких условиях нормирование антропогенной нагрузки может вестись по двум альтернативным вариантам. При первом можно исходить из исторической обреченности степных экосистем в этой островной лесостепи и нормировать деятельность, исходя из перспектив развития лесных сообществ. Во втором варианте нужно стараться сохранить оставшиеся степные участки, полностью снять с них антропогенный пресс или, по крайней мере, не усугублять естественного наступления на них лесных сообществ. Второй вариант может быть обоснован возможностью смены направления в соотношении леса и степи в пользу степных экосистем. Если это произойдет, то уникальный генофонд сохранившихся популяций степных видов быстро обеспечит восстановление угнетенных сообществ, и появятся предпосылки для восстановления утраченного биологического разнообразия степных компонентов данного лесостепного ландшафта. Действия на основе концепции исторической обреченности приведут к уничтожению последних степных островков в кратчайшие сроки, и в случае изменения направления развития ландшафтов в сторону, неблагоприятную для леса, будет утрачена возможность поддерживать средообразующую функцию ландшафта за счет степных экосистем. Следовательно, предпочтительнее второй вариант, основанный на принципе, который можно назвать «принципом презумпции жизнеспособности».

Этот принцип означает, что нельзя считать любой биологический объект обреченным на вымирание до тех пор, пока он существует. Применение данного принципа в экологическом нормировании антропогенных нагрузок должно быть признано универсальным для динамических систем любого ранга — от популяционного до биосферного — в силу непредсказуемости их динамики. Еще одним основанием для применения принципа «презумпции жизнеспособности» может служить то обстоятельство, что социальные системы развиваются со скоростями, значительно превышающими темпы естественного развития экосистем. Развитие социальной организации общества и изменение технологий в промышленности и в сельском хозяйстве ведут к постоянной и все ускоряющейся смене форм и интенсивности антропогенных воздействий на природные комплексы. При общем усилении эксплуатации природных ресурсов, в ряде случаев она принимает такие формы, которые заменяют прямые воздействия на природные экосистемы на косвенные. Это позволяет выжить тем биологическим объектам, которые были бы обречены на вымирание при сохранении прежних технологий в производстве.

3. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пространственная неоднородность биологических систем различного ранга — одна из наиболее существенных их характеристик («Экологические системы...», 1981). Тесная связь пространственной и временной организации природных объектов, существующая как природное свойство, при постановке задачи нормирования выступает как одно из условий ее решения. С другой стороны, именно пространственная неоднородность связана с рассматриваемым ниже понятием биологического разнообразия, а применительно к проблемам экологического нормирования служит основой для выбора уровня нормирования.

Пространственной компонента динамики экологических систем описывает перенос вещества и энергии с одних территорий на другие как

в результате естественных процессов, так и в качестве реакции на внешнее воздействие; этот перенос осуществляется не мгновенно, а с некоторым временным запаздыванием. Таким образом, более или менее полное представление о естественной динамике природных систем и их реакциях на антропогенные воздействия может дать только рассмотрение обеих компонент (временной и пространственной), их динамики в совокупности.

Одним из возможных направлений поиска решения проблемы ведения эффективной хозяйственной деятельности с минимальными нарушениями естественного баланса вещества и энергии является выбор пространственного масштаба воздействия. Иными словами, локальное возмущение может быть велико, но пространственные связи в природных комплексах могут в определенной степени компенсировать их на уровне природных комплексов более крупного масштаба. Такие компенсаторные реакции являются частным случаем общего гомеостатического принципа функционирования систем. Этими соображениями необходимо руководствоваться, например, при определении в агросистемах оптимального соотношения между площадями, занимаемыми пашней, многолетней травянистой растительностью и лесом. Естественно, что оптимальный характер взаимного расположения и чередуемости элементов природного комплекса зависит от многих факторов, в том числе, конечно, от климатических особенностей и рельефа местности.

Аналогично оказывается, что способность животных к расселению как один из плотно-зависимых механизмов регуляции численности позволяет вести промысел на ограниченной территории с большей интенсивностью без риска катастрофического снижения численности, если соблюдается определенное соотношение территорий, где промысел абсолютно запрещен, с территориями, где он ведется без каких-либо ограничений. При этом уровень заготовок может приближаться к тому, который потенциально достижим при «балансировании» интенсивности промысла на всей территории на границе устойчивости верхнего стабильного уровня численности (Корытин и др., 1989). В данном случае целесообразно говорить о регламентации соотношения площадей «закрытой» и «открытой» для антропогенного воздействия частей единого ландшафтно-географического комплекса. При таком подходе выделение заповедных территорий представляется неотъемлемой и обязательной частью системы экологического нормирования.

Таким образом, обсуждение некоторых общих подходов к созданию системы экологического нормирования показывает, что своеобразие современного состояния этих проблем заключается, с одной стороны, в необходимости скорейшего внедрения в практику природопользования экологически обоснованных регламентов антропогенных нагрузок, с другой — в отсутствии необходимого для этого теоретического базиса и методологии.

При всей ценности опыта организации санитарно-гигиенического нормирования особенность биологических систем надорганизменного ранга требует разработки самостоятельной теории и методологии регламентации антропогенных нагрузок на природные комплексы. Все это ставит совершенно новые задачи, решение которых связано с объективными трудностями изучения фундаментальных закономерностей функционирования и устойчивости биологических систем различных уровней интеграции. Некоторым методологическим аспектам этих проблем будет посвящена следующая публикация.

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В. И. Живое вещество. — М.: Наука, 1978. — 359 с.
- Горшков В. Г., Кондратьев К. Я. Принцип Ле-Шателье в приложении к биосфере. — Экология, 1990, № 1, с. 7—16.
- Исаев А. С., Хлебоброс Р. Г. Принцип стабильности в динамике численности лесных насекомых. — ДАН СССР, 1973, 208, вып. 1, с. 225—227.
- Корытин Н. С., Кряжжский Ф. В., Бененсон И. Е. Исследование динамики эксплуатируемой популяции обыкновенной лисицы с помощью математической модели. — Журнал общ. биол., 1989, 50, № 1, с. 60—71.
- Разумовский С. М. Закономерности динамики биоценозов. — М.: Наука, 1981. Экологические системы. Адаптивная оценка и управление. — М.: Мир, 1981. — 397 с.
- Clark W. C., Jones D. D., Holling C. S. Lessons for ecological policy design: case study of ecological management. — Ecol. Modell., 1979, N 7, p. 1—53.
- Holling C. S. Resilience and stability of ecological systems. — Ann. Rev. Ecol. Syst., 1973, 4, p. 1—23.
- May R. M. When two and two do not make four: nonlinear phenomena in ecology. — Proc. Roy. Soc., 1986, 228, p. 241—266.
- Peterman R. M. A simple mechanism that causes collapsing stability regions in exploited salmonid populations. — J. Fish. Res. Board. Can., 1977, 34, N 8, p. 1130—1142.
- Wissel C. A. A universal law of the characteristic return time near threshold. — Oecologia, 1984, 65, N 1, p. 101—106.

УДК 579.26+579.873.61+519.256

СОЗДАНИЕ СЕТИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ КОЛЛЕКЦИЙ МИКРОБНЫХ КУЛЬТУР И КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ БАНКОВ ДАННЫХ КАК ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

И. Б. Ившина

Обсуждаются вопросы о необходимости создания специализированных региональных центров микробиологических ресурсов с целью поддержания и развития генетических банков микроорганизмов и клеточных линий.

В преддверии двадцать первого столетия, когда экологические проблемы приобретают все более угрожающий характер, в центре внимания мировой науки и национальных правительственных органов становится разработка Всемирной стратегии защиты и сохранения разнообразия жизни на Земле на уровне генов, видов и экосистем.

Идея сохранения и рационального использования биологического разнообразия путем создания банков генетических ресурсов в настоящее время вызывает большой интерес микробиологов и специалистов по культурам клеток. В сентябре 1991 г. в Амстердаме состоялось совместное заседание представителей Международных союзов биологических и микробиологических обществ, наметившее предполагаемую последовательность действия по выявлению и сохранению большого разнообразия микробного мира. Результаты этого совещания были интегрированы в меморандуме «Микробное разнообразие XXI» («Microbial Diversity...», 1991), в котором особое внимание уделяется поддержанию и развитию генетических банков микроорганизмов и клеточных линий, созданию международных совместных проектов, специализированных региональных центров и информационных сетевых сообщений.

Одним из наиболее эффективных способов сохранения микробиологических ресурсов *ex situ*, несомненно, является их поддержание в современных микробных коллекциях, приобретающих сегодня все большую ценность как источники генофонда для проведения фундаментальных и прикладных исследований по биотехнологии и охране окружающей среды. По сведениям Всемирного центра данных в мире насчитывается 566 коллекций культур различного профиля («World Directory...», 1982).