

В.И. Крюков

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТАДЖИКСКОЙ ССР

// «Поиск стратегии выживания». Тезисы докладов Всесоюзного научно-практического семинара по проблемам экологии (г. Владимир, 21-25 мая 1990 г.). -Владимир. 1990. -С. 17-18. (ниже представлен полный текст доклада).

Экологическая ситуация в Таджикистане, сложившаяся в результате нерационального ведения народного хозяйства, в настоящее время может быть охарактеризована как кризисная. Для её нормализации необходимы разнообразные и достаточно сложные по структуре природоохранные мероприятия. Их теоретической и информационной базой может стать Единая система экологического мониторинга окружающей среды Таджикской ССР, разрабатываемая в Отделе охраны и рационального использования природных ресурсов АН ТаджССР.

Единая система экологического мониторинга окружающей среды ТаджССР (далее для краткости - ЕСЭМОС) является многоцелевой системой наблюдений и анализа изменений состояния естественных и антропогенных экосистем республики с целью прогноза и динамики их развития в будущем. Для её осуществления разрабатывается пространственная, временная и информационная структуры мониторинга. Как и в Глобальной системе экологического мониторинга в ЕСЭМОС выделены три основных раздела - геофизический, геохимический и биотический.

При разработке пространственной структуры ЕСЭМОС мы отказались от использования таких территориальных единиц как "административный" а также "эколого-экономический" районы, которые выделяются разработчиками территориальных комплексных схем охраны природы. Отказ обусловлен тем, что в основу деления на эколого-экономические районы кладётся размещение производства, а затем анализируется взаимодействие этого производства с природной средой. Нам же, как экологов интересуют, прежде всего, условия и процессы развития биосистем, а производство с этой точки зрения рассматривается как исследуемый, негативно влияющий субъективный фактор. Рассматривая экологический мониторинг, прежде всего, как систему научных наблюдений (Крюков, 1989) для его осуществления в качестве основной единицы территориального деления республики предлагается использовать природную гео- и экосистемную единицу - водосборный бассейн. Водосборный бассейн как стокообразующая система имеет свойства, характерные для любой природной системы - целостность, структурность, иерархичность строения, способность к саморазвитию (Кадацкая, 1987).

В целом на территории республики выделено 13 основных территориальных единиц, каждая из которых представляет собой водосборный бассейн реки или бессточного озера. Этими территориальными единицами являются бассейны рек Сырдарья, Зеравшана, Каратага (в пределах Таджикистана), Кафирнигана, Вахша, Кызылсу и Обиминью, Пянджа (от устья Ванча до устья Обиминью), Ванча, Язгулема, Бартанга и озёр Шоркуль и Ранкуль, Гунта, озера Каракуль и реки Памир с верховьями Пянджа.

Порядок каждого из выделенных водосборов различен, также как и различна их площадь. Однако такой подход к выделению водосборов диктуется одним из требований к ЕСЭМОС, а именно - необходимостью достаточно простого объединения с системами экологического мониторинга других среднеазиатских республик в целостную систему регионального экологического мониторинга Средней Азии.

Преимущества предлагаемой схемы территориального деления заключаются в следующем:

1) каждый водосборный бассейн имеет чёткие, природой установленные границы, которые отражают орографические особенности территории республики;

2) каждый водосборный бассейн характеризуется однонаправленностью основных потоков загрязняющих веществ. Это связано с тем, что практически все загрязнители, поступающие в атмосферу и почву, в конечном счёте, попадают в водотоки и сносятся по направлению к их устью или же накапливаются в бессточных озёрах. В этом же направлении осуществляется перенос других веществ и энергии, учитываемых при различных формах экологического мониторинга;

3) очень важной особенностью предлагаемой территориальной единицы является сходство в структуре вертикальной поясности каждого из бассейнов. Естественно, границы каждого из высотных природно-климатических поясов в различных водосборных бассейнах будут находиться на различных высотах, что обусловлено физико-географическими особенностями каждого из бассейнов. Кроме того в бассейнах небольших по длине рек те или иные, обычно крайние пояса могут выпадать, т.к. это зависит от абсолютной высоты истока и устья рек этого бассейна;

4) характерной особенностью предлагаемой системы территориального деления является возможность дробления основного водосборного бассейна на более мелкие автономные водосборные бассейны рек-притоков без утраты единства структуры всего региона. В то же время при такой схеме территориального деления территориальная основа Единой системы экологического мониторинга окружающей среды Таджикистана может быть легко включена в систему регионального экологического мониторинга окружающей среды Средней Азии и СССР;

5) предлагаемая схема территориального деления по нашему мнению может быть использована для любой формы экологического мониторинга

республики - геофизического, геохимического, биотического;

б) территориальное деление республики на водосборные бассейны хорошо соотносится с сеткой её административно-территориального деления.

Следует отметить, что использовать территорию водосборных бассейнов для некоторых отдельных форм фонового мониторинга предлагали и раньше (Лундхольм, 1979; Престон, Порт, 1980; Вольскис, 1983; Ковда, Керженцев, 1983; Плотников, 1985). Однако для комплексной системы всестороннего экологического мониторинга целого региона эта территориальная единица предлагается нами, по-видимому, впервые.

Хорошо известно, что площади территории, на которой осуществляется экологический мониторинг, последний разделяют на глобальный, региональный, национальный и локальный (импактный). Дж.П.Хекстра (1986) определяет следующие расстояния для каждого из них:

- локальный - до 100 км.
- национальный - от 100 до 1000 км.
- региональный - от 1000 до 10000 км.
- глобальный - свыше 10000 км.

Естественно, эти величины являются ориентировочными и не могут восприниматься как абсолютно неизменные.

При определении мест расположения на территории Таджикской ССР пунктов для проведения регионального фонового мониторинга мы руководствовались опубликованными рекомендациями (Узунов, 1982), согласно которым станции регионального фонового мониторинга долины отвечать следующим требованиям:

- должны быть расположены на возможно более удалённом расстоянии от источников загрязнения и на территории с сохранившимся ландшафтом определённого биогеографического района с достаточно хорошо изученными физико-географическими и климатическими условиями; желательно чтобы станция находилась на территории или вблизи заповедников, которые имеют характерные биоиндикаторные виды;
- на их территории не должны предусматриваться изменения ландшафта и развитие промышленных комплексов;
- желательно, чтобы район сбора информации включал территорию, на которой в прошлом собирались, преимущественно для коллекций музеев, представители животного и растительного мира.

Важным вопросом является определение необходимого для республики количества станций для регионального фонового мониторинга. Рекомендуются на каждых 10 тыс. км размещать две-три станции регионального фонового мониторинга (Узунов, 1982). Так как площадь республики составляет 143,1 тыс. км², то на её территории необходимо иметь 3-4 таких станции. В этом случае в качестве станций регионального фонового мониторинга мы предлагаем использовать заповедники "Рамит", "Дашти-Джум", "Тигровая балка" и заказник "Па-

мирский". Причём последняя станция будет использоваться и для глобального фонового мониторинга.

Под информационной структурой ЕСЭМОС понимается необходимая для осуществления мониторинга совокупность 1) данных об источниках антропогенных воздействий на природную среду; 2) сведений о потенциальной опасности каждого их влияющих факторов; 3) параметров состояния окружающей среды и биоты; 4) путей поступления, методов обработки, хранения и выдачи пользователям информации указанной в первых трёх пунктах.

Уже сейчас различные республиканские НИИ, контрольные службы и министерства располагают большим объёмом информации о качестве и состоянии различных объектов окружающей среды. Однако в республике отсутствует система сбора накопления и обработки экологической информации. Поэтому, как правило, данные, полученные при выполнении работ, имевших другие цели, отличающиеся от целей экологического мониторинга, но которые могут быть использованы в нём, практически оседают в ведомственных отчётах и статистических сводках. В связи с этим одной из задач ЕСЭМОС является сбор, анализ и обобщение таких разрозненных данных с целью уточнения и эффективного использования для прогноза дальнейших изменений в окружающей среде республики.

Для этого планируется в 1991 году начать разработку и создание на основе электронно-вычислительной техники Автоматизированной системы управления мониторингом (АСУМ). Информационную основу АСУМ должен составлять Банк Экологических Данных (БнЭД), в котором накапливаются, обрабатываются и хранятся все сведения, получаемые о состоянии природной среды республики и необходимые для осуществления экологического мониторинга.

Поступающая информация должна быть организована в соответствующие базы данных (БД) каждого из разделов экологического мониторинга - геофизического, геохимического, биотического. Обеспечивать пользователям работу с ними должна одна из систем управления базами данных (например "ИНЕС" или "ОКА") (А.Н. Наумов и др., 1988; Портянский И.А., 1989). БнЭД как и вся АСУМ административно должна находиться в ведении Госкомитета по охране природы ТаджССР или республиканского управления гидрометеорологической службы. ЭВМ всех других пользователей, осуществляющих экологический мониторинг или использующих в работе сведения БнЭД, объединяются в территориальную информационную сеть (ТИС), которая, в свою очередь должна иметь связь с общеакадемической и общесоюзной информационными сетями (Якубайтис, 1989).

Одной из составных частей АСУМ должен стать крупномасштабный электронный атлас республики. Программное обеспечение электронного атласа строится таким образом, чтобы каждый отдельный анализ или факт наблюдений мог быть отнесён в атласе к конкретной географической точке, где были выполнены эти наблюдения или взяты пробы

для анализа. Осуществление такого условия позволит в любой момент времени получить полную экологическую характеристику любого изученного района республики, а с помощью экспертных систем в программном обеспечении АСУМ – прогноз возможных экологических ситуаций при тех или иных параметрах окружающей среды. В отличие от традиционных карт, отражающих статичную информацию, полученную за неопределённый, иногда достаточно далёкий промежуток времени, электронный атлас будет содержать динамичную, постоянно детализируемую и увеличивающуюся в объёме информацию, позволяющую выполнять аналитические обобщения многоцелевого характера. Так как создание АСУ Банка Экологических данных и ТИС экологического мониторинга – задача не одного года работы, то их осуществление ведётся по "островному" принципу, согласно которому ЭВМ уже сейчас используются для создания специализированных баз данных. Их объединение в ТИС произойдёт позже, когда будет достигнута соответствующая материальная база ЕСЭМОС ТаджССР.

Под временной структурой ЕСЭМОС ТаджССР понимается периодичность получения сведений об изменениях изучаемых параметров биосферы. Периодичность проведения анализов в ЕСЭМОС соответствует таковой в ГСМОС (Утехин, 1979; Степанов, 1982):

- для импактных – от ежесуточных до ежегодных (в зависимости от вида анализов);
- для региональных фоновых – раз в 3-10 лет;
- для глобальных фоновых – раз в 50-100 лет.

Основным компонентом, определяющим и структуру и функционирование отдельных экосистем и биосферы в целом, являются живые организмы. По этой причине биомониторинг является основным звеном в Единой системе экологического – мониторинга окружающей среды Таджикской ССР.

Многие авторы указывают, что биотический мониторинг, является наименее разнообразным разделом экологического мониторинга (Безель, 1981; Ровинский, Буянова, 1982).

Объектами биотического мониторинга являются биологические системы различного уровня организации и факторы среды, воздействующие на них.

Цель биотического мониторинга заключается в определении состояния биотической составляющей биосферы, её отклика, реакции на антропогенные воздействия, определение функций состояния и отклонений этих функций от нормального естественного состояния (Фёдоров, 1974, 1979; Израэль, 1984; Ровинский, Буянова, 1982).

В соответствии с задачами экологического мониторинга в целом, частными задачами биотического мониторинга являются следующие:

- а) наблюдения за факторами, воздействующими на биоту и за состоянием биоты;
- б) оценка фактического состояния биоты в настоящее время;

в) проверка эффективности осуществлённых природоохранных мероприятий;

г) прогноз возможного состояния биоты в будущем.

Антропогенные воздействия могут вызывать нарушения биологических процессов на самых различных уровнях организации биосистем. Поэтому биомониторинг необходимо осуществлять на всех основных уровнях организации биосистем. В рамках ЕСЭМОС биомониторинг планируется выполнять на следующих 8 уровнях: молекулярном (или биохимическом), генетическом, клеточном, физиологическом, морфологическом, организменном, популяционно-видовом, биоценологическом.

Объектами мониторинга могут быть различные виды живых организмов от бактерий до человека. Многие специалисты, особенно часто – медики, рассматривают мониторинг человеческих популяций независимо от других организмов и подчиняют этой, хотя и важной, но частной задаче все остальные формы экологического мониторинга. Мы рассматриваем популяции человека как составную часть экосистем и биосферы в целом, а по этой причине мониторинг человеческих популяций в республике и сопряжённые с ним формы мониторинга (например, санитарно-гигиенический) – как частные формы ЕСЭМОС.

В основе биотического мониторинга лежат биоиндикационные исследования. Биоиндикация – это совокупность методов определения с помощью живых организмов последствий естественных и антропогенных факторов на биоту и биокосные объекты природной среды. В настоящее время в биологической индикации выделяют три основных направления /Криволицкий, 1983/:

- биоиндикация действия на организм естественных природных факторов (климата, геохимического состава почв и воды, взаимоотношения между организмами);

- биоиндикация чрезмерной эксплуатации биологических ресурсов человека (перевыпас, засоление, нерациональная система орошения, сведение лесов и др.);

- биоиндикация химического загрязнения биосферы на различных уровнях организации биосистемы.

Основная специализация нашей лаборатории – слежение и анализ последствий химического загрязнения окружающей среды на генетическом уровне.

В условиях усиливающегося антропогенного воздействия на природу важной задачей биологии становится не только сохранение структуры и видового разнообразия биоценозов, но и всего генетического фонда каждого вида, обитающего на Земле. Условно генетические причины деградации биоты в республике можно разделить на 2 группы: первая группа причин связана с интенсивным загрязнением окружающей среды мутагенами – физическими, химическими, а в последнее время и биологическими. Вторая группа причин связана с

антропогенным дроблением некогда единых ареалов крупных популяций на более мелкие и изолированные друг от друга микропопуляции, из-за разрушения мест обитания.

Интенсивное загрязнение биосферы новыми химическими мутагенами выдвигает на первый план проблему охраны генотипов живых организмов и генофондов образуемых ими популяций и видов от разрушения. Информационной базой для этого служит генетический мониторинг.

Генетическим мониторингом мы называем систему слежения за источниками загрязнения окружающей среды мутагенами, уровнями генетической опасности загрязнения природных и антропогенных экосистем; изменениями генетической структуры популяций животных и растений и величиной генетического груза в популяциях человека.

При выполнении этих исследований неизбежно встают многочисленные теоретические задачи, успешное решение которых является обязательным условием достижения основной цели - сохранения генофонда биосферы.

В соответствии с задачами генетического мониторинга необходима система генетического тестирования, которая позволила бы решать 3 основные вопроса: 1) определение мутагенной активности веществ - потенциальных загрязнителей окружающей среды; 2) определение потенциальной мутагенной опасности загрязнений, реально содержащихся в объектах окружающей среды (воде, почве, воздухе) в различных районах республики; 3) анализ изменений генетической структуры природных популяций растений и животных различных систематических групп, а также популяций человека.

Для анализа мутагенной активности потенциальных поллютантов мы используем систему тестирования, которая была предложена Н.П. Бочковым и др. (1975) и с небольшим дополнением утверждена Министерством здравоохранения СССР в виде "Методических рекомендаций по проверке мутагенных свойств у новых лекарственных препаратов". Полная программа генетического анализа состоит из 5 тестов:

- 1) учёт точковых мутаций у микроорганизмов - прокариотов с метаболической активацией;
- 2) учёт точковых мутаций у эукариотического организма - дрозофилы;
- 3) учёт доминантных летальных мутаций в зародышевых клетках мышей и дрозофил;
- 4) цитогенетический анализ (частоты aberrаций хромосом микроядер, сестринских хроматидных обменов) в клетках костного мозга мышей;
- 5) учёт хромосомных aberrаций или сестринских хроматидных обменов в культуре лимфоцитов человека.

Такая, или ей аналогичные системы исследования мутагенных свойств веществ используются во многих лабораториях нашей страны (Лежачичус, 1983; Бочков и др., 1975) и за рубежом (EEMS Committee, 1978; Maling, 1978; Шрам, 1981). Эта же система тестирования используется для анализа

мутагенности веществ, реально содержащихся в различных объектах окружающей среды в результате её антропогенного загрязнения.

Наиболее сложным и наименее разработанным вопросом является разработка системы тестирования генетических нарушений в природных популяциях растений и животных. Обусловлено это необходимостью получать и анализировать сведения об антропогенных воздействиях на генофонд организмов различных уровней организации, различных систематических групп и обитающих в различных экологических условиях и различных средах (наземные, почвенные, водные виды).

Учитывая большое разнообразие видов на Земле, маловероятной представляется возможность создания универсальной системы видов индикаторов для анализа отдалённых последствий загрязнения. Поэтому, в каждом регионе набор тестерных видов будет различным. Но общие принципы анализа, вероятно, могут быть выработаны.

С учётом всех требований биотического мониторинга мы включили в систему генетического тестирования отдалённых последствий по 3-4 вида каждого из классов позвоночных животных. Наиболее интенсивно нами исследованы популяции амфибий и млекопитающих (грызунов). Обнаружено значительное число популяций, где частота генетических нарушений в соматических клетках значительно превышала таковую в контроле (Крюков и др., 1989; Иванников, 1989). Полученные результаты свидетельствуют о реальной угрозе наследственности живых организмов, обитающих в Таджикистане, и доказывают необходимость быстрой реализации системы экологического мониторинга в республике.

Примечание: Библиографическое описание работ, упоминаемых в тексте этой публикации можно найти здесь:

http://www.labogen.ru/50_bookcase/dis-doc_kryukov/9_literature.html

Крюков В.И. Научные основы Единой системы экологического мониторинга окружающей среды Таджикской ССР // «Поиск стратегии выживания». Тезисы докладов Всесоюзного научно-практического семинара по проблемам экологии (г. Владимир, 21-25 мая 1990 г.). -Владимир. 1990. -С. 17-18.