УДК 591.524.11(28)

Д.С.ПЕТРОВ, М.Ю.ИОНОВА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Приведен краткий обзор методов оценки экологической опасности сточных вод горнодобывающих предприятий. Показано, что единственным верным подходом к интегральной оценке техногенного воздействия на биосистемы является использование абиотических и биотических параметров среды, причем с обязательным учетом их взаимовлияния. В качестве примера апробации данного подхода приведено экологическое исследование участка р. Луги в зоне воздействия ООО «ПГ Фосфорит», расположенного в Ленинградской области.

The paper reviews techniques to assess environmental threat of wastewaters from mining companies. It was proved that the only reliable approach to assessment of technogenic impact on biological systems is application of both biological and non-biological environmental parameters, and which is crucial with obligatory account for their interdependence. Ecological investigation of a section of the Luga River in the impact area of the «PG Fosforit Company», located in the Leningrad Region, was used as an example of environmental impact of a mining company on water ecosystems.

На протяжении вот уже нескольких десятилетий одним из самых актуальных вопросов экологии остается оценка степени антропогенного воздействия на водные экосистемы различного типа. Общепризнано, что техногенная нагрузка горно-промышленных предприятий вносит существенный вклад в воздействие на все компоненты природной среды и водные объекты в частности. Сточные воды горно-металлургических производств, как правило, обладают сложным химическим составом и нередко сочетаются с тепловым загрязнением. К тому же формирование стока с территории промплощадки происходит различными путями, а источники загрязнения могут располагаться на различном расстоянии друг от друга. Все эти особенности воздействия создают существенные трудности в его результирующей оценке, что и послужило причиной активной разработки различных способов интерпретации состояния гидроэкосистем в зоне влияния горно-промышленных предприятий.

Все эти способы можно достаточно четко разделить по приоритету параметров, исследуемых при оценке:

- использование только абиотических параметров;
- использование только биотических параметров (биоиндикация);
- использование абиотических и биотических параметров.

Каждый из этих подходов имеет свои достоинства и ограничения [1, 3, 5]. В рамках настоящей работы следует отметить следующий факт: стандартные методики [2, 4], применяемые для оценки последствий сброса загрязненных стоков, преимущественно предполагают оценку абиотических параметров среды, и, как следствие, не дают возможности реально оценить общее состояние гидроэкосистемы, прямо или косвенно изменяемой техногенным воздействием.

При интегральной оценке состояния экосистемы важно учитывать, что любое изменение одного из ее компонентов неизбежно отражается на состоянии остальных. Объединение разнородных методик оценки воздействия на каждый компонент природной среды в единую систему чаще всего оказывается невозможным. Поэтому оценка состояния водного объекта, проведенная с

учетом всех путей поступления загрязняющих веществ, не может производиться только расчетным путем. В этом случае особую роль приобретают методы биоиндикации, позволяющие адекватно оценить текущее состояние экосистемы, учитывая основные характеристики входящих в нее сообществ [3, 5]. Однако, применяя биоиндикацию на практике, исследователь неизбежно сталкивается с проблемой выявления причин техногенного преобразования экосистемы. Остается невыясненным главное: какие именно из множества взаимодействующих антропогенных факторов в наибольшей степени лимитируют биоту, и насколько следует изменить значения каждого из них, чтобы добиться в итоге необходимого снижения результирующего воздействия на экосистему.

Таким образом, единственным верным подходом к интегральной оценке техногенного воздействия на биосистемы является использование абиотических и биотических параметров среды, причем с обязательным учетом их взаимовлияния.

Ранее авторами [3, 5] был предложен изоболический метод оценки воздействия на гидроэкосистемы, основанный на учете биоиндикационно значимых характеристик макрозообентоса. Состояние антропогенно преобразованного водного объекта характеризуется показателем *Y*, который находится в непосредственной связи с биотическими и абиотическими параметрами экосистемы. Использование метода позволяет не только определить интегральный эффект воздействия на гидроэкосистему, но и решить ряд частных вопросов, таких как: определение долевого вклада каждого из факторов в общий негативный эффект, нормировка воздействия относительно безопасного уровня и др. В настоящей работе основной акцент сделан на возможности оценить состояние гидроэкосистемы во всем градиенте воздействия и определить пути и масштабы антропогенного преобразования экосистемы в том случае, если применение стандартных расчетных методик затруднено.

В качестве примера приводится экологическое исследование участка р. Луги в зоне воздействия ООО «ПГ Фосфорит». Данный пример не исчерпывает всего разнообразия условий формирования антропогенно преобразованной экосистемы, однако

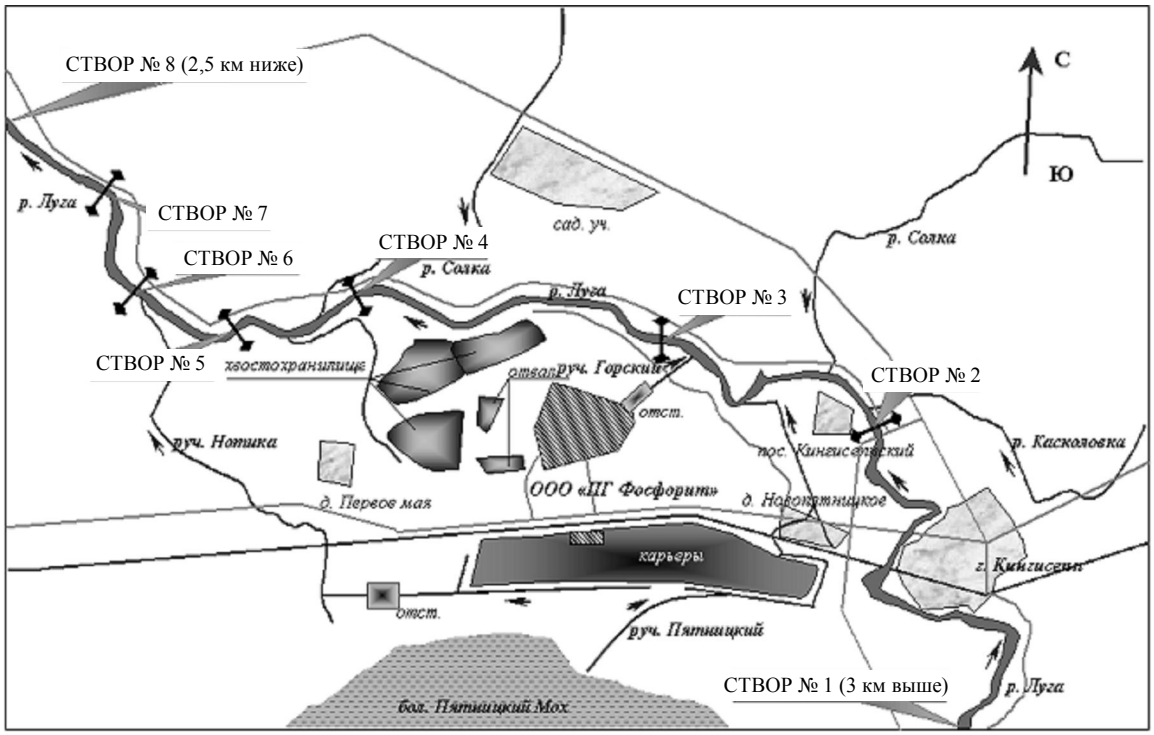


Рис.1. Источники загрязнения р. Луга и створы пробоотбора

он является достаточно типичным для рассматриваемой ситуации.

Основные виды деятельности ООО «ПГ "Фосфорит"»: добыча и переработка фосфатного сырья и производство сложных минеральных удобрений из апатитового концентрата. Техногенная нагрузка на экосистему р. Луги формируется вследствие сброса карьерных, производственных и ливневых сточных вод (4 выпуска), инфильтрации сточных и дренажных вод с территорий, занятых отходами производства, и аэротехногенного загрязнения водосборной территории. На рис.1 приведена схема размещения основных производственных единиц предприятия и указаны места сброса сточных вод в р. Лугу. Сточные воды загрязняют р. Лугу взвешенными, органическими веществами, фторидами, аммонийным и нитратным азотом, фосфатами, нефтепродуктами. Разнообразие источников образования и путей поступления поллютантов в лужские воды определяет достаточно сложный характер их действия на речную биоту.

Гидроэкологические исследования проводились на 40-километровом участке реки в летнюю межень 1997-2004 гг. Створы пробоотбора отмечены на рис.1. План мониторинга включал регулярное определение гидролого-гидрохимических параметров и изучение бентоса, а также, эпизодически, других основных сообществ гидробионтов.

В пробах воды и грунта определялись 23-59 гидрохимических характеристик. Сбор и обработка проб бентоса проводились по стандартным методикам. На участках рек с мягкими грунтами пробы отбирались дночерпателем ТД-83-1016-40 (с площадью захвата 0,025 м^2), на участках с твердыми грунтами – количественной рамкой типа «Surber» (площадью 0,05 м^2 с сетью из газа № 23).

При статистической обработке и математическом анализе данных использовался пакет программ Statistica (5.0, 6.0).

Предварительный расчет разбавления сточных вод предприятия по методам Фролова – Родзиллера и Караушева дал достаточно оптимистическую картину уменьшения концентраций основных поллютантов на участке реки, граничащем с промплощадкой. На рис.2 приведены результаты такого расчета для фосфатов и нитритов как основных компонентов. Видно, что уже на расстоянии 2 км концентрации этих веществ существенно приближаются к фоновым показателям.

Результаты авторских исследований показывают другую картину распределения антропогенной нагрузки на гидроэкосистему. На рис.3 показан ход значений показателя Y на исследованном участке реки. Точкой отсчета расстояний, как и на расчетном графике, принят сброс сточных вод предприятия по выпуску № 1 (устье руч. Горский).

Видно, что интенсивность техногенного воздействия закономерно и существенно возрастает на участке 0-10 км от устья руч. Горский, что никак не подтверждается расчетами по стандартным методикам. Гидрохимические пробы подтверждают именно

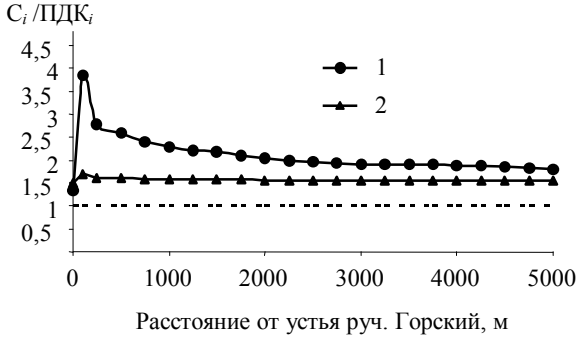


Рис.2. Расчет разбавления загрязняющих веществ по методу Фролова – Родзиллера

1 – фосфаты; 2 – нитриты

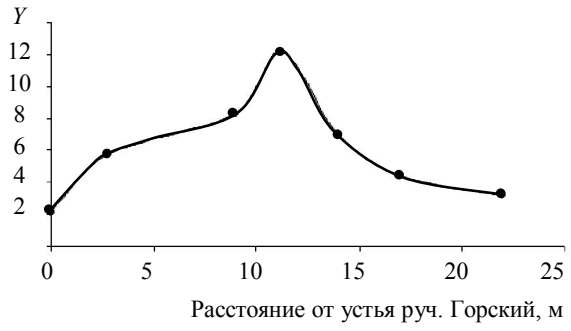


Рис.3. Распределение антропогенной нагрузки на гидроэкосистему, полученное эмпирическим путем

такое распределение нагрузки на данном участке реки. Аналогичные результаты дал и анализ проб макрозообентоса и зоопланктона. Основные показатели сообществ, такие как видовое разнообразие, общее видовое богатство, биомасса, средняя масса особи и др., свидетельствуют об усилении воздействия на экосистему, что наглядно выражается в возрастании изоболического показателя.

Итак, начало резкого усиления воздействия явно определяется сточными водами, выпускаемыми через руч. Горский. Согласно результатам анализа эмпирического материала далее по течению реки это воздействие продолжает нарастать. Речные воды существенно обогащаются поллютантами в зоне промплощадки предприятия.

Нижележащие организованные источники сброса сточных вод (руч. Мутный, руч. Нотика) сообщают реке гораздо меньшую нагрузку, и их вклад в результирующее воздействие малозначителен.

Выводы

Вышеприведенные результаты экологического мониторинга позволили установить, что оценка и прогноз техногенного изменения гидроэкосистем должны включать анализ абиотических и биотических параметров среды. Наилучший результат будет получен при учете связи абиотических параметров среды с соответствующими изменениями структуры и состава биоты водного объекта. Такой подход дает возможность не только правильно определить состояние гидроэкосистемы, но и выявить пути техногенного воздействия. При этом количество гидрохимических проб можно существенно сократить и учесть эффекты синергизма (или антагонизма) различных факторов.

Применение изоболического метода на практике позволило установить, что сточные воды, сбрасываемые через руч. Горский, преимущественно загрязняют воды р. Луги органическими веществами, а ниже по течению первенство постепенно переходит к фосфатам. Оба фактора способствуют эвтрофированию реки и определяют прогрессирующую гипоксию. Возможные причины такого увеличения техногенной нагрузки – инфильтрация загрязняющих веществ с территорий, занятых хвостохранилищами предприятия, а также нерегулируемый смыв загрязнителей с территории промплощадки при выпадении атмосферных осадков. Выявление этого эффекта позволяет обоснованно подойти к выбору мер по снижению техногенного воздействия на экосистему реки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ионова М.Ю.* Сравнение видов анализа пластовых вод нефтяных месторождений при геологических изысканиях и при эксплуатации // Известия Тульского государственного университета. Сер. Экология и рациональное природопользование. Вып.2. М.-Тула, 2006. С.583-585.

2. *Ласков Ю.М.* Примеры расчетов канализационных сооружений / Ю.М.Ласков, Ю.В.Воронов, В.И.Колицун. М.: Стройиздат, 1987. 235 с.

3. Оценка и подход к нормированию многофакторных техногенных воздействий на биосистемы / В.Ф.Шуйский, Д.С.Петров, М.Л.Матюшонок и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. № 12. С.109-112.

4. Санитарные правила охраны поверхностных вод от загрязнений / Минздрав СССР. М., 1988.

5. *Шуйский В.Ф.* Изоболический метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по состоянию макрозообентоса / В.Ф.Шуйский, Т.В.Максимова, Д.С.Петров; МАНЭБ. СПб, 2004. 304 с.