

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД К МЕТОДОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

**Г.А. Оболдина**

*E-mail: elizgalina@mail.ru*

*ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Екатеринбург, Россия*

**АННОТАЦИЯ:** Рассмотрены правовые, нормативно-методические, научные основания системы экологического нормирования негативных воздействий хозяйственной деятельности на водную среду путем установления нормативов качества и допустимого воздействия.

Разработанная система представлена комбинацией методологических положений и инструментария на основе анализа лучших практик обработки данных мониторинга, использования линейных трендов сжатых характеристик, косвенной унифицированной оценки негативных воздействий как откликов на любой род хозяйственной деятельности. Для обеспечения экспертов объективным инструментарием и регламентируемыми положениями разработан пакет водоохраных стандартов, обеспечивающий оценку степени истощения качества вод, деградации водных экосистем, фактической и допустимой антропогенной нагрузки, решения других водно-экологических задач. Апробирование стандартизированных алгоритмов экспертных действий на основе данных импактного мониторинга дает основание для возможной экологизации Водного кодекса с целью оценки экологического благополучия водных экосистем и реализации государственной регулятивной функции охраны водных ресурсов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экологическое нормирование антропогенной нагрузки, оценка экологического состояния водных объектов, импактный мониторинг, качество природных вод, базовый показатель антропогенной нагрузки.

### ВВЕДЕНИЕ

Российское законодательство обеспечивает равные права водным объектам и водопользователям на ассимиляционный потенциал водной экосистемы. Однако в условиях некорректных нормативных требований, водопользователь сопротивляется водоохраным мероприятиям и любыми способами игнорирует их. В итоге регулятивная функция государства по защите водных экосистем оказывается недостаточно эффективной.

Экологическое нормирование – ключевая задача защиты водных ресурсов. В соответствии со ст. 19 ФЗ «Об охране окружающей среды» основны-

ми задачами нормирования в области охраны окружающей среды являются предотвращение и (или) снижение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду путем установления нормативов ее качества и нормативов допустимого воздействия [1]. Нормативы качества окружающей среды устанавливаются на основании результатов лабораторных испытаний (ПДК), а также открытого перечня комплексных результатов наблюдений за состоянием окружающей среды (ст. 20.3, 20.4 [1]).

В настоящее время в России используется расчетная система нормирования, сформированная на базе нормативов качества воды – ПДК, включающая в качестве основных понятия допустимого сброса (НДС, ранее ПДС) и нормативов допустимого воздействия (НДВ). Система широко критикуется за абсурдность требований к уровню обязательных водоохраных мероприятий, но не имеет альтернативы. Несмотря на то что система ПДК–НДС сыграла важную роль в формировании водоохранной политики страны, принципиальные недостатки, противоречивость и формальный подход при ее применении не позволили добиться результатов, соответствующих концепции устойчивого развития [2].

Казалось бы, допустимые сбросы разрабатываются с 1980-х годов, водоохранные планы постоянно верстаются и актуализируются, а результаты обследования при этом выявляют соблюдение НДВ, например, на р. Туре всего на протяжении менее 10 % ее длины. В такой ситуации мнения ведущих специалистов звучат весьма пессимистично. Так, в статье [3], цитируемой в постатейном научно-практическом комментарии к ФЗ «Об охране окружающей среды», отмечается, что «...экстраполяция нормативов ПДК на реальные природные объекты не может считаться в полной мере корректной, поскольку, во-первых, эти нормативы определяют в лабораторных условиях в краткосрочных (дни) и хронических (недели) экспериментах на изолированных популяциях организмов..., во-вторых, отсутствие соответствия между лабораторными и природными моделями экосистем нередко приводит к завышению значений ПДК». Практика свидетельствует, что и к занижению. Корректировка ПДК не допускается, а методика разработки региональных ПДК отсутствует. «Нормирование давно превратилось в формальную процедуру, выгодную только избранным категориям лиц, согласующим и утверждающим органам, а также различным научным и «околонаучным» фирмам, выполняющим расчеты для водопользователей и несколько не способствующим улучшению экологической обстановки» [4]. «Практика разработки НДВ по бассейнам рек в 2008–2010 гг. в соответствии с Методическими указаниями показала бессмысленность разработки таких нормативов» [5]. Известна также позиция, что НДВ должны разрабатываться с акцентом только для диффузных источников загрязне-

ния, которые могут «составлять до 90 % величины фактической совокупной антропогенной нагрузки на водный объект [5]». При этом разработка норматива ДАН как показателя совокупного воздействия регулируемых источников проблематична, поскольку этот норматив не подлежит регулированию и невозможно осуществить его государственный контроль.

Эксперты от лица промышленников постулируют, что регулированию и контролю на основе показателей НДТ подлежат только сбросы конкретных предприятий. Им оппонирует группа специалистов, считающая, что именно для предприятий, внедряющих НДТ, негативное воздействие должно соответствовать НДВ, т. к. существует опасность формальной оценки их реальной экологичности [6]. Европейский законодатель, в соответствии с Директивой КПКЗ (о комплексном предотвращении и контроле загрязнения), решает эту проблему в пользу защиты окружающей среды, качество которой анализируется и остается на первом месте для всех категорий водопользователей.

Таким образом, критика действующей в настоящее время системы экологического нормирования приводит к отрицанию получаемых расчетных данных НДВ и НДС. Очевидно, что в существующих проблемах НДВ виновата практика их разработки, а не само понятие.

Предлагаемые в статье [3] «усовершенствования» системы нормирования на основе ПДК (округление, сокращение перечня контролируемых показателей до одного-двух десятков веществ и др.) «не отменяют необходимости поиска или создания методов нормирования, лишенных многочисленных... недостатков ПДК». Статья заканчивается логичным предположением: «Очевидно, что наименьшее количество таких недостатков имеют методики, основанные на анализе данных экологического мониторинга экосистем...». Это предположение легло в основу представленной в данной статье альтернативной системы регулятивного нормирования по данным импактного мониторинга антропогенной нагрузки и негативного воздействия хозяйственной деятельности.

Разработка новой альтернативной системы экологического нормирования предполагалась в период актуализации ФЗ «Об охране окружающей среды» [1], но ориентация была сделана на формальное проведение экологической реформы путем внедрения НДТ и последующее, якобы не требующее подтверждения, улучшение качества окружающей среды.

В отличие от аналогичных европейских документов отечественные справочники по НДТ разрабатываются без экологического сопровождения. По состоянию на 2019 г. отсутствуют технологические показатели в 15 из 50 справочников [7], что не дает возможности в ближайшем будущем подготовить заявки на комплексное экологическое разрешение (КЭР) для пред-

приятий ряда отраслей. Вопреки правилам разработки технологических нормативов [8] в 12 справочниках отсутствует информация о маркерных веществах, что не позволяет обеспечить эффективный производственный экологический контроль, а тем более количественную сопоставительную оценку негативных воздействий технологий с целью выявления НДТ. При этом заложены определенные противоречия в понимании, что такое «маркерное вещество». Согласно [8], это вещество, для которого устанавливается технологический показатель и далее – технологический норматив, а в соответствии с терминами по НДТ, – это наиболее значимый для конкретного производства показатель группы веществ. Анализ водоохранной деятельности объектов негативного воздействия (ОНВ) свидетельствует, что маркерные вещества обеспечивают эффективность локального экологического контроля, но не оценку экологичности сброса сточных вод.

Согласиться с такой программой охраны водных объектов невозможно. Необходим простой прагматичный инструментарий оценки качества используемых вод и состояния водных экосистем при регулировании как антропогенной нагрузки, так и совокупных НДВ. Такой инструментарий реализован нами в серии водоохранных стандартов [9–14], которые в соответствии с природоохранным законодательством обязательны к исполнению, но игнорируются промышленниками на практике и при разработке информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ.

Разработанный инструментарий обеспечивает унифицированную прямую или косвенную оценку локальных или совокупных антропогенных нагрузок (НДС, ДАН), НДВ с экологических позиций по данным импактного мониторинга качества используемых вод в контрольных створах по отношению к фоновому створу и свидетельствует, что НДВхим, оцениваемое не расчетным методом «всего и от всех», а косвенно, по данным импактного мониторинга и эталонных участков водного объекта, может быть контролируемым и управляемым.

### **ПРАВОВОЕ ОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛЯТИВНОГО НОРМИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Наиболее полно правовые основы экологического нормирования представлены в ФЗ «Об охране окружающей среды» [1], где четко продекларированы основные принципы охраны окружающей среды (ст. 3), включающие:

- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду, исходя из требований в области охраны окружающей среды.

Данные принципы могут быть реализованы при импактном (в месте негативного воздействия) мониторинге. В ст. 19 [1] конкретизировано, что цели нормирования достигаются через установление нормативов качества окружающей среды/воды (НКВ) и НДВ. Следует учитывать, что в соответствии со ст. 21.1 и 21.2 [1]:

«1. В целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду хозяйственной и (или) иной деятельности устанавливаются следующие нормативы допустимого воздействия на окружающую среду:

- нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов;
- технологические нормативы;
- технические нормативы;
- нормативы образования отходов и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимых физических воздействий (уровни воздействия тепла, шума, вибрации и ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

2. Соблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду, за исключением технологических нормативов и технических нормативов, должно обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды».

Таким образом, для ОНВ категории НДТ закреплено соответствие между НДВ и технологическими нормативами – антропогенной нагрузкой. Другими словами, если ОНВ в соответствии с комплексным экологическим разрешением – НДТ, то экологические претензии к нему юридически обосновательны. Это противоречит прогрессивным мировым нормам.

В Водном кодексе РФ [15] система нормирования представляется более упрощенной, но видится более перспективной, т. к. в ст. 2 декларируется более высокий статус норм по [15], чем по [1], регулирующих отношения по использованию и охране водных объектов. В ст. 35 [15] речь идет только о разработке и установлении НДВ на водные объекты, которые могут разрабатываться на основании ПДК химических веществ, микроорганизмов и других показателей качества воды, т. е., например, на основе базового показателя антропогенной нагрузки (ПАН<sup>0</sup>), поскольку в соответствии со ст. 19.3, 20.3, 20.4 подтверждается статус последнего как сжатого гидрохимического показателя и возможного норматива качества воды.

Имеются широкие потенциальные возможности для корректировки ст. 35, введения необходимых терминов для реализации научно обоснованной альтернативной системы нормирования/регулирующей антропогенной нагрузки и негативных воздействий. В настоящее время распро-

странено мнение специалистов, что НДС не нужны. В таком виде, в каком они функционируют сегодня, действительно, не нужны. В Водном кодексе РФ необходимо закрепить государственную степень защиты водных объектов от негативных воздействий всех категорий ОНВ в виде оценки НДС и нормативов допустимой антропогенной нагрузки (НДАН) по данным импактного мониторинга, иначе интересы ОНВ уровня НДТ окажутся не контролируемыми.

Для реализации системы нормирования/регулирования воздействий при водопользовании и обеспечения ее объективным инструментарием, нормами и регламентируемыми положениями разработан пакет водоохраных стандартов [10–14], обеспечивающих оценку степени истощения качества используемых вод, деградации водных экосистем, допустимой антропогенной нагрузки, обоснования интенсивности диффузного или подземного загрязнения, гидрологической связи водных объектов и решения других водно-экологических задач [9, 16].

#### **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПО ДАННЫМ ТЕКУЩЕГО ИМПАКТНОГО МОНИТОРИНГА**

**Экологическое нормирование воздействий** при водопользовании, осуществляемое в отечественной водоохранной практике расчетными методами на основе ПДК, незаменимо при проектировании и прогнозе, но неэффективно в текущей деятельности. В настоящее время оно объективно трансформируется в **экологическое регулирование (регламентирование)** путем сокращения перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования [17], расширения сферы применения технологических нормативов [1], перечня регламентируемых норм и положений [9–14]. Наглядным примером этого процесса является сопровождение внедрения НДТ [1].

Основная задача экологического нормирования – снижение антропогенной нагрузки на водные объекты. Используя понятие «экологическое нормирование», мы подразумеваем «экологическое регулирование». Термин «водная экосистема» объединяет учет всех существенных связей водного объекта путем мониторинга качества воды как основополагающего фактора экологического благополучия водных экосистем.

Признанная на международном уровне концепция требований к качеству воды определена в рекомендациях странам ЕЭК ООН как система нормативных документов (в т. ч. природоохранных стандартов) и целевых показателей, основанная на комплексном подходе к их разработке и применению. Эти принципы реализованы в водоохраных стандартах [9–14]. В отечественной практике существуют две процедурно и нормативно раз-

деленные подсистемы оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду (ОВОС): оценка, проводимая разработчиком проекта, и государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ), осуществляемая уполномоченным органом. В странах Европейского Союза для ОВОС-ГЭЭ используется выполняемая по данным текущего мониторинга единая система EIA (Environmental Impact Assessment).

«Обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности» (ст. 3 [1]) является декларируемым, но фактически нереализуемым принципом охраны водных ресурсов. Единый подход к оценке экологического состояния природных водных объектов в отечественной практике экологического контроля водохозяйственной деятельности отсутствует. Данный пробел ликвидирует разработанный ГОСТ Р 57074-2016 «Оценка эффективности водоохранной деятельности. Критерии оценки» [10], призванный обеспечивать поддержание качества используемого водного объекта на уровне целевых показателей.

Концепция системы основана на применении актуализированной сжатой гидрохимической информации по данным импактного мониторинга с целью:

- обеспечения экологической безопасности водных объектов посредством оценки степени истощения качества вод, деградации водных экосистем и соответствия нормативам допустимого воздействия, определяемых по экологическому нормативу ПАН<sup>6</sup>;
- формирования бассейновых водоохранных программ для удовлетворения потребностей водопользователей с использованием НДВ, расчетных и модельных систем, целевых показателей.

Система обеспечивает единый порядок действий для всех категорий водопользователей и реализует идею формирования нового порядка нормирования негативных воздействий. Используются унифицированные алгоритмы, применимые для оценки качества вод, состояния водных экосистем, обоснования допустимых сбросов, антропогенной нагрузки, допустимого воздействия. Объективность гидрохимической информации, т. е. верификация, достигается на основе использования линейных трендов, автоматически сопоставляющих значения качества используемой воды в контрольном створе с значениями в фоновом створе.

Расширение перечня регламентируемых положений прямого действия для экономических санкций: например, если степень истощения качества вод превышает условно-нормативное значение или свидетельствует об истощении экосистемы, водопользователю устанавливается определенная ставка при расчете оказанного вреда.

Экологическое регламентирование водопользования основывается на балансе интересов, технологических возможностей хозяйствующих субъектов и обоснованной целесообразности сохранения экосистем водных объектов. Перспективная задача экологического регламентирования водопользования – обоснование общих норм и правил рентабельного внедрения водоохраных мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность водных экосистем и человека.

Минимальный период импактного мониторинга – один год. Более длительный период повышает достоверность выводов, обеспечивает по сезонным данным подтверждение стабильности/нестабильности локальной антропогенной нагрузки или обоснование факта загрязнения водосборной территории. Принятие целевых показателей по анализам-маркерам производится комплексно на уровне значений показателей качества воды I или II класса.

Исключаются ошибочные приоритеты регулирования антропогенной нагрузки, особенно для веществ двойного генезиса, формирующихся под действием природных и антропогенных факторов. В последнем случае более эффективны бассейновые допустимые концентрации (БДК).

### **Концептуальные подходы к оценке воздействия**

Под оценкой воздействия понимается количественная (многокритериальная) оценка ответной реакции экосистемы (воды как среды ее существования) на наиболее типичные антропогенные воздействия в естественных условиях. Между биологической структурой водного объекта и показателем антропогенной нагрузки через его способность к самоочищению существует взаимообусловленная функциональная связь [18], нарушение которой неизбежно приводит к перестройке биологической структуры и метаболизма водного объекта, а значит – к новой ступени его загрязнения [19].

В силу функциональной способности экосистем водных объектов к самовосстановлению и способности реагировать на внешние воздействия не исследуемыми при импактном мониторинге, но косвенно учитываемыми, признаются факторы, временно размещенные до периода формирования бассейновых водоохраных программ в «черном ящике»:

- изменение гидрологического режима участка водного объекта;
- состояние территории водосбора (загрязненность, растительность, геохимические показатели почв, климатические особенности и пр.);
- состояние акватории (для водохранилищ) и поймы рек, в т. ч. наличие загрязненных донных отложений, свалок отходов;



- состояние подземного бассейна питания речной системы или водохранилища;
- атмосферные осадки антропогенного или естественного происхождения на водосборной территории.

Вычисление функциональных показателей состояния водных сообществ (изменение скорости метаболических процессов под влиянием загрязнения) выполняют по индексам P/B, P/R, R/B (P – продукция, R – траты на обмен, B – биомасса) [20], а также по тренду наиболее эффективно сжатых комплексных показателей [13–14]. При этом:

- учитывается диапазон естественных колебаний основных экологических параметров, обусловленных климато-продукционными глобальными циклами и внутриводоемными процессами;
- исключается заведомо неприемлемое прямое токсическое действие на организмы, а также установленное косвенное мутагенное воздействие;
- регулирование антропогенной нагрузки и затрат на охрану природы реализуется таким образом, чтобы сохранялись условия для самовосстановления экосистем;
- стимулируется постоянное снижение антропогенной нагрузки на водные объекты;
- оценка состояния водных экосистем формируется по величинам научно обоснованных оценочных показателей: детерминационного и статистического анализа, оценки функциональных связей на основе моделей отдельных процессов, состояния водной экосистемы в целом, характерных сезонных модуляций и т. д.;
- при неоднозначности получаемых выводов используется биотическая оценка благополучия водных экосистем;
- поощряется поиск новых критериев-маркеров патологических признаков состояния водных экосистем;
- объективными, с повышенной степенью надежности, признаются совпадающие результаты, полученные различными методами (например, расчетным методом, как в некоторых схемах СКИОВО; по результатам биотического мониторинга, гидрохимического импактного мониторинга и др.); при схожести значений они могут служить нормой общего действия для подобных экосистем;
- элиминация отдельных элементов экосистемы не может быть абсолютным критерием ее патологии, но является маркером необходимых водоохраных предупредительных мероприятий.

### **Комментарий к обоснованию основных элементов регулятивной системы экологического нормирования**

«Главной целью научного обеспечения водохозяйственной деятельности является принятие всесторонне обоснованных в научном и информационно-аналитическом плане управленческих решений» [21]. Основные элементы системы экологического регулирования воздействий при водопользовании включают:

- пакет водоохранных стандартов [10–14];
- «петлю качества» регулятивной функции (ГОСТ Р 58555–2019);
- импактный мониторинг (ГОСТ Р 58556–2019);
- метод «условной водоемкости» (ГОСТ Р 57075–2016);
- инструментарий для экспертов, включающий концепцию оценки допустимого привнесения воздействий, экологический гидрохимический норматив – базовый показатель антропогенной нагрузки (ГОСТ Р 58556–2019), алгоритмы оценки степени истощения качества вод и деградации водных экосистем (ГОСТ Р 58556–2019) и др.;
- экономический механизм (ГОСТ Р 58557–2019);
- регламентируемые положения (ГОСТ Р 58556–2019).

**«Петля качества» регулятивной функции** – порядок взаимодействия научно обоснованных обязательных механизмов (планирование, выполнение, импактный мониторинг, научный анализ с выработкой норм общего действия и регламентируемых положений). «Петлю качества» признают эффективной, если все ее элементы объективны, гибко совершенствуются, имеют нормативы и критерии.

**Импактный мониторинг.** Основу регулятивной системы нормирования антропогенной нагрузки составляют информационные данные импактного мониторинга, при котором учитываются:

- контролируемые показатели водной среды, дающие формализованную оценку ее качества и соответствия действующим нормативам. Из обширного ряда подлежащих регулированию и используемых в системе экологического контроля показателей используется ограниченная выборка аналитов-маркеров, характеризующих основные виды негативного воздействия фактической антропогенной нагрузки (ФАН) и обеспечивающих характеристику качества природных вод по ПАН<sup>6</sup>, шкала которого разработана с учетом сопряженного мониторинга гидрохимических и биотических показателей [22], совокупно представляющих актуализированную гидрохимическую концепцию (ГХК);
- факторы, связанные с физико-географическим и гидрологическим описанием водоема, как целостного водохозяйственного объекта, косвенно учитываются при обработке региональных фактических сопряженных данных мониторинга;

– совокупность биотических критериев, оценивающих специфику структурно-функциональной организации сообществ гидробионтов и динамику развития водных биоценозов, устанавливается в соответствии с биотической концепцией (БК), критерии которой могут использоваться при неоднозначности выводов об экологичности объектов негативного воздействия (ОНВ), получаемых по ГХК. В будущем, в условиях конкуренции, можно выявить недостатки и преимущества как ГХК, так и БК, целесообразность применения каждой при регулировании водопользования [23].

Импактный мониторинг – объективный источник информации при нормировании воздействий – реализуется через административно-правовые инструменты по бассейновому принципу на следующих уровнях: государственный экологический мониторинг, производственный экологический контроль, научный мониторинг. Данные импактного мониторинга водных объектов должны быть доступны общественности и могут быть проверены:

– экспертной организацией, разрабатывающей или корректирующей СКИОВО;

– экспертной организацией или БВУ при обосновании региональных целевых показателей;

– хозяйствующим субъектом перед получением КЭР;

– хозяйствующим субъектом при декларировании водопользования;

– хозяйствующим субъектом при водохозяйственном аудите;

– хозяйствующим субъектом при подготовке документов для ГЭЭ;

– ГОИВ при контроле и надзоре [24];

– ГОИВ при сигналах о нарушении хозяйствующим субъектом природоохранного законодательства.

В настоящее время имеются объективные предпосылки для разработки программ импактного мониторинга водных объектов, оценки их экологического благополучия и выявления участков, где не соблюдаются НДВ. Соответственно заявленным целям должен быть разработан и механизм применения санкций: не должно возникать ситуации, при которой выплата штрафов становится выгодней, чем осуществление водоохраных мероприятий.

**Метод «условной водоемкости»** – основа унифицированных расчетов, экологической оценки и ранжирования как технологических показателей ОНВ, так и качества вод, состояния водных экосистем [ГОСТ Р 57075-2016]. Метод «условной водоемкости», по определению, обеспечивает по группе аналитов-маркеров оценку негативных воздействий по показателю антропогенной нагрузки (ПАН) в виде суммы (ПАН =  $\Sigma$ ПАН<sub>г</sub>) необходимых кратностей объемных разбавлений исследуемой воды (V<sub>н</sub>) условным количеством воды (V<sub>усл.</sub>) до безвредного состояния по типам воздействия:

$$\text{ПАН}_i = V_{\text{усл.}_i} / V_{\text{н}}. \quad (1)$$

Например, закисление – по значению рН; засоление – по сухому остатку; снижение прозрачности – по концентрации взвешенных веществ; растворенного кислорода – по химическому потреблению кислорода; эвтрофирование – комплексно по концентрациям азота аммонийного, азота нитратного, азота нитритного, фосфора фосфатного; вторичное загрязнение от донных отложений – по концентрации марганца; токсичность – по токсической кратности разбавления; тепловое воздействие – по температуре; деградацию биологических цепей – по концентрации органических хлоруглеродов и т. д.

При разбавлении начального объема загрязненной воды ( $V_n$ ) с начальной концентрацией маркерного  $i$ -показателя ( $C_n$ ), концентрацию которого необходимо снизить до желаемого значения целевого показателя ( $C_{цп}$ ), необходимый объем разбавляющей воды ( $V_{усл}$ ) определяется из условия материального баланса [9]:

$$(V_{усл} + V_n) \cdot C_{цп} = V_n \cdot C_n. \quad (2)$$

Обе части уравнения разделим на выражение ( $V_n \cdot C_{цп}$ ):

$$(V_{усл} \cdot C_{цп}) / (V_n \cdot C_{цп}) + (V_n \cdot C_{цп}) / (V_n \cdot C_{цп}) = (V_n \cdot C_n) / (V_n \cdot C_{цп}).$$

После сокращения и преобразований получим:

$$ПАН_i = V_{усл} / V_n = C_n / C_{цп} - 1. \quad (3)$$

Являясь удельной гидрохимической характеристикой,  $ПАН_i$  в соответствии с формулой (1) меньше на единицу, чем концентрационное разбавление, рассчитываемое по формуле ( $C_n / C_{цп}$ ) и позволяет по гидрохимическим показателям рассчитывать общий ПАН по формуле  $ПАН = \sum ПАН_i$ , где  $i$  – гидрохимические аналиты-маркеры.

Интегральный критерий качества водной экосистемы – показатель антропогенной нагрузки (ПАН), является результатом произвольной математической операции над группой исходных показателей, описывающих тестируемый объект. Используется процедура принудительного суммирования значений факторов (негативных воздействий) условно сонаправленного действия, основанная на гипотезе аддитивности (фактически независимости) индивидуальных вкладов  $ПАН_i$  в комплексный показатель ПАН [ГОСТ Р 57075, ГОСТ Р 58556].

За рубежом метод «условной водоемкости» широко применяется при расчете токсичности вод по прогнозируемым недействующим концентрациям (PNEC). Преимущество метода «условной водоемкости» заключается в простом аналитическом контроле качества вод (в т. ч. и состояния экосистем) по маркерным анализам относительно нормативов или их желаемых целевых значений без гидрологических исследований: ПАН

имеет смысл удельного показателя объемного разведения (усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>), но рассчитывается по концентрациям.

Основной расчетной формулой при нормировании по ПДК является норма суммирования концентрационных разбавлений веществ по ЛПВ:  $\sum C_i / \text{ПДК} \leq 1$ . Данная формула, даже для одного показателя, при переносе единицы из правой части уравнения в левую, имеет вид кратности объемного разбавления:  $(C_i / \text{ПДК}_i - 1) \leq 0$ , но бессмысленна при исследовании качества вод при  $C_i > \text{ПДК}_i$  и имеет смысл только при  $C_i < \text{ПДК}_i$ , т. е. при исследовании кумуляций в области малых воздействий. Возможно, разработчики концепции пренебрегли отличием между понятиями концентрационного и объемного разбавлений, что и явилось причиной неработоспособности методического подхода системы нормирования по ПДК.

В некоторых расчетных системах по ПДК объемное разбавление автоматически подменяется концентрационным. Эксперты Росприроднадзора, обосновывая вред, характеризуемый аналитами-маркерами двойного генезиса, долгие годы начисляют его водопользователям формально при обнаружении показателей в контрольном створе в концентрации выше ПДК, вместо применения пороговой концентрации, равной 2 ПДК, с уровня которой признается вред,  $\text{ПАН}_i > 1$ . Функциональное состояние водной экосистемы (соотношение процессов самоочищения, истощения, деградации) вообще не рассматривается.

Важно понимать, что при  $\text{ПАН}_i < 0$ , процесс условного разбавления не имеет смысла. При  $0 < \text{ПАН}_i < 1$  условного разбавления не требуется, вред не оказан. В этом случае единичный исследуемый объем воды как бы заполняется аналитом-маркером в интервале концентрации от 0 до ЦП.

Метод «условной водоемкости» обеспечивает объективное обоснование привнесения концентрации по аналитам-маркерам в контрольном створе:  $\Delta \text{ПАН}_i = \Delta C_i / \text{ЦП}_i - 1$ . Исходя из регламентируемого положения, что негативное воздействие допустимо, если  $0 < \Delta \text{ПАН}_i \leq 1$ ,  $\Delta C_i / \text{ЦП}_i - 1 > 0$  и  $\Delta C_i / \text{ЦП}_i - 1 \leq 1$ . Решая систему неравенств, преобразуя и умножая обе их части на ЦП<sub>i</sub>, получаем:  $\text{ЦП}_i < \Delta C_i \leq 2 \text{ЦП}_i$ . Это означает, что в условиях, когда процессы самоочищения превышают антропогенное воздействие, концентрация аналита-маркера в контрольном створе с допустимым приращением не должна двукратно превышать значение его целевого показателя. В условиях истощения водного объекта:  $0 < \Delta C_i \leq \text{ЦП}_i$ . Для ксенобиотиков:  $0 < \Delta C_i \leq \text{ПДК}_i$ .

Метод «условной водоемкости» научно проработан, применяется при оценке токсичности вод в европейской системе, использован при разработке отечественного метода оценки токсичной кратности разбавления [4, 25–28]. Принцип суммирования в виде ПАН по методу «условной водоемкости» введен в серию водоохранных стандартов [9–14].

**ПАН<sup>б</sup> – показатель сжатой гидрохимической информации, гидрохимический экологический норматив.** ПАН<sup>б</sup>, установленный в соответствии с п. 3 и 4 ст. 20 [1] имеет статус, соответствующий ПДК. Для выработки шкалы ПАН<sup>б</sup> использована классификация качества природных поверхностных вод, выполненная с экологических позиций странами СЭВ (1982 г.) на основе обширной базы сопряженных данных гидрохимического и биотического мониторинга [22]. Объем выборки так высок, что при многофакторном анализе между пороговыми значениями всех аналитов-маркеров по классам качества полученной классификации выявляется парная корреляция на уровне коэффициента детерминации выше  $R^2 = 0,90 - 0,99$ , сохраняемая и при переформатировании классификации с концентрационных значений гидрохимических показателей в значения ПАН<sub>*i*</sub>. На основе данной классификации обоснована сокращенная выборка показателей, отражающих наиболее распространенные типы негативного воздействия (ПАН<sup>б</sup>) и характеризующих базовое фундаментальное качество природных вод по рН, сухому остатку, взвешенным веществам, ХПК, азоту аммонийному, азоту нитратов, азоту нитритов, фосфору фосфатов, железу и марганцу общим.

ПАН<sup>б</sup> вод по установленным базовым типам воздействий определяется суммированием ПАН<sub>*i*</sub>:

$$\text{ПАН}^{\text{б}} = \sum_{i=1}^n \text{ПАН}_i, \quad (4)$$

где ПАН<sub>*i*</sub> – ПАН *i*-го типа воздействия;

*n* – количество учитываемых типов воздействия.

ПАН<sub>*i*</sub>, усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, рассчитывается по формуле:

$$\text{ПАН}_i = \frac{C_i}{\text{ЦП}_{i\text{Э-НДТ}}} - 1, \quad (5)$$

где  $C_i$  – концентрация аналита-маркера в воде, отражающая определенный тип воздействия, мг/дм<sup>3</sup>;

$\text{ЦП}_{i\text{Э-НДТ}}$  – виртуальное, целевое значение концентрации аналита-маркера по *i*-му типу воздействия, достижимое при реализации НДТ и удовлетворяющее условиям благополучия водного объекта с экологических позиций, мг/усл. дм<sup>3</sup>.

Расчет ПАН<sup>б</sup> по классам качества вод по группе базовых показателей с экологических позиций представлен в ГОСТ Р 58556-2019. Применение ПАН<sup>б</sup> соответствует принципу сочетания и смены парадигм мониторинга [22] с целью обеспечения экологической безопасности водных ресурсов, предоставляя перспективы совместного развития гидрохимической (по ДАН и НДВ) и биотической концепций экологического нормирования.

ПАН<sup>б</sup>, сжимающий информацию по базовому гидрохимическому качеству воды, характеризует внутригодовую модуляцию имеющихся воздействий в исследуемом створе. Графики трендов на отдельных участках водотоков за разные годы идентичны или абсолютно совпадают. Это свидетельствует о высокой степени надежности сжатых данных ПАН<sup>б</sup>, стабильности или нестабильности установленной антропогенной нагрузки, а также о научной перспективности использования показателя в сопряженных исследованиях совместно с токсичностью, биотическими критериями, трофностью с целью предупредительного управления антропогенными нагрузками.

Использование линейного тренда ПАН<sup>б</sup> обеспечивает самоверификацию получаемых выводов. Разработаны алгоритмы расчета значений аналитов-маркеров по данным ПАН<sup>б</sup>.

Теоретически, если все 10 аналитов-маркеров в контрольном створе достигают фактических концентраций, двукратно превышающих соответствующие целевые показатели, ПАН<sup>б</sup> достигнет значения 10 усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Фактически, значение шкалы качества вод, на основе разработанной в ФГБУ РосНИИВХ классификации по ПАН<sup>б</sup>, при переходе от состояния экологической нормы (II класс качества) к состоянию нестабильности (III класс качества), имеет значение 10,8 усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Отклонение, скорее всего, заключается в теоретическом обосновании унифицированных значений ЦП<sub>1</sub> при расчетах ПАН<sup>б</sup> и составляет всего около 7 % от теоретического значения и может быть снижено при обосновании региональных ЦП и ДАН. Очевидно, отклонение может возрасти при сокращении количества аналитов-маркеров. Ранее было показано (Приложение Г ГОСТ Р 57075), что ПАН<sup>б</sup> хозяйственно-бытовых сточных вод для технологий качества НДТ характеризуется значением < 10 усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Анализ внутригодовой и межгодовой изменчивости ПАН<sup>б</sup> для водотоков и водоемов обеспечивает выявление региональных ДАН, а также участков с антропогенной нагрузкой, приводящей к деградации водных объектов. Вышеизложенные факты доказывают объективность применения ПАН<sup>б</sup> в качестве экологического норматива при оценке качества, степени истощения природных вод и состояния водных экосистем.

Основные методы исследования информации по ПАН<sup>б</sup> – обобщение, систематизация, сжатие информации, разработка комплексных унифицированных критериев, детерминационный, статистический, корреляционный, многофакторный анализ, анализ линейных трендов как основы критериальной оценки функциональных состояний экосистем. Оценка экологического состояния водной экосистемы по ПАН<sup>б</sup> производится относительно шкалы «норма – патология». Используемый алфавит классов качества вод I–V однозначно, с линейным трендом увеличения абсолютных значений

ПАН<sup>б</sup>, отражает состояние и тенденцию развития водной экосистемы в смежных створах при различных антропогенных нагрузках. Применение трендов как основы критериальной оценки, наряду с прямыми параметрами и интегральными показателями, позволяет значительно упростить требования к точности данных и расширить сферу их сопоставления [29]. Тренд ПАН<sup>б</sup> обеспечивает оценку степени истощения качества вод, деградации состояния водной экосистемы, обоснование НДВ и ДАН на участке водного объекта. Метод апробирован [9, 16], его результаты использованы в заключениях судебно-арбитражной практики.

**Основные алгоритмы экспертных действий по ПАН<sup>б</sup>.** Используют среднегодовые значения ПАН<sup>б</sup>, установленные по среднемесячным или среднесезонным данным мониторинга. Рассчитывают ПАН<sup>б</sup> вод по формулам (5) и (4). По значениям ПАН<sup>б</sup> в соответствии с данными Приложения А ГОСТа Р 58556-2019 оценивают класс качества воды в контролируемом створе, состояние экосистемы, снижение интенсивности биохимической трансформации и другие характеристики. Соотношение антропогенной нагрузки и самоочищающей (ассимилирующей) способности водной экосистемы выполняют в соответствии с ГОСТ Р 58556–2019 (приложение В) по методу оценки динамики ПАН<sup>б</sup> на исследуемом участке водотока.

**Оценка степени истощения качества вод, деградации водных экосистем, соответствия НДВ.** Согласно п. 5.7 ГОСТа Р 58556-2019 степень качества и изменения состояния водных экосистем при антропогенной нагрузке характеризуется как:

- низкая: речная экосистема находится в хорошем состоянии, не испытывающем или слабо испытывающем антропогенное воздействие ( $\text{ПАН}^{\text{б}} \leq 10,8$ ), что соответствует I–II классу качества вод с экологических позиций;
- средняя: речная экосистема испытывает умеренную антропогенную нагрузку ( $10,8 < \text{ПАН}^{\text{б}} \leq 24,0$ ), что соответствует III классу качества вод;
- высокая: речная экосистема подвержена сильной деградации ( $\text{ПАН}^{\text{б}} > 24$ ), что соответствует IV–V классу качества вод.

Динамику антропогенной нагрузки на исследуемом участке реки и оценку степени истощения качества вод характеризуют в результате следующих процедур:

- исследование трендов внутригодовой и межгодовой изменчивости качества вод в створах;
- анализ динамики качества участков водотоков по ПАН<sup>б</sup> (превышение интенсивности процессов самоочищения над истощением или преобладание процессов истощения и деградации над самоочищением) путем исследования тренда ПАН<sup>б</sup>/км по течению реки. Для водоемов исследуется преимущественно тренд ПАН<sup>б</sup>/(дни, годы);



– сравнение фактически установленного тренда истощения качества вод на участке реки с условно-нормативным или текущим целевым трендом по НДС и др.

Удельный показатель истощения качества вод на исследуемом участке водотока  $K_{\text{ПАН}^6}$ , усл.  $\text{м}^3/\text{м}^3\cdot\text{км}$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\text{ПАН}^6} = \frac{(\text{ПАН}_k^6 - \text{ПАН}_\phi^6)}{L_y}, \quad (6)$$

где  $\text{ПАН}_k^6$ ,  $\text{ПАН}_\phi^6$  – значения базового показателя антропогенной нагрузки в контрольном и фоновом створах, усл.  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;

$L_y$  – длина участка водотока между фоновым и контрольным створами, км.

$K_{\text{ПАН}^6}$  предварительно сравнивают с условно-нормативным удельным показателем истощения качества вод в соответствии с ГОСТ Р 58556–2019 (п. 5.8) либо, при достаточной степени изученности участка водного объекта, с текущим удельным показателем истощения качества вод участка водотока  $K_{\text{Т ПАН}^6}$ , усл.  $\text{м}^3/\text{м}^3\cdot\text{км}$ , вычисляемым по формуле:

$$K_{\text{Т ПАН}^6} = \frac{\Delta\text{АН}}{L_B}, \quad (7)$$

где  $\Delta\text{АН}$  – допустимая антропогенная нагрузка по данным текущего мониторинга  $\text{ПАН}^6$ , соответствующая среднегодовому максимальному значению в контрольных створах после локальных воздействий, характеризующая последующим превышением процессов самоочищения над антропогенной нагрузкой;

$L_B$  – длина участка водотока установления  $\Delta\text{АН}$ , км.

Существенная нежелательная сдвигка фундамента качества воды свидетельствует о деградации водной экосистемы. Вывод делают в соответствии с ГОСТ Р 58556–2019 (п. 5.10) [13].

### Регламентируемые положения

Экологическая регламентация – определение нормы состояния экосистемы на основе анализа параметров, выявления пороговых и критических величин, при которых сохраняется желаемый баланс. На основе полученных данных формулируются следующие заключения:

– превышение процессов самоочищения водного объекта над истощением качества вод в результате хозяйственной деятельности: значение показателя антропогенной нагрузки в контрольном створе ( $\text{ПАН}_k^6$ ) меньше значения в фоновом створе ( $\text{ПАН}_\phi^6$ ). Хозяйственная деятельность ОНВ не оказывает вреда. Данный вывод обеспечивает выявление участков водных объектов, на которых соблюдаются условия НДС;

– превышение процессов истощения качества вод над самоочищением водного объекта: значение показателя антропогенной нагрузки в контрольном створе (ПАН<sup>бк</sup>) превышает значение в фоновом створе (ПАН<sup>бф</sup>). Хозяйственная деятельность ОНВ негативно влияет на водный объект;

– состояние деградации экосистемы водного объекта на исследуемом участке реки: фактический  $K_{\text{ПАН}^б}$  превышает условно-нормативный  $K_{\text{у ПАН}^б}$  более, чем в три раза. Хозяйственная деятельность ОНВ наносит ущерб водному объекту;

– фактические технологические показатели хозяйствующего субъекта не соответствуют качеству НДТ: в контрольном створе установлена деградация водной экосистемы по ПАН<sup>б</sup>, не отмечаемая в фоновом створе. ОНВ не соответствует качеству НДТ по водному фактору;

– фактические технологические показатели хозяйствующего субъекта соответствуют качеству НДТ и НДВ по водному фактору: в контрольном створе установлен I, II класс качества воды с экологических позиций или наблюдается устойчивый тренд процессов самоочищения. ОНВ соответствует качеству НДТ.

При периодической неоднозначности, отличии (более чем на класс качества или более, чем на 10 усл. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>) сезонных результатов оценки состояния водного объекта в контрольном створе под воздействием антропогенной нагрузки по ПАН<sup>б</sup> и при стабильности и однозначности соответствующих значений в фоновом створе, окончательный вывод об экологическом состоянии участка водного объекта проводят по биотическим показателям (индексу трофической комплектности или др.).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время имеются объективные правовые, нормативно-методические и научные основания для формирования альтернативной системы нормирования/регулирования воздействий всех категорий ОНВ на водную среду путем установления нормативов ее качества и нормативов допустимого воздействия.

Разработанная система представляет гибкую комбинацию методологических положений и объективного инструментария на основе анализа и обобщения лучших практик обработки данных мониторинга, использования линейных трендов сжатых характеристик, косвенной оценки негативных воздействий любого рода хозяйственной деятельности по данным импактного мониторинга качества воды. Инструментарий создается гибко корректируемым для применения в специфических регионах, прагматичным и интегральным для большинства реципиентов негативных воздействий с максимально упрощенными алгоритмами расчетов.

Для реализации системы и обеспечения экспертов объективным инструментарием, нормами и регламентируемыми положениями разработан пакет водоохранных стандартов, обеспечивающий оценку качества вод, деградации водных экосистем, допустимой антропогенной нагрузки, гидрологической связи водных объектов и др. Для активизации внедрения разработанных стандартов требуется актуализация Водного кодекса РФ или разработка единого нормативно-правового акта.

Апробирование разработанной системы экспертных действий на основе данных импактного мониторинга обеспечивает объективные основания для возможной экологизации Водного кодекса (ст. 35, ст. 55) с целью текущей оценки экологического благополучия водных объектов, выполняемой по среднегодовым сжатым данным наиболее доступных гидрохимических показателей (аналитов-маркеров). Полученные результаты свидетельствуют об объективности использования ПАН<sup>6</sup> в качестве экологического норматива.

Разработанная система экологического нормирования располагает и другими комплексными критериями, коррелируемыми с ПАН<sup>6</sup>, для унифицированных оценок, например, единица негативного воздействия, внедрение которой может повысить эффективность используемого экономического механизма регулирования водопользования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения 20.03.2019).
2. *Носаль А.П.* Геоэкологические проблемы управления качеством вод и их решение на основе системы регионального нормирования воздействия на водные объекты: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М.: РГБ, 2005.
3. *Рисник Д.В., Беляев С. Д., Булгаков Н.Г., Левич А.П., Максимов В. Н., Мамихин С.В., Милько Е.С., Фурсова П.В., Ростовцева Е.А.* Подходы к нормированию качества окружающей среды. Законодательные и научные основы существующих систем экологического нормирования // *Успехи современной биологии.* 2012. Т. 132. № 6. С. 531–550.
4. *Пономарева А.С.* Нормативы допустимого сброса: какие изменения необходимы в законодательстве // *Экология производства.* 2015. № 9. С. 76–85.
5. *Кузьмич В.Н.* О совершенствовании системы природоохранного нормирования // *Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов / Мат-лы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии.* Москва, 30 марта 2011 г. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 143–150.
6. *Бегак М.В., Гусева Т.В.* Проблемы проведения экологической реформы в России // *Водное хозяйство России.* 2015. № 5. С. 70–78.

7. *Сорокин Н.Д.* Технологические нормативы, технологические показатели и маркерные вещества // *Экология производства*. 2019. № 9. С. 32–41.
8. Приказ Минприроды России от 14.02.2019 № 89 «Об утверждении правил разработки технологических нормативов».
9. *Оболдина Г.А.* Экологическое сопровождение регулирования водопользования (обзор разработанных ФГБУ РосНИИВХ национальных стандартов) // Екатеринбург. 2019. 23 с.
10. ГОСТ Р 57074-2016 Оценка эффективности водоохранной деятельности. Критерии оценки. М.: Стандартинформ, 2016. С. 27.
11. ГОСТ Р 57075-2016 Методология и критерии идентификации наилучших доступных технологий водохозяйственной деятельности. М.: Стандартинформ, 2016. С. 24.
12. ГОСТ Р 58555-2019 Экспертно-комбинированный метод регулирования водопользования. М.: Стандартинформ, 2019. С. 29.
13. ГОСТ Р 58556-2019 Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций. М.: Стандартинформ, 2019. С. 27.
14. ГОСТ Р 58557-2019 Обоснование эколого-экономической целесообразности внедрения водоохраных мероприятий. М.: Стандартинформ, 2019. С. 33.
15. Водный кодекс РФ. Режим доступа: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/) (дата обращения 20.03.2019).
16. *Заслоновский В.Н., Босов М.А., Раенко Н.К.* Оценка качества вод пограничной реки Аргунь с экологических позиций // *Водное хозяйство России*. 2020. № 4. С. 36–51.
17. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды: распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 г. № 1316-р.
18. *Засыпкин П. Д., Ушакова О. С., Оболдина Г. А., Павлюк Т.Е.* Комплексный подход к оценке экологического благополучия водных экосистем // *Водное хозяйство России*. 2018. № 5. С. 86–100.
19. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
20. *Баканов А.И.* Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // *Биология внутренних вод*. 2000. № 1. С. 68–82.
21. *Прохорова Н.Б.* Оценка современного положения в научном обеспечении водохозяйственной деятельности в Российской Федерации / ФГУП РосНИИВХ – 45 лет: наука и практика водного хозяйства. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2014. С. 424–443.
22. Единые критерии качества вод. СЭВ: Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. 1982.
23. *Розенберг Г.С., Евланов Н.А., Селезнёв В.А., Минеев А.К., Селезнёва А.В., Шитиков В.К.* Опыт экологического нормирования антропогенного воздействия на качество воды (на примере водохранилищ Средней и Нижней Волги) / Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. М.: КМК, 2011. С. 5–29.

24. О Федеральной службе по надзору в сфере природопользования // Офиц. сайт Росприроднадзора. Режим доступа: <http://rpn.gov.ru/node/161> (дата обращения: 04.09.2017).
25. Паписов В.К. Социально-экономическая оценка водопользования при планировании промышленного производства: автореф. дисс. ... д-ра экон. наук. М., 1985.
26. Пономарева Л.С. К вопросу о плате за загрязнение водных объектов // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 9. С. 20–30.
27. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения окружающей среды. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. Европейская комиссия. Ин-тут по исследованию перспективных технологий. 2006. Режим доступа: [http://www.14000.ru/brefs/BREF\\_ECМЕ.pdf](http://www.14000.ru/brefs/BREF_ECМЕ.pdf). (дата обращения 20.03.2019).
28. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04. Токсикологические методы контроля.
29. Иваненко Н.В. Экологическая токсикология: уч. пос. Владивосток. ВГУЭС. 2006. 108 с.

*Для цитирования:* Оболдина Г.А. Альтернативный подход к методологии экологического нормирования // *Водное хозяйство России*. 2020. № 6. С. 63–86.

#### Сведения об авторе:

**Оболдина Галина Анатольевна**, заведующая сектором технического регулирования, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: [elizgalina@mail.ru](mailto:elizgalina@mail.ru)

---

## ALTERNATIVE APPROACH TO THE METHODOLOGY OF ECOLOGICAL NORMALIZATION

**Galina A. Oboldina**

E-mail: [elizgalina@mail.ru](mailto:elizgalina@mail.ru)

*Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection, Ekaterinburg, Russia*

**Abstract:** The paper considers legal, regulatory/methodical, and scientific foundations of the system of ecological normalization of negative impacts caused by economic activities upon water environment by setting norms of quality and permissible impact.

The developed system is represented by a combination of methodological provisions and instruments based on the analysis of the best available techniques in the sphere of monitoring data processing, the use of linear trends of the compressed characteristics, and indirect unified assessment of negative impacts as responses to any kind of economic activities. To provide experts with an objective toolbox and specified provisions we have developed a package of water/protective standards to support assessment of the water quality depletion, water systems degradation, actual and permissible anthropogenic load, and solution of other water/environmental problems. Approval of standardized algorithms of expert actions based on the impact monitoring data gives grounds for possible ecologization of the Water Code in order to assess the aquatic systems safety and to implement the state regulatory function of natural resources protection.

**Key words:** anthropogenic load ecological normalization, water bodies' ecological state assessment, impact monitoring, natural waters quality, basic indicator of anthropogenic load.

**About the author:**

Galina A. Oboldina, Head of the Technical Regulation Section, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection (RosNIIVKh), ul. Mira, 23, Ekaterinburg, 620002, Russia; e-mail: elizgalina@mail.ru

**For citation:** Oboldina G.A. *Alternative Approach to the Methodology of Ecological Normalization // Water Sector of Russia. 2020. No. 6. P. 63–86.*

## REFERENCES

1. Federalnyy zakon "Ob okhrane okruzhatushchey sredy" ot 10.01.2002 No. 7-FZ [Federal law "About protection of environment" of 10.01.2002 No. 7-FZ]. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (data obrashcheniya 20.03.2019).
2. Nosal A.P. *Geoekoloicheskiye problemy upravleniya kachestvom vod i ikh resheniye na osnove sistemy regionalnogo normirovaniya normirovaniya vozdeystviya na vodniye obyekty* [Geo/ecological problems of water quality management and their solution based on the system of regional normalization of impact upon water bodies]: avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk. M.: RGB, 2005.
3. Risnik D.V., Belyaev S.D., Bulgakov N.G., Levich A.P., Maksimov V.N., Mamikhin S.V., Milko E.S., Fursova P.V., Rostovtseva E.L. *Podkhody k normirovaniyu kachestva okruzhayushchey sredy. Zakonodatelniye i nauchniye osnovy sushchestvuyushchikh system ekologicheskogo normirovaniya* [Approaches to normalization of the environment quality. Legislation and scientific foundations of the existing systems of ecological normalization] // *Uspekhi sovremennoy biologiyi*. 2012. Vol. 132. No. 6. P. 531–550.
4. Ponomareva L.S. *Normativy dopustimogo sbrosa: kakiye izmeneniya neobkhodimy v zakonodatelstve* [Norms of permissible discharge: what changes are necessary in legislation] // *Ekologiya proizvodstva*. 2015. No. 9. P. 76–85.
5. Kuzmich V.N. *O sovershenstvovaniyu sistemy prirodookhrannogo normirovaniya* [About improvement of the nature protection normalization system] // *Voprosy ekologicheskogo normirovaniya i razrabotka sistemy otsenki sostoyaniya vodoyomov / Mat-ly Obyedinennogo Plenuma Nauchnogo soveta OBN RAN po gidrobiologiyi i ikhtiologiyi*. Moscow, 30 marta 2011 g. M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2011. P. 143–150.
6. Begak M.V., Guseva T.V. *Problemy provedeniya ekologicheskoy reformy v Rossii* [Problems of ecological reform in Russia] // *Water Sector of Russia*. 2015. No. 5. P. 70–78.
7. Sorokin N.D. *Tekhnologicheskkiye normativy, tekhnologicheskkiye pokazateli i markerniye veshchestva* [Technological norms, technological indicators and marker substances] // *Ekologiya proizvodstva*. 2019. No. 9. P. 32–41.
8. *Prikaz Minprirody Rossii ot 14.02.2019. No. 89 "Ob utverzhdeniyi pravil razrabotki tekhnologicheskikh normativov* [Order of the Ministry of Natural Resources of 14.02.2019 No. № 89 "About approval of regulation of development of technological norms."]
9. Oboldina G.A. *Ekologicheskoye soprovozhdeniye regulirovaniya vodopolzovaniya (obzor razrabotannykh FGBU RosNIIVKH natsionalnykh standartov)* [Ecological support of the water use regulation (review of the national standards developed by RosnIIVKH)] // *Ekaterinburg*, 2019. 23 p.

10. GOST R 57074-2016 Otsenka effektivnosti vodookhrannoy deyatel'nosti. Kriteriyi otsenki [Assessment of the water/protective activities effectiveness. Criteria of assessment]. M.: Standartinform, 2016. P. 27.
11. GOST R 57075-2016 Metodologiya i kriteriyi identifikatsiyi nailuchshykh dostupnykh tekhnologiyi vodokhzyaystvennoy deyatel'nosti [Methodology and criteria of identification of the best available techniques in water/economic activities]. M.: Standartinform, 2016. P. 24.
12. GOST R 58555-2019 Ekspertno-kombinirovanniy metod regulirovaniya vodopollzovaniya [Expert/combined method of the water use regulation]. M.: Standartinform, 2019. P. 29.
13. GOST R 58556-2019 Otsenka kachestva vody vodnykh obyektov s ekologicheskikh pozitsiy [Water bodies water quality assessment from the ecological point of view]. M.: Standartinform, 2019. P. 27.
14. GOST R 58557-2019 Obosnovaniye ekologo-ekonomicheskoy tselesoobraznosti vnedreniya vodookhrannykh meropriyatiy [Substantiation of ecological/economic expediency of water/protective measures application]. M.: Standartinform, 2019. P. 33.
15. Vodniy kodeks RF [Water Code of the Russian Federation]. Rezhim dostupa: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/) (data obrashcheniya 20.03.2019).
16. Zasl'novskiy V.N., Bosov M.A., Raenko N.K. Otsenka kachestva vod pogranichnoy reki Argun s ekologicheskikh pozitsiy [Assessment of the transboundary Argun River water quality from the ecological angle] // Water Sector of Russia. 2020. No. 4. P. 36–51.
17. Perechen zagryaznyayushchikh veshchestv, v otnosheniyi kotorykh primenyayutsya mery gosudarstvennogo regulirovaniya v oblasti okhrany okruzhayushchey sredy: rasporyazheniye Provitel'stva RF ot 8 iyulya 2015 g No. 1316-r [The list of pollutants that cause application of state regulation measures in the sphere of environment protection: order of the Government of the Russian Federation of July 8, 2015. No. 1316-r.
18. Zasyukin P.D., Ushakova O.S., Oboldina G.A., Pavluk T.Y. Kompleksniy podkhod k otsenke ekologicheskogo blagopoluchiya vodnykh sistem [Integrated approach to assessment of ecological safety of aquatic ecosystems] // Water Sector of Russia. 2018, No. 5. P. 86–100.
19. Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu poverkhnostnykh ekosistem [Guidelines on hydro/biological monitoring of surface ecosystems] / pod red. V.A. Abakumova. SPb.:Gidrometeoizdat, 1992. 318 .
20. Bakanov A.I. Ispolzovaniye zoobentosa dlya monitoringa presnovodnykh vodoyomov (obzor) [The use of zoo/benthos for fresh water water bodies monitoring (review)] // Biologiya vnutrennykh vod. 2000. No. 1. P. 68–82.
21. Prokhorova N.B. Otsenka sovremennogo polozheniya v nauchnom obespecheniyi vodokhzyaystvennoy deyatel'nosti v Roossiyskoy Federatsiyi [Assessment of the current situation in scientific support of water/economic activities in the Russian Federation] / FGUP RosNIIVKh – 45 let: nauka i praktika vodnogo khozyaystva. Ekaterinburg: FGUP RosNIIVKh, 2014. P. 424–443.
22. Yediniye kriteriyi kachestva vod [Unified criteria for water quality], SEV: Soveshchaniye rukovoditeley vodokhzyaystvennykh organov stran-chlenov SEV. 1982.
23. Rozenberg G.S., Yevlanov N.A., Seleznev V.A., Mineyev A.K., Selezneva A.V., Shitikov V.K. Opyt ekologicheskogo normirovaniya antropogennogo vozdeystviya na kachestvo vody (na primere vodokhranilishcha Sredney i Nizhney Volgi) [Experience of ecological normalization of anthropogenic impact on water quality (reservoirs of the Middle and Lower Volga River as study cases)] / Voprosy ekologicheskogo normirovaniya i razrabotka sistemy otsenki sostoyaniya vodoyomov M.: KMK, 2011. P. 5–29.

24. O Federalnoy sluzhbe po nadzoru v sfere prirodopolzovaniya [About Federal Service of Supervision in the sphere of Nature Use // Ofits. sait Rosprirodnadzora. Rezhim dostupa: <http://rpn.gov.ru/node/161> (data obrashcheniya: 04.09.2017).
25. Papisov V.K. Socialno-ekonomicheskaya otsenka vodopolzovaniya pri planirovaniyi promyshlennogo proizvodstva [Social/economic assessment of water use in planning of industrial production]: avtoref. diss. ...d-ra ekon. nauk. M., 1985.
26. Ponomareva L.S. K voprosu o plate zagryazneniye vodnykh ob'yektov [On the issue of the charge for water bodies' pollution] // Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika. 2010. No. 9. P. 20–30.
27. Kompleksnoye predotvrashcheniye i control zagryazneniya okruzhayushchey sredy. [Integrated prevention and control of environmental pollution]. Spravochniy document po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam. Yevropeyskaya komissiya. In-tut po issledovaniyu perspektivnykh tekhnologiy. 2006. Rezhim dostupa: [http://www.14000.ru/brefs/BREF\\_ECME.pdf](http://www.14000.ru/brefs/BREF_ECME.pdf). (data obrashcheniya 20.03.2019).
28. PND FT 14.1:2:3:4.10-04. Toksikologicheskiye metody kontrolya [Toxicological methods of control].
29. Ivanenko N.V. Ekologicheskaya toksikologiya [Environmental toxicology]: uch. posobiye. Vladivostok. VGUES. 2006. 108 p.