

УДК [711.4+711.62] (083.74)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЦЕНОЧНЫХ ШКАЛ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ, ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ

М.Е. Захарова, МГУ им. А. Кулешова, г. Могилев

**Захарова М.Я. Параўнальны аналіз ацэначных шкал гідрахімічных і гідрабіялагічных паказчыкаў еўрапейскай і айчынай практыкі, іх аптымізацыя.** Артыкул звязаны з пытаннямі ўнармавання і ацэнкі якасці вады водных аб'ектаў у кантэксце экалагічнага маніторынгу ў еўрапейскай і айчынай практыцы.

**Zakharova M. Comparative analysis grading scale hydrochemical and hydrobiological indicators of the European and national practice to optimize them.** Article related to issues of valuation and assessment of water quality of water bodies in the context of environmental monitoring in the European and domestic practice .

**Введение.** В настоящее время, системы мониторинга поверхностных вод претерпели существенные изменения. Основа этих изменений – переход от чисто химического контроля на биологический, который основан на системе биоиндикации. Биологический контроль – это оценка состояния водных объектов с использованием биологических свойств и других прямых измерений резидентной биоты.

Основной причиной перехода на биологический контроль является тот факт, что сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие факторов среды на качество поверхностных вод. Достоверность и информативность гидрогеохимической информации определяется не только качеством и количеством данных, но и конкретными целями мониторинга. Один и тот же массив данных может удовлетворять одним задачам и быть недостаточным для решения других. Наличие части недостоверных данных анализа не всегда означает недостоверность выводов из общей информации по объекту. И, напротив, надежные аналитические данные еще не гарантируют достоверность полученных на их основе выводов.

Существует ряд отличий ведения экологического мониторинга в отечественной и европейской практике.

**Основное содержание.** Введение Водной рамочной директивы (ВРД) европейского союза в 2000 г. привело к коренному сдвигу парадигмы в направлении устойчивого и сбалансированного управления водными ресурсами в масштабах речного бассейна. Помимо сброс-ориентированных стандартов качества воды требуется поддержание водной экосистемы, испытывающей различные нагрузки, в хорошем экологическом и химическом состоянии (в соответствии с перечнем стандартных концентраций избранных, так называемых приоритетных веществ). Концепция интегрированного управления водными ресурсами (IWRM) является многообещающим методом для поликритериальной оценки использования водных ресурсов и его социальных, экономических и экологических последствий. IWRM должна быть применена для рационального управления речным бассейном, охватывающее все потоки вещества и энергии. Но при этом учет столь разнообразных аспектов ведет к усложнению системы оценки качества вод, которая и без того сложна. [2]

Сравнительный анализ шкал и методик гидрохимического и гидробиологического мониторинга, принятых в Беларуси с зарубежными методиками показал следующее.

1. В гидрохимических исследованиях приоритетное использование имеют предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК). Для комплексной оценки состояния водотоков используются индексы загрязнения воды (ИЗВ), рассчитываемые как среднеарифметическое значение шести приоритетных показателей качества воды в долях, соответствующих ПДК. В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы. Данный подход не учитывает природное качество речных вод, а также не учитывает влияние на качество речных вод всех наблюдаемых параметров и ингредиентов. Показатели ПДК и индекс ИЗВ нельзя отождествлять: ими следует пользоваться параллельно.

2. Сеть пунктов фонового мониторинга нуждается в существенном расширении, равно как и методика по их установлению нуждается в доработке и в практическом внедрении с обязательным сравнением определенных параметров содержания загрязняющих веществ с фоновыми.

3. В Беларуси в рамках деятельности субъектов НСМОС, отделы мониторинга поверхностных вод производят комплексный анализ статистических данных гидрохимического и гидробиологического загрязнения, в ряде случаев устанавливая причинно-следственные связи и объясняя возможные последствия. Европейские службы мониторинга разделяют экологическую статистику национальных служб мониторинга и собственно определение экологических параметров водной среды.

4. Можно предложить к рассмотрению понятие индекса природного состояния вод (ИПСВ), который будет рассчитываться как сумма фоновых концентраций приоритетных составляющих гидрохимического режима (минерального и органического азота, минерального и органического фосфора, железа общего, растворенного углерода) и будет колебаться в пределах фоновых концентраций. Сложность расчёта предложенного показателя заключается в отсутствии данных фонового мониторинга по приоритетным составляющим гидрохимического режима объектов.

В отличие от определения гидрохимического режима, определение гидробиологического режима не имеет интегрированного индекса даже в первом приближении. Это связано, прежде всего, с богатством биоты водных экосистем и большим разнообразием подходов к их определению. Однако каждый из индексов, выделяя ту или иную особенность биотического сообщества, недоучитывает другие, в результате чего возникает естественное явление несовпадения в оценках качества экосистем по различным показателям.

Чтобы преодолеть трудности такого явления введем метод оценки воды по степени изменения гидробиологических режимов водных объектов. Данный метод предполагает подход обобщенных показателей, который основан на том, что выбранные исходные показатели нормируются в единой шкале.

В предложенной классификации выделяется 4 градации качества воды (табл. 1): неизменный, малоизмененный гидробиологический режим, измененный гидробиологический режим и значительно измененный гидробиологические режимы.

**Таблица 1 – Классификация природных вод  
по степени изменения гидробиологических режимов**

Категории гидробиологических режимов	Баллы	Индекс сапробности планктона по Пантле и Букку (в модификации Сладечека)	Биотический индекс по Вудивиссу, баллы	Олигохетный индекс, отношение численности олигохет к численности всего зообентоса, %	Цвет	Изменение гидробиологического режима, %
Неизменный	1	Менее 1,50	9 – 10	1 – 20	Голубой	Менее 40
Малоизменный	2	1,51 – 1,75	8	21 – 35	Зеленый	41 – 60
Измененный	3	1,76 – 2,00	7	36 – 50	Желтый	61 – 80
Значительно измененный	4	Более 2,00	Менее 6	Более 51	Красный	81 и более

Классификация имеет балльную градацию, которая изменяется от одного до четырех. Каждой категории качества воды присуждается свой балл: неизменный режим оценивается в 1 балл, малоизменный – 2 балла, измененный – 3 и значительно измененный оценивается в 4 балла. Градации основаны на определенных интервалах индексов сапробности по Пантле и Букку (в модификации Сладечека), олигохетного индекса Гуднайта-Уитлея и Пареле и биотического индекса Вудивисса. Диапазоны определены по результатам многолетних данных, полученных в ходе мониторинга водных объектов бассейна реки Днепр. Как отмечалось выше, в США и некоторых странах Западной Европы практикуется метод применения четырехцветной градации качества вод. Воспользуемся цветовой градацией для классификации природных вод по степени изменения гидробиологических режимов. Градация будет иметь следующие цвета: голубой – неизменный режим; зеленый – малоизменный; желтый – измененный; красный – значительно измененный гидробиологический режим.

Для лучшей передачи наглядности и представления категорий качества воды градациям качества вод присвоена относительная величина (в %). Эта относительная величина характеризует изменение гидробиологического режима.

Можно обратить внимание на то, что предлагаемые интервальные значения не совпадают ни с ГОСТ 17.1.3.07 – 82, ни с градациями качества в понимании Гуднайта и Уитлея, Вудивисса, Пантле и Букка. Все границы диапазонов оценены на основании статистических методов. Данную классификацию можно представить как некоторый обобщенный результат. Предложенный способ оценки дает возможность оценить суммарный эффект воздействия загрязнения на сообщества гидробионтов и на экосистему в целом. [1]

Основной подход к построению классификации заключается в следующем: выделяется некоторое базовое подмножество измеряемых или рассчитываемых показателей гидробиологического мониторинга; каждый показатель делится на диапазоны (с использованием статистических методов); каждому выделенному диапазону ставится в соответствие оценка в баллах.

Проведенный сравнительный анализ гидрохимических и гидробиологических показателей позволил выявить некоторые характерные участки течения рек по содержанию загрязняющих веществ и гидробиологической обстановке. Так, проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что основная часть вод бассейна р. Днепр (~82%) относятся к категории вод с малоизмененным гидрохимическим режимом и имеет показатели ИЗВ 0,3–2,5. Причем качество вод относительно стабильно и на протяжении последних 5 лет процентное соотношение вод категории малоизмененного режима и вод с другими режимами остается практически одинаковым. Но, тем не менее, имеется тенденция к ухудшению состояния вод: количество относительно чистых вод уменьшается за счет их перехода в категорию умеренно загрязненных вод. Классы качества вод колеблются в градации 2–3 класс по ИЗВ. Умеренно загрязнены (3 класс) воды рек Свислочь, Беседь, Березина в нижнем течении (территориально по отношению к Могилевской области и фактически), а также р. Днепр на участке течения от Могилева до Быхова. Относительно чистые воды (2 класс) в рр. Березина выше Бобруйска, Днепр выше Могилева, Сож на всем протяжении (рис. 1)



Рисунок 1 – ИЗВ водных объектов бассейна р. Днепр в пределах области, 2003–2012

Неблагополучными участками бассейна р. Днепр в пределах Могилевской области могут быть объявлены бассейн р. Свислочь, бассейн р. Березина в нижнем течении, р. Днепр – от г. Могилева до г. Быхова, бассейн р. Бася. Приоритетным при формировании гидробиологического режима водных объектов бассейна р. Днепр является антропогенный фактор. Территориальное планирование указанных участков на фоне очевидных водно-экологических проблем требует обязательного ландшафтного гидрологического анализа и организации новых пунктов и створов мониторинга (как фонового на аналогичных водных объектах, но с более благополучным классом вод по ИЗВ, так и экологического на близлежащих водотоках). При планировании водохозяйственной деятельности на водотоках указанной территории водный фактор может быть рассмотрен как приоритетный и лимитирующий. Например, организация рекреационной водохозяйственной деятельности на Осиповичском водохранилище, воды которого принимают воды р. Свислочь (3 класс по ИЗВ – умеренно загрязненные воды) потребует усиленного контроля за качеством воды со стороны санитарно-гигиенических служб.

Поскольку видимыми источниками ухудшения гидробиологического режима являются городские территории (населенные пункты), то в качестве общего направления при решении водоохранных задач можно рассматривать оптимизацию водоохранного зонирования и усиления экологического контроля в отношении основных водопользователей и водопотребителей.

Гидробиологический режим не менее четко характеризует результаты и последствия водопользования и водопотребления. При анализе гидробиологической обстановки выявлено следующее: индекс сапробности р. Днепр за 2003–2012 гг. варьировал в пределах от 1,50 до 2,01 в отдельные годы доходил до 2,14. Применяя интегрированную шкалу удалось выявить, что биотический индекс в водных объектах бассейна р. Днепр изменялся вниз по течению от 10 баллов до 3–4. Качество воды р. Днепр оценивается от одного («неизмененный режим») до 4 баллов («значительного измененный гидробиологический режим») по мере нарастания антропогенной нагрузки вниз по течению. Изменение гидробиологического режима рек составляет до 86% (рис. 2).

При этом следует отметить наличие закономерности расположения участков рек в характерном гидробиологическом режиме: верхнее течение рек, а также реки, находящиеся до крупных городов (рр. Поросица, Бася, Вихра, Ипуть, Беседь, Сушанка, Добосна и т.д.) характеризуются неизменным и малоизмененным гидробиологическим режимом. После городов видна зависимость степени изменения гидробиологического режима: река Днепр дог. Шклова имеет неизмененный гидробиологический режим, отг. Шклова дог. Могилева – малоизмененный, ниже г. Могилева – измененный гидробиологический режим.



Рисунок 2 – Оценка гидробиологического режима водных объектов бассейна р. Днепр в пределах области, 2003–2012

На небольшом участке течения до г. Выхова гидробиологический режим восстанавливается до малоизмененного, после городского створа вновь становится измененным. Нижние течения рек (Березина ниже г. Бобруйска, Сож ниже г. Славгорода, р. Свислочь при впадении в р. Березина) характеризуются значительно измененным гидробиологическим режимом. Выявленная закономерность изменения гидробиологического режима позволяет указать на роль антропогенного фактора как приоритетного в формировании биологических сообществ речных экосистем.

Интегрируя данные сравнительного анализа географии участков бассейна р. Днепр с различными гидрохимическими и гидробиологическими характеристиками с целью выявления неблагоприятных участков бассейна и установления в этом роли экологических и антропогенных факторов можно утверждать, что наиболее высоким уровнем экологической напряженности на территории области характеризуется р. Свислочь и р. Березина ниже г. Бобруйска (умеренно загрязненная вода со значительно измененным гидробиологическим режимом).

**Выводы.** Директива ЕС 96.61 от 24.09.96 ясно разделяет два понятия: emission values (практически соответствует нормативам ПДВ и ПДС белорусских норм и рассчитывается так же, исходя из определений ПДК) и environmental quality standart (установленные требования, которые обязаны выполняться в данное время и данной окружающей среде или части этого, как то установлено законодательством ЕС).

Процесс выбора биоиндикаторов является достаточно сложной задачей, решение которой осуществляется через ряд последовательных этапов. Наиболее важные требования к биоиндикаторам можно свести к следующему: высокое таксономическое и экологическое разнообразие (много видов в локальной экосистеме); тесная связь с идентификационными условиями; высокая экологическая точность реакции на изменение факторов среды; относительно высокая численность и минимум ее флуктуации; широкое распространение; легкость в определении таксономической принадлежности; наличие хорошей информации об их экологии; функциональная важность в экосистеме.

**Литература:** 1. Блюмензаат, Ф. Адаптивная схема для оценки влияния разномасштабных факторов на качество воды / Блюмензаат Ф., Трэнкнер Й., Хельм Б., Кребс П. // Географический Вестник. № 4. 2010. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnaya-shema-dlya-otsenki-vliyaniya-raznomasshtabnyh-faktorov-na-kachestvo-vody>. Дата доступа 08.10.2014. 2. Володина, В.А. Закономерности формирования гидробиологического режима водных объектов в бассейне реки Днепр (на примере Могилевской области) / В.А. Володина, М.Е. Захарова // Магілёўскі мерыдыян. – Т.13. – Вып. 1–2 (20–21). (2013. – № 1–2 (20–21). – С. 28–30.

*Артыкул паступіў у рэдакцыю 8 кастрычніка 2014 года.  
Рэцэнзент – А.Г. Аўчыннікаў, начальнік аддзела дзяржаўнага нагляду за аховай і выкарыстаннем зямель, расліннага і жывёльнага свету, ААПТ Магілёўскага аблкамтэта прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя (г. Магілёў, Беларусь)*