

Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н., Рисник Д.В.

СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НЕПОСРЕДСТВЕННО ПО СИСТЕМАТИЧЕСКИМ ДАННЫМ МОНИТОРИНГА *

Кафедра общей экологии Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Предложена концепция и методы для установления нормативов качества среды непосредственно по данным экологического мониторинга: методы биоиндикации по показателям видового разнообразия и размерной структуры сообществ, по показателям рыбопродуктивности; метод диагностики для выявления причин экологического неблагополучия и их ранжирования по вкладу в степень неблагополучия; методы нормирования значимых для неблагополучия факторов окружающей среды. Полученные нормативы должны дополнить или заменить экологически неэффективные нормативы ПДК, устанавливаемые в лабораторных условиях.

Существующая система контроля природной среды России крайне экологически неэффективна из-за неэффективности принятых ныне в качестве нормативов качества среды предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ. В свою очередь, основная причина низкой эффективности нормативов ПДК связана с их установлением в лабораторных условиях в краткосрочных (дни) и хронических (недели) экспериментах на изолированных популяциях организмов, принадлежащих к небольшому числу тестовых видов, по ограниченному набору физиологических и поведенческих реакций отдельных видов по отношению к отдельным факторам без какого-либо учета их возможного взаимодействия. ПДК принимают в виде единых нормативов для огромных административных территорий, в то время как действие факторов зависит от специфических фоновых, климатических, хозяйственных и многих других характеристик конкретного региона. Количество веществ, для которых установлены ПДК, составляет около 1,5 тыс., тогда как число загрязняющих веществ антропогенного происхождения превысило миллион наименований. ПДК не учитывают косвенные эффекты и отдаленные последствия вредных воздействий, адаптационный потенциал биоты, целевое назначение и категории использования природных объектов. Негативным воздействием на качество природной среды могут обладать не только химические вещества, но и многие геофизические, гидрологические, климатические факторы, которые вовсе не фигурируют в нормативах ПДК. В силу указанных причин устанавливаемые по лабораторным испытаниям нормативы ПДК имеют слишком косвенное отношение к состоянию реальных природных экосистем.

Решение указанной проблемы лежит на пути разработки подхода к нормированию качества окружающей среды непосредственно по данным экологического мониторинга. Для этого необходима реализация следующих задач:

1. Создание электронных баз биологических и физико-химических данных (ретроспективных и современных) мониторинга состояния биосферы.
2. Разработка методов оценки состояния природных объектов по биологическим показателям (методов биоиндикации).
3. Разработка методов выявления физико-химических факторов, приводящих к экологическому неблагополучию биоты, и методов оценки вклада различных факторов в степень экологического неблагополучия (методов экологической диагностики).

* Работа поддержана ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»

4. Разработка метода расчета уровней физико-химических факторов, в пределах которых соблюдается экологическое благополучие биоты (метода экологического нормирования).

5. Разработка метода прогнозирования состояния водных объектов при различных сценариях природных и антропогенных воздействий на биосферу.

6. Разработка метода выявления неполноты программ физико-химического мониторинга по отношению к набору факторов, вызывающих экологическое неблагополучие.

7. Подготовка специалистов, владеющих экологически эффективными концепциями и методами.

Авторы доклада предлагают подходы, направленные на решение указанных задач.

Создана информационно-аналитическая система (ИАС) "Экологический контроль природной среды по данным биологического и физико-химического мониторинга" (<http://ecograde.belozersky.msu.ru>), включающая, в частности, базы данных биологического и физико-химического государственного мониторинга по десяткам бассейнов и сотням водных объектов России и сопредельных стран.. Более подробно содержание и функции ИАС описаны в докладе Н.Г.Булгакова.

Центральное место в предлагаемом подходе, на наш взгляд, занимает задача методического оснащения этапа биоиндикации состояния экосистем.

В настоящее время наиболее часто используемым методом биоиндикации является применение индекса сапробности организмов фитопланктона, зоопланктона, перифитона. Однако для его вычисления требуется определение таксономической принадлежности каждого входящего в соответствующее сообщество вида. Кроме того, известно, что индекс сапробности является индикатором в основном органического загрязнения природных вод.

Предложено три метода биоиндикации:

1) Метод расчета показателей видового разнообразия (ПВР) экологических сообществ – параметров ранговых распределений численностей видов и индексов выравнимости, поскольку видовое разнообразие зависит от факторов, влияющих на качество среды [1-6]. Преимущество применения этих показателей заключается, в частности, в том, что для их вычисления необходим только подсчет численностей видов без определения их видовой принадлежности, что существенно снижает требования к квалификации работников, участвующих в первичной обработке проб. Более подробно о применении ПВР для целей биоиндикации можно узнать из доклада Д.В.Рисника.

2) Метод расчета показателей размерной структуры (ПРС), основанный на расчетах средней массы клетки в пробе и на соотношении численностей и биомасс отдельных размерных классов сообщества [5]. Размерная структура сообществ гидробионтов, так же как и видовая, может реагировать на качество вод. Кроме преимуществ, указанных для ПВР, ПРС позволяют также проводить необходимые измерения в режиме реального времени и без предварительного отбора и "ручной" обработки проб с помощью уже существующей инструментальной базы, автоматизирующей и определение размеров, и все расчеты оценок состояния.

3) Метод, основанный на уловах и урожайности промысловых рыб [7].

При использовании любых биоиндикаторов возникает проблема установления границ экологического благополучия (ГЭБ) между различными градациями качества окружающей среды. Обычно эту проблему решают без специального обоснования,

ориентируясь на мнение экспертов. Авторами предложено менее субъективное решение на основе статистических методов распознавания образов в пространстве многомерных данных экологического мониторинга. С помощью этих же методов предложено отыскивать экологически допустимые уровни (ЭДУ) физико-химических факторов, выход за пределы которых приводит к экологическому неблагополучию биоты.

Величины ГЭБ и ЭДУ предложено рассчитывать методом экологически допустимых нормативов (методом ЭДН [8-11], см. также доклад Д.В.Рисника). Преимущества ЭДН заключены в том, что они: 1) носят не общегосударственный, а региональный характер, т.е. учитывают фоновое загрязнение окружающей среды (без необходимости его измерения), климатические, хозяйственные и другие специфические характеристики природного объекта; 2) применимы не только к химическим веществам, но и к любым абиотическим факторам, воздействующим на природные сообщества, например, к температуре, скорости ветра, уровням воды, интенсивности водопотребления, радиоактивным загрязнениям и т.п.[12, 13]; 3) учитывают не изолированные вредные воздействия, а реально сложившиеся в природе комплексы потенциально вредных воздействий; многочисленные косвенные эффекты воздействия, совокупное действие которых может быть более сильным, нежели эффект прямых влияний; 4) дифференцированы для водных объектов различного целевого назначения и для различных требований к качеству воды; 5) допускают уточнение по мере накопления новых экологических данных о природном объекте; 6) могут быть рассчитаны не только для текущих значений физико-химических факторов, но и для их экстремальных значений в заданные периоды и средних значений за различные периоды усреднения.

Величины ЭДУ предложены взамен нормативов ПДК. Обращаясь к терминологии, описывающей качество окружающей среды, ГЭБ можно характеризовать как целевой биологический показатель (норматив) качества, а ЭДУ – как целевой физико-химический показатель (норматив) качества [11].

Нормативы ЭДУ могут быть включены (полностью аналогично нормативам ПДК) в общепринятые технологии природоохранной деятельности – в расчеты нормативов предельно допустимых вредных воздействий, в расчеты нормативов предельно допустимых сбросов, в составление схем комплексного использования и охраны природных объектов, в системы прогнозов качества среды и т.п.

Метод ЭДН, помимо расчетов нормативов (целевых показателей) ГЭБ и ЭДУ, порождает комплекс методов для экологической диагностики [10, 11] для экологического прогнозирования по сценариям потенциально опасных физико-химических факторов [14, 15], для выявления неполноты программ физико-химического мониторинга [5, 8].

Литература

1. *Левич А.П.* Структура экологических сообществ. М.: Издательство Московского университета, 1980. 180 с.
2. *Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-биоиндикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
3. *Левич А.П.* Анализ ценозов в экологии сообществ с помощью ранговых распределений // *Общая и прикладная ценология*, 2007. №5. С. 14-19.
4. *Забурдаева Е.А.* Ранговые распределения численности клеток фитопланктона как инструмент биоиндикации качества вод (на примере водных объектов бассейна р. Дон) // *Общая и прикладная ценология*. 2007. № 6. С. 27-33.

5. Булгаков Н.Г., Курочкина В.А., Левич А.П., Максимов В.Н., Мамихин С.В. Биоиндикация экологического состояния по размерной и ранговой структурам фитопланктона водных объектов Московского региона // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т.4. Вып. 3, 2009. Приложение 1. Часть 1. С. 106-114.
6. Забурдаева Е.А., Бедова В.П., Максимов В.Н. Исследование разнообразия бентофауны озер республики Марий Эл методом ранговых распределений для целей биоиндикации качества вод // Вестник МГУ. Сер. 16. Биология. 2010 (в печати).
7. Bulgakov N.G., Dubinina V.G., Levich A.P., Teriochin A.T. A Method of Searching for Correlation Between Hydrobiological Indices and Abiotic Factors (Using Commercial Fish Catches and Productivity as Examples) // Biology Bulletin of the Russian Academy of Science. 1995. V.22. №2. Pp.184-190.
8. Levich A.P. and Terekhin A.T. A Method to Calculate Ecologically Admissible Levels of Impact of Freshwater Ecosystems // Water Resources. V.24. №3. 1997. Pp.302-309.
9. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. М.: НИИ "Природа", 2004. 271 с.
10. Левич А.П., Забурдаева Е.А., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н., Мамихин С.В. Лабораторные методы определения ПДК следует дополнить методами установления экологически допустимых нормативов вредных воздействий по данным экологического мониторинга // Материалы конференции "Критерии оценки качества вод и методы нормирования антропогенных нагрузок". Часть 1. Борок: ИВП РАН, 2008. С. 92-107.
11. Левич А.П., Забурдаева Е.А., Максимов В.Н., Булгаков Н.Г., Мамихин С.В. Поиск целевых показателей качества для биоиндикаторов экологического состояния и факторов окружающей среды (на примере водных объектов р. Дон) // Водные ресурсы, 2009. Т.36. №6. С. 730-742.
12. Максимов В.Н., Соловьев А.В., Левич А.П., Булгаков Н.Г., Абакумов В.А., Терехин А.Т. Методика экологического нормирования воздействий на водоемы, не нормируемых методами биотестирования (на примере водных объектов бассейна Дона) // Водные ресурсы, 2009. Т. 36. №2. С. 335- 340.
13. Максимов В.Н., Левич А.П., Булгаков Н.Г., Соловьев А.В., Абакумов В.А., Терехин А.Т. Исследования сезонной динамики экологически допустимых уровней водности, температуры и рН в водных объектах бассейна Дона // Вестник МГУ. Серия 16. Биология. 2010 (в печати).
14. Булгаков Н.Г., Левич А.П., Максимов В.Н. Прогноз состояния экосистем и нормирование факторов среды в водных объектах Нижнего Дона // Известия РАН. Сер. биол. 1997. №3. С.374-379.
15. Maximov V.N., Bulgakov N.G., and Levich A.P. Quantitative Methods of Ecological Control: Diagnostics, Standartization, and Prediction // Environmental indices: Systems Analysis Approach. London: EOL SS Publishers. 1999. Pp.363-381.

Levich A.P., Bulgakov N.G., Maximov V.N., Risnik D.V.

CREATION OF ECOLOGICALLY EFFECTIVE SYSTEM FOR CONTROL OF ENVIRONMENTAL CONDITION ON THE BASIS OF THE QUALITY STANDARDS, DETERMINED DIRECTLY ACCORDING TO SYSTEMATIC DATA OF MONITORING

Department of General Ecology Biological Faculty Moscow State University

It is proposed: the concept and methods of establishing standards of environmental quality directly according to data of ecological monitoring: the methods of bioindication by indices of species variety, dimensional structure of communities, by indices of fish productivity; the method of diagnostics for reveal of causes of ecological trouble and their ranking by contribution to trouble degree; the methods of standardization of important for ecological trouble environmental factors, which must supplement or replace ecologically ineffective standards MPC, established under laboratory conditions.