УДК. 577.4: 631.41:641.452

СИСТЕМНЫЙ ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ И САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ И ВОДНЫХ СИСТЕМ АЗЕРБАЙДЖАНА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

М.А. Салманов, Н.М. Исмаилов

Институт микробиологии НАНА, Баку, ismaylovn@mail.ru

Загрязнение почв и водных объектов является наиболее актуальной экологической проблемой в Азербайджане. Антропогенная и техногенная нагрузки на почвенный покров и водные экосистемы растут непрерывно и везде, где растет население и промышленность, интенсифицируется сельское хозяйство. Увеличение плотности населения в сельских районах создает экстремальные нагрузки на почвенный покров, водоемы, качество почв и воды в реках ухудшается. Достаточно отметить факты, которые демонстрируют рост антропогенной и техногенной нагрузки на территорию страны за последние десятилетия: рост численности населения за последние сто лет в 4,9 раз, плотность мощности биопотребления достигло 105,7 кВт/км² при допустимой 62,5 кВт/км², индекс устойчивости развития 2,3, более чем в два раза превышает норму, индекс антропогенной нагрузки 1,29, превышает средний показатель для мира в целом [1].

Общей особенностью территории Азербайджана является то положение, что наибольшую антропогенную нагрузку, т.е. наибольшую плотность био- и энергопотребления несут в первую очередь наиболее чувствительные и наиболее трансформированные экосистемы Кура-Аразской низменности, которая занимает почти 40 % территории страны в центральной части республики – это полупустынные и степные экосистемы крайне чувствительны к экологическим воздействиям в силу своей слабой структурированности и незначительной продук-

тивности, для которых характерны максимальные значения энергопотребления на единицу площади, особенно в Апшеронском промышленном регионе, Сумгаите, Али-Байрамлов, Гяндже, где проживает основная часть населения страны, где располагаются все предприятия нефтяной и нефтеперерабатывающей, черной и цветной металлургии, нефтехимической и другие базовые отрасли промышленности.

Нами, на основании системного анализа абиотических и биотических факторов, показателей биогенности, а также с привлечением показателей почвенно-экологического индекса самоочищения ПЭИ, [2] сделан прогноз устойчивости и самоочищающей способности почвенного покрова и поверхностных вод Азербайджана к загрязнению органическими веществами.

Одним из существенных факторов устойчивости ландшафтов Азербайджана является сложность их структуры: чем сложнее структура, т.е. чем больше видовое разнообразие растительного покрова, тем устойчивее биогеоценозы, и наоборот. Так, орошаемые среды обитания, структуру которых принято считать более простой, можно характеризовать как менее устойчивые к возможному загрязнению органическими веществами, что объясняется нестабильностью структуры биогеоценозов вследствие нарушения естественной взаимосвязи между компонентами; на богарных угодьях, в результате распашки земель, исчезает растительность, являющаяся планшетом про-

тив загрязнения атмосферы летучими органическими соединениями; поливные природные комплексы становятся объектом дефляции и засоления, формируется новый природный комплекс, создаются менее благоприятные условия для деятельности почвенных микроорганизмов – потенциальных деградаторов органических загрязнений.

Сумма годовых температур воздуха с устойчивой температурой выше 10°C является одним из основных биоклиматических показателей, оказывающих воздействие на интенсивность процессов самоочищения как почв, так и поверхностных вод. Для территории Азербайджана они находятся в прямой зависимости от величины ультрафиолетового излучения и активности микроорганизмов, следовательно характеризует интенсивность микробиологического и фотохимического разложения органических загрязнений в почвах и поверхностных водах. В условиях Азербайджана наиболее оптимальными такие показатели бывают в период весны-лета-осени, и именно в этот период можно ожидать наиболее высокие скорости самоочищения почв и водоемов от органических загрязнений.

Оценка устойчивости почвенного покрова к загрязнению органическими веществами показывает, что наиболее высокой биогенностью характеризуются горные каштановые, черноземы и луговые типы почв. С повышением суммы активных температур от 1000-2000 до 4500°C четко прослеживается закономерный рост биогенности почв. Сравнительный анализ показывает, что высокая биогенность каштановых и горно-черноземных почв имеет место при определенных сочетаниях абиогенных факторов: средней суммы температур выше 10°C, равной 3800-4500, Md – 0,28-0,30 и содержании гумуса 3,0-3,9 %. Дальнейшее

повышение суммы активных температур при одновременном снижении Md до величины 0,10-0,15 создает в почве неблагоприятные гидротермические условия для биогенности почв. Сравнительно низкая биологическая активность сероземных и серо-бурых почв в первую очередь связана с недостаточным уровнем естественного увлажнения при избытке термических ресурсов. По мере продвижения к предгорным и горным типам почв, несмотря на наличие благоприятного увлажнения, их биогенность также низка, что в первую очередь связано с недостаточно высокими тепловыми ресурсами. Опасность накопления органических загрязнителей в почвах возрастает с запада на восток, а в пределах отдельных биоклиматических зон и провинций – от песчаных почв к суглинкам и глинистым, от мезоморфных почв к гидроморфным, от распаханых почв к целинным.

Вышесказанное позволяет говорить о том, что чувствительность к загрязнению органическими веществами и устойчивость к загрязнению, которая определяется степенью самоочищающей способности биогеоценозов территории страны разнонаправлена: с запада на восток в общем повышается чувствительность биогеоценозов к загрязнению, в противоположном же направлении повышается устойчивость их к загрязнению. При сильном загрязнении почвы, характерные для восточной части территории Азербайджана – серо-бурые и сероземно-бурые в естественных условиях потенциально не будут иметь возможность самопроизвольно восстанавливать свою продуктивность. Именно в этой зоне, характеризующейся слабой устойчивостью к загрязнению органическими веществами, при прочих равных условиях будут наиболее актуальны мероприятия по рекультивации с использованием интенсивных техноло-

гий, включающих биотехнологии. При одинаковом модуле техногенного загрязнения органическими веществами для восстановления почв в восточной низменной части страны, понадобятся более интенсивные, а значит и более дорогостоящие технологии.

В общей и целом в естественных условиях наиболее высокой устойчивостью (высокой буферностью) по отношению к органическим веществам характеризуются соответственно биогеоценозы в западной, северной и южной части территории страны, наименьшей – среды обитания восточной зоны в пределах Кура-Аразской низменности. В западной, северной и южной части территории страны набор природных факторов, способствующих сравнительно большей устойчивости и определяющих потенциал самоочищения биогеоценозов намного шире и богаче по сравнению с восточной частью Кура-Аразской низменностью. В западной части страны сравнительно высокое биологическое разнообразие означает более длинные пищевые цепи, больше случаев симбиоза и большие возможности для действия отрицательной обратной связи, которая уменьшает колебания и потому повышает стабильность экосистем и устойчивость при техногенном воздействии.

Рассматривая территорию Азербайджана как единую ландшафтно-экологическую систему, нельзя не отметить взаимное влияние почв и вод, а именно: загрязненные почвы воздействуют на качество вод и наоборот.

Реки Азербайджана, как и другие компоненты экосистем, утратили свою былую чистоту. В реках и озёрах, являющихся основным источником питьевой воды, катастрофически возросла концентрация ядохимикатов, тяжелых металлов [3]. Более 80 % населения республики

используют для бытовых нужд и для питья воды рек Куры и Араза - самых крупных рек Кавказа, являющихся основными источниками орошения. В Куру, например, до недавнего времени ежедневно стекло около 4 млн. кубометров загрязненных вод, причем на всем её протяжении прослеживались повышенные среднегодовые концентрации фенолов (3-10 ПДК). Даже самые высокогорные из них сильно загрязнены химическими соединениями, смываемыми в изобилии с полей, а также сброса в них неочищенных сточных вод.

Загрязненные воды рек представляют собой непосредственную угрозу для почвенных экосистем страны - это попадание широкого спектра органических и неорганических загрязнений, содержащихся в поверхностных водах, в почву при использовании этих вод в целях орошения сельскохозяйственных культур. Именно это имеет место при использовании загрязненных вод рек Куры, Араза и др. в системах орошения на площадях, оцениваемых в 1300 тыс. га. Большое количество органических веществ, содержащихся в загрязненных водах указанных речных систем, например, детергенты, углеводороды, фенолы и др., попадают оттуда в почву в результате мелиоративных мероприятий и при орошении [4]. И если учесть, что в сельском хозяйстве страны используется свыше 2 км³ воды в год, можно представить, какое количество различного рода загрязнений поступает в сельскохозяйственные поля в составе загрязненных вод. Загрязнение не может не сказываться на направленности и скорости естественных почвенных процессов, изменяя их в сторону ухудшения качества, что в конечном итоге отражается на продуктивности и на качестве сельскохозяйственной продукции.

В процессах самоочищения вод большое значение имеют биогенные и абио-

генные факторы, включая интенсивность потока, средний годовой сток и др. Но для того, чтобы процессы самоочищения водоемов от загрязнения (рек, озер) имели бы место, необходимо, чтобы объемы загрязнений составляли не более чем 1/35-45 объема водоема. В противном случае, естественные процессы самоочищения водоемов будут постепенно подавляться.

Биологические процессы самоочищения являются одними из основных, в них активно участвуют гетеротрофные аэробные бактерии, представители многих других групп бактерий также участвуют в деструкции органического вещества и самоочищении водоемов [5]. Существенна также роль протистов, водных грибов и близких им организмов в разрушении органических веществ.

Немалое значение в процессах механического рассеивания загрязнений имеют абиогенные факторы такие, как различие в показателях интенсивности потоков, которые различаются в пределах страны значительно. Показатели среднегодового потока также дают возможность в первом приближении прогнозировать интенсивность рассеивания загрязнений. Как правило, минимальный поток (0,5 литр/км²) имеет место в низменных районах и в предгорных зонах, максимум – до 10-30 литр/км² в горных районах. В предгорных зонах, в зависимости от региональных особенностей и экспозиции микросклонов, интенсивность потока может меняться, что в свою очередь будет влиять на интенсивность механического рассеивания загрязнений. Системный анализ показывает, что в целом при продвижении к востоку потенциальная способность к механическому рассеиванию загрязнений в водных системах снижается.

Одним из факторов самоочищения поверхностных вод от органических

загрязнений в горных и предгорных районах является степень насыщения их русел обломками горных пород различного размера. Этот фактор может быть особенно важным для регионов, где водные системы загрязняются сточными водами поселков и городов – как для Малого, так и Большого Кавказа. Многие реки несут с собой, особенно в период паводков, большое количество обломков горных пород разного размера. Размер обломков горных пород зависит от ландшафтных особенностей и может колебаться в широких пределах. В целом в реках Малого Кавказа размер таких частиц намного меньше, чем в реках Большого Кавказа. В первую очередь это связано с характером слагающих пород.

На каком –то этапе движение обломков горных пород прекращается и они оседают в руслах рек. Их можно представить как экологически неконтрастные с естественным фоном, вместе с тем играющих большую роль в процессах самоочищения поверхностных вод от органических загрязнений. Именно на поверхностях этих обломков оседают взвешенные вещества (иловые частицы диаметром до 0,05 мм и меньше), формируется биопленка с высокой биологической активностью, содержащая бактерии, водоросли, гидробионты и другие организмы, они очень хорошо вентилируются потоком воды, тем самым интенсифицируя процессы естественной очистки воды от загрязнения микроорганизмами и организмами-фильтраторами. Значительно увеличивается скорость биологических процессов, что достигается путем формирования активных поверхностей в толще воды, где температура и насыщение кислородом значительно выше, чем в придонном горизонте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исмаилов Н.М. Глобалистика и экология Азербайджана. Баку: Элм, 2006.-195с.
2. Исмаилов Н.М. Оценка ресурсного потенциала самоочищения почв Азербайджана при загрязнении органическими веществами // В кн.: Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М.А. Глазовской). Доклады Всероссийской научной конференции. Москва, 4-6 апреля 2012 г. М.: Географический факультет МГУ, 2012. с.144-146.
3. Салманов М.А. Экология реки Куры и водоемов её бассейна. Баку: Элм, 1996.-160с.
4. Казибекон Н. Водные ресурсы Азербайджана – их использование и охрана // Мат. Международной конференции РЭЦ Кавказ по устойчивому управлению водными ресурсами в Южнокавказском регионе. Тбилиси, 2002, Часть II. -с.7-9.
5. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. М.:Книжный дом «Университет», 2001- 256 с.

УДК 1:001; 001.8

БИОГЕОСИСТЕМОТЕХНИКА: ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМАМИ

В.П. Калиниченко

Институт плодородия почв юга России, Персиановка, kalinitch@mail.ru

Эволюция, секвенция биосферы определяет принципы управления экосистемами. Атмосферное увлажнение определяет глубину проработки геологической коры выветривания. Орошение, как типичное антропогенное воздействие на экосистему, без биосферного обоснования является попыткой изменить, с геологической точки зрения моментально, стагнацию биогосистемы. В ирригационной агрокультуре ее агрономический результат обусловлен накоплением элементов питания на предшествующих геологических этапах литосферы, а не только искусственным увлажнением. Обеспечивается начальный прирост биологической продукции за счет дополнительного увлажнения, но гомеостаз биогосистем такого рода имеет латентный период, поскольку изменяется не только ввозный режим, но и природа эволюции биогосистемы в целом. В результате упрощенной постановки задачи ирригации биогосистем во многих регионах мира она решена с неудовлетворительными ландшафтными

и биосферными последствиями. Причиной неадекватного в простой постановке задачи прироста увлажнения биогосистемы за счет искусственного увлажнения отклика системы на это ее быстрое возмущение является типичная для природных систем квазистационарная динамика протекания явлений в биосфере. Такая скорость, все же, естественна, и иной быть не может ввиду масштабных эффектов биосферы.

Кажущаяся наблюдателю, располагающему коротким сроком наблюдения (как правило, только десятки лет и менее), неадекватной реакция биогосистемы на ирригацию, в действительности полностью соответствует природе медленных изменений биосферы, отражая для наблюдателя только какой-то более и менее продолжительный этап ее динамики. На коротком временном интервале подстройку биосферы к частичному изменению условий ее стагнации уловить трудно. Однако в попытке получить новую биопroduкцию за счет изменения одного