

Расчетная информация содержит следующие характеристики в табличном и в графическом виде: кривые нарастания площади водосбора по длине водотоков; зависимости среднегодовых расходов от площадей водосборов; зависимости 95 %-й обеспеченности от площадей водосборов; возможные мощности в зависимости от площадей водосборов и водности; выработку электроэнергии в годовом разрезе. Расчетная информация содержит также в табличном виде характеристики расчетных створов рек и водохранилищ, включая их географические координаты, расходы воды заданных вероятностей превышения (обеспеченностей), значения расчетных напоров, площадей водосборов, а также площадей, емкостей и глубин водохранилищ (средней и максимальной).

Список использованных источников

1 Постановление Совета Министров Республики Беларусь об утверждении Государственной программы строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь № 1838 от 17 декабря 2010 г.

2 ТКП 45-3.04-299-2014 (02250). Малые ГЭС. Правила проектирования / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь: Минск 2014. – С. 6–9.

3 Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Инструкция о некоторых вопросах ведения государственного кадастра возобновляемых видов энергии от 29.08.2011. – № 29.

УДК 556.55:504.40

Л. И. Минина, канд.хим.наук, Т. А. Хоружая проф., д-р биол. наук,
Н. А. Мартышева
ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону

ОБОСНОВАНИЕ К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

Представления об экологическом благополучии/неблагополучии объектов окружающей среды появились еще в СССР и были закреплены Законом об охране окружающей природной среды в 1991 г. Выявление экологического неблагополучия водных объектов актуально и в настоящее время из-за неудовлетворительного состояния ряда водоемов России и негативных тенденций, охватывающих различные стороны формирования качества воды и внутриводоемных процессов. Экологическое благополучие водной экосистемы является состоянием, которое характеризуется ее нормальным функционированием, воспроизведением основных звеньев, а также качеством воды и водных ресурсов, удовлетворяющим требованиям водопользователей. Необходимость решения задачи находит отражение в российском законодательстве [1].

Особую роль в обеспеченности территорий водными ресурсами играют водохранилища, природно-техногенные объекты, созданные для нужд народного хозяйства. Анализ научных публикаций указывает на рост трофности, «цветение» воды с массовым развитием синезеленых водорослей, упрощение видовой структуры водных сообществ, снижение биоразнообразия. На некоторых водохранилищах природная вода и донные отложения иногда проявляют токсическое действие при биотестировании, в частности, токсичность выявлена в водных объектах юга ЕТР, в Зауралье и в Сибири.

Применение комплекса химико-биологических показателей, рекомендуемых документом Росгидромета для оценки состояния пресноводных экосистем [2], позволило отнести часть характеристик Цимлянского, Пролетарского и Веселовского водохранилищ к проявлениям экологического неблагополучия [3]. Очевидно, негативные изменения других водохранилищ также могут служить признаками последнего, однако методика оценки, учитывающая особенности состояния водных экосистем и внутриводоемных процессов, пока не разработана, что и определило цель настоящего исследования.

Отправной точкой в выполнении исследования послужил документ 1992 г. «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» [4] была приведена следующая классифицирована степеней экологического неблагополучия:

- 1) относительно удовлетворительная;
- 2) напряженная;
- 3) критическая;
- 4) кризисная (или зона чрезвычайной экологической ситуации);
- 5) катастрофическая (или зона экологического бедствия).

В документе были предложены критерии для крайних степеней экологического неблагополучия территорий, в том числе водных объектов: зон с устойчивыми отрицательными изменениями (чрезвычайная экологическая ситуация) и глубокими необратимыми изменениями (экологическое бедствие). Эти положения были установлены в ст.58 и 59 закона СССР 1991 как «надвигающаяся угроза» и «свершившееся бедствие». При этом, в обоих случаях имелись ввиду лишь такие территории, где воздействие антропогенных факторов имеет длительный, хронический характер, с периодом воздействия не менее года. Оценка их экологического состояния была дана в сравнении с «фоном», за который принято относительно удовлетворительное, благополучное экологическое состояние (условная норма) в регионе.

Под критерием подразумевалось описание совокупности показателей, позволяющих охарактеризовать ухудшение состояния здоровья населения и окружающей среды, как «кризисное» или как «бедственное». Показатели означали меру, параметры – границы интервалов, соответствующих степеням экологического неблагополучия. Параметры для показателей были приняты безотносительно к типам водных объектов, на основании научных данных или экспертных оценок специалистов. Был определен порядок поэтапного проведения оценки экологического состояния, предусматривающий последующую программу неотложных мер по нормализации обстановки с социально-экономическим обоснованием. При этом сбор материалов и анализ данных осуществлялся по поручению территориальных комитетов охраны природы. Документ 1992 г. [4] рассматривался как временный, требующий широкой апробации.

Известны и другие подходы к ранжированию состояний экосистем водных объектов с точки зрения формирования негативных изменений. Белорусский документ «Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса)» [5] устанавливает подход к оценке экологического состояния (статуса) водных объектов с рангами «отличное», «хорошее», «удовлетворительное», «плохое» и «очень плохое» состояния. При этом, в отличие от [4], для определения разных состояний предлагается разный набор показателей: для «отличного» статуса – гидробиологические, гидрохимические и гидроморфологические, для «хорошего» и «удовлетворительного» – гидробиологические и гидрохимические, для «плохого» и «очень плохого» – только гидробиологические показатели. Такой подход близок к принципам ранжирования качества воды согласно директивам ЕС по воде.

Возможен вариант ранжирования природных территориальных комплексов по глубине, необратимости, динамике и скорости появления негативных изменений. Он предусматривает выделение следующих состояний: нормы, риска, кризиса и бедствия.

Многолетняя информация государственного мониторинга Росгидромета и данные научных исследований, проведенных нами на крупных водохранилищах юга России: Цимлянском и Маньчских (Пролетарском и Веселовском) в 2013–2016 гг., рассмотренные с учетом документа [2], могут быть положены в основу разработки «Метода оценки экологического благополучия поверхностных водных объектов» по комплексу химико-биологических показателей». С целью создания такого метода поставлены следующие задачи: 1) разработать перечень показателей и основных характеристик для оценки экологического благополучия 2) сформулировать принципы оценки, 3) наметить основные этапы работ, 4) сформулировать требования к составу работ и порядку их выполнения,

5) разработать процедуру оценивания, которые прорабатывались на примере водохранилищ юга России.

Предложения к перечню показателей и основных характеристик для оценки экологического благополучия крупных водохранилищ юга России

Поставлена задача разработать набор (комплекс) химико-биологических показателей, ранжированных по оценочным характеристикам и параметрам для оценки состояний водных объектов: «относительно удовлетворительного», «чрезвычайной экологической ситуации» и «экологического бедствия». Отправной точкой для разработки такого комплекса послужил раздел документа [4] «Изменение природной среды и деградация естественных экосистем». В набор показателей и в значения их параметров по [4] были внесены изменения, направленные на актуализацию и учитывающие реальные характеристики Цимлянского и Маньчских водохранилищ.

Так, некоторые показатели устарели, они заменены на более современные, прежде всего на те, которые используются в настоящее время в государственном мониторинге поверхностных вод в России. В частности, при оценке химического загрязнения сейчас не используется показатель химического загрязнения (ПХЗ-10), он заменен на «удельный комбинаторный индекс загрязнения вод» (УКИЗВ). УКИЗВ более информативен, в нем учитывается большее число загрязняющих веществ (ЗВ), и не только их содержание, но и частота превышений ПДК в течение года. Учтены установленные в мониторинге критерии высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ соответственно) для веществ разных классов опасности. В то же время исключены из перечня коэффициент донной аккумуляции и коэффициент накопления ЗВ в гидробионтах, так как их детальный анализ, проведенный нами, привел к выводу об их ненадежности для ранжирования степени загрязненности.

В части биологических показателей кажется очевидным, что достаточно надежными могут быть характеристики состояния и развития любых экологических групп гидробионтов. В то же время ряд показателей вошедших в документ [4] можно исключить без ущерба для полноты описания состояний водохранилищ. Так, анализ сообщества бактериопланктона скорее необходим для санитарно-гигиенической оценки качества воды, кроме того для его выполнения требуется специально оборудованная (микробиологическая) лаборатория. Исключены также показатели ихтиофауны, заболеваемости рыб, необходимые для характеристики рыбохозяйственных водоемов. В то же время был расширен перечень показателей, характеризующих основные трофические звенья водной экосистемы. Прежде всего первичные продуценты – фитопланктон, развитие которого в значительной мере определяет «цветение» южных водохранилищ.

Сделан ряд дополнений, учитывающих основные особенности экосистем Цимлянского, Пролетарского и Веселовского водохранилищ, которые были выявлены нами в результате анализа многолетней гидрохимической и гидробиологической информации и материалов наших экспедиционных исследований. Эти результаты позволили выбрать физико-химические и биологические показатели и параметры, отражающие особенности важнейших внутриводоемных процессов в водной экосистеме водохранилищ (таблица 1).

Таблица 1 – Основные оценочные характеристики для ранжирования физико-химических показателей по параметрам состояний экологического благополучия/неблагополучия экосистем водохранилищ

№№	Показатели	Параметры для состояний		
		ОУ	ЧЭС	ЭБ
1	Класс качества воды по УКИЗВ	1-й «условно чистая»	4-й «грязная» – «очень грязная»	5-й «экстремально грязная»
2	Частота превышений ПДК ЗВ в году, %	до 25	от 50 до 75	от 76 до 100
3	Минерализация, мг/дм ³	до 1000	до 2000	более 2000
4	Вещества I и II классов опасности	отсутствуют	концентрации на уровне ВЗ	концентрации на уровне ЭВЗ

Окончание таблицы 1

№№	Показатели	Параметры для состояний		
		ОУ	ЧЭС	ЭБ
5	Вещества III и IV классов опасности	концентрации ниже ВЗ и ЭВЗ	концентрации на уровне ВЗ	концентрации на уровне ЭВЗ
6	Концентрация азота аммонийного, мг/дм ³	до 0,20 включ.	1,01–2,50	более 2,50
7	Концентрация азота нитритов, мг/дм ³	до 0,005 включ.	0,051–0,100	более 0,100
8	Концентрация азота нитратов, мг/дм ³	до 0,30 включ.	1,01–2,50	более 2,50
9	Концентрация фосфора минерального, мг/дм ³	до 0,030 включ.	0,201–0,300	более 0,300
10	ОВ (по БПК ₅ , мг/дм ³)	До 1,6 включ.	7,1–12,0	Более 12,0
11	Частота превышений ПДК ОВ (по ХПК и БПК ₅)	до 25	от 50 до 75	от 76 до 100
12	Концентрация растворенного кислорода, мг/дм ³	7,6–8,0	снижение до 2,0	менее 2,0
13	Концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³	До 10,0 включ.	51–100	Более 100
14	рН (реакция среды)	6,7–7,9	4,0–4,9 или 9,5–9,7	менее 4,0 или более 9,7
15	Пленка на поверхности воды (по результатам осмотра)	Пленка отсутствует	Часто обнаруживается	Сплошная темная пленка

ОУ – относительно удовлетворительное; ЧЭС – чрезвычайная экологическая ситуация; ЭБ – экологическое бедствие

Значения параметров биологических показателей для трех состояний водной экосистемы водохранилищ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные оценочные характеристики для ранжирования биологических показателей по параметрам состояний экологического благополучия/неблагополучия экосистем водохранилищ

№№	Показатели	Параметры для состояний		
		относительно удовлетворительного	ЧЭС	ЭБ
1	Класс качества воды по состоянию планктонных сообществ	I и II класс «условно чистая» и «слабо загрязненная»	IV класс «грязная» – «очень грязная»	V класс «экстремально грязная»
2	Индекс сапробности по Пантиле и Букку	До 1,5	3,6–4,0	Более 4,0
3	Класс качества воды по макрозообентосу, БИ	I и II класс «условно чистая» и «слабо загрязненная», БИ= 5–10	IV класс «грязная», БИ=2	V класс «экстремально грязная», БИ=1–0
4	Макрозообентос: И Г-У, %	менее 50	71–90	91–100
5	Биомасса фитопланктона, мг/дм ³	0,1–1,0	10,1–50,0	более 50,0
6	Доля синезеленых в общей биомассе водорослей, %	не более 25	от 50 до 75 эпизодически	более 75
7	Доля проб с синезелеными за многолетний период, %	До 25	от 50 до 75	от 76 до 100
8	Концентрация хлорофилла «а» (среднегодовая), мкг/ дм ³	0,1–1,0 (воды олиготрофные)	10,0 (воды эвтрофные)	порядка 20,0 (воды гипертрофные)
9	Площадь зоны «цветения», % общей площади водоема (превалирующие значения)	незначительная (менее 25)	от 25 до 50	от 51 до 100

Таблица 2 – Основные оценочные характеристики для ранжирования биологических показателей по параметрам состояний экологического благополучия/неблагополучия экосистем водохранилищ

№ №	Показатели	Параметры для состояний		
		относительно удовлетворительного	ЧЭС	ЭБ
10	Трофность по фитопланктону	олиготрофные воды	эвтрофные воды	гипертрофные воды
11	Сапробность вод	ксеносапробные – олигосапробные	α-мезосапробные	полисапробные
12	Токсичность воды при биотестировании на дафниях	ОТД и ХТД отсутствуют на протяжении 96 ч	ОТД на протяжении 48 ч	ОТД на протяжении 24 ч
13	Токсичность донных отложений при биотестировании на хирономидах за 96 ч	Смертность отсутствует	Смертность хирономид 10–50 %	Смертность хирономид у 50 % и более

ЭБ – экологическое бедствие. ИС – индекс сапробности по Пантле и Букку; БИ – биотический индекс Вудивисса; И Г-У – индекс Гуднайта-Уитлея; ОТД – острое токсическое действие; ХТД – хроническое токсическое действие

Таким образом, в основные оценочные характеристики включены 15 физико-химических и 13 биологических (гидробиологических и токсикологических) показателей. Дополнительно можно использовать другие показатели, которые достаточно хорошо апробированы. Так, важным признаком неблагополучия могло быть наличие микроцистинов в воде цветущих водоемов, однако химический анализ его пока затруднен из-за отсутствия отечественных стандартных образцов.

1. Как видно из таблиц 1 и 2, принцип ранжирования основан на постепенном переходе от экологического благополучия (ОУ-состояния) к ухудшению состояния – экологическому неблагополучию (ЧЭС и ЭБ). Принято допущение, что ОУ-состояние характеризуется незначительным уровнем загрязненности (1–2 класс качества воды), невысокой трофностью, отсутствием токсичности воды, естественным развитием водных сообществ. Напротив, в случаях ЧЭС и ЭБ наблюдаются крайние негативные изменения: ухудшение качества воды до 4–5 классов (вода «грязная» – «экстремально грязная»), увеличение содержания ЗВ до уровней ВЗ и ЭВЗ и т.д. Ряд параметров заняли промежуточное положение между ОУ-состоянием и крайними степенями неблагополучия, например, 3 класс качества воды по гидробиологическим показателям, мезотрофный статус водоема и др.; они требуют специального анализа информации, уточнения граничных значений и будут исследоваться в дальнейшем.

Принципы оценки состояния экологического благополучия/неблагополучия водохранилищ.

2. Оценку проводят для двух крайних степеней неблагополучия: состояния водных экосистем с устойчивыми отрицательными изменениями (чрезвычайная экологическая ситуация, ЧЭС) и состояния глубоких необратимых изменений (экологическое бедствие, ЭБ). Для сравнения используют относительно удовлетворительное состояние, т.е. состояние относительного благополучия.

3. Объектами оценки являются вода, донные отложения, сообщества водных организмов – представителей основных трофических уровней водной экосистемы.

4. Для оценки используют информацию государственного мониторинга и/или материалы научных исследований.

5. Оценку проводят по комплексу показателей, состоящих из двух групп: физико-химических, и биологических, включающих гидробиологические и токсикологические. Для каждой группы используют характеристики и параметры, ранжированные для 3-х состояний относительно удовлетворительного, ЧЭС и ЭБ.

6. Перечень использованных для каждого водохранилища показателей и параметров может отличаться в зависимости от имеющихся материалов (например, достаточность

информации мониторинга зависит от программ наблюдений, которая может в разные годы быть разной).

7. Оценка является экспертной. Результаты оценивания состояний по разным показателям могут не совпадать между собой. Например, по одному показателю состояние по параметрам могло определяться как ОУ, а по другому как ЧЭС. Окончательное заключение о степени экологического неблагополучия следует делать по показателю, свидетельствующему о наибольшей степени неблагополучия: об угрозе деградации (ЧЭС) или о необратимых негативных изменениях (ЭБ).

8. Оценку проводят по данным за любое время: за многолетний период, за один год или за вегетационный период.

Основные этапы работ по оценке состояния экологического благополучия/неблагополучия водохранилищ.

1. Сбор информации по водохранилищу (участку).
2. Систематизация материалов с целью получения основных оценочных характеристик.
3. Оценивание состояния экологического благополучия и выявление экологического неблагополучия водохранилища (участка).
4. Подготовка заключения об экологическом благополучии/неблагополучии водохранилища (участка).

Требования к составу работ и порядку их выполнения.

1. Оценку проводят по материалам из одного или нескольких источников, полученным по единой или сопоставимой нормативно методической базе.

2. Информация должна быть получена в наиболее представительных для водохранилища пунктах, например по пунктам, створам и вертикалям наблюдений государственного мониторинга.

3. Данные по физико-химическим показателям должны охватывать основные гидрологические периоды (весеннее половодье, летнюю и зимнюю межень), по биологическим показателям – вегетационный период.

4. Для показателя интегральной токсичности, определяемой путем биотестирования с помощью стандартного биотеста на низших ракообразных (дафниях), принято допущение, что в заключении учитывается результат о наличии токсичности, выявленной хотя бы в одном биотесте и даже однократно.

5. Информация по всем показателям должна быть совмещена в пространстве и во времени, с соблюдением требований к периодичности наблюдений по химическим и биологическим показателям, установленной в государственном мониторинге.

Оценивание состояния экологического благополучия и выявление экологического неблагополучия водохранилища.

После систематизации собранных материалов и получения основных оценочных характеристик проводят сравнение с ранжированными параметрами физико-химических и биологических показателей, согласно таблицам 1 и 2.

По разным показателям, характеристикам и параметрам оценки могут не совпадать; окончательное заключение дают по наихудшему результату.

Список использованных источников

1 Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (в редакции от 31.10.2016, с изменениями от 26 июля 2017 г.).

2 Рекомендации. Оценка состояния пресноводных экосистем по комплексу химико-биологических показателей. Р 52.24-763-2012. Росгидромет. ФГБУ «ГХИ». Ростов-на-Дону. – 22 с.

3 Хоружая, Т. А. Проявление признаков экологического бедствия на крупных водохранилищах юга России». Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.» / Т. А. Хоружая, Л. И. Минина Материалы Всероссийской научной конференции ИВП РАН. Сборник научных трудов в 2-х томах, Петрозаводск: РИО КарНЦ РАН, 2015 г. – Т. 1. – С. 379–385.

4 Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Зеленый Мир. Российская экологическая газета. 1994. – № 12. – С.8.

5 Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса). Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.13-21-2015 (33140). Минприроды. Минск.

УДК 540.4.054

В. П. Музыкин, зав. сектором гидроэкологических обоснований
и прогнозирования отдела гидроэкологических исследований,
Ю. Ф. Антипинович, мл. науч. сотр. отдела гидроэкологических исследований,
С. А. Будько, мл. науч. сотр. отдела гидроэкологических исследований
Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский
институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Локальный мониторинг проводится с целью наблюдений за состоянием окружающей среды в районах расположения объектов хозяйственной и иной деятельности, являющихся источниками вредного воздействия на окружающую среду, в том числе экологически опасной деятельности. Сеть пунктов локального мониторинга, объектом наблюдения которого являются подземные воды, в Беларуси начала формироваться, а результаты целенаправленно обрабатываться, с 2005 г. В настоящее время наблюдения за состоянием подземных вод ведутся на 291 объектах, осуществляющих экологически опасную деятельность, где суммарно оборудовано более 1300 наблюдательных скважин. Все объекты наблюдений локального мониторинга подземных вод могут быть объединены в группы: захоронений пестицидов, полигоны твердых коммунальных и промышленных отходов, поля орошения животноводческими стоками, поля фильтрации, иловые площадки очистных сооружений, объекты энергетики, металлургии, машиностроения, химической и нефтехимической промышленности.

Для проведения локального мониторинга подземных вод в Беларуси создана соответствующая нормативная база: в настоящее время *постановлением Минприроды РБ от 11 января 2017 г. № 5* определен перечень юридических лиц, осуществляющих экологически опасную деятельность, для которых проведение локального мониторинга подземных вод является обязательным, установлен порядок проведения мониторинга подземных вод *Инструкцией о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды юридическими лицами, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду, в том числе экологически опасную деятельность (в редакции постановления Минприроды РБ от 11 января 2017 г. № 4)* и разработан *ТКП 17.06-01-2007 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Правила размещения пунктов наблюдений за состоянием подземных вод для проведения локального мониторинга окружающей среды*.

В общем случае, при проведении хозяйственной и иной деятельности воздействие на подземные воды связано [1]:

а) с ухудшением потребительских свойств подземных вод по количественным и качественным показателям, вследствие чего затрудняется или исключается возможность использовать подземные воды в районе источника по целевому водопользованию;

б) с негативными изменениями параметров других компонентов природной среды, взаимосвязанных с подземными водами (поверхностные водные объекты, лесные насаждения, ландшафтные условия и др.).