

# АЛЬГОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД — КОМПОНЕНТ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Бакаева Е.Н.<sup>1</sup>, Аль-Гиззи М.А.Б.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Гидрохимический институт Росгидромета, г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

<sup>3</sup> Колледж наук, Университет Ти-Кар, Ирак

*E-mail: rotaria@mail.ru*

**Аннотация.** Расширение возможностей гидробиологического мониторинга качества вод возможно за счет использования мультиметрического индекса биотического целостности фитопланктона P-IBI. Качество воды нижнего участка р.Дон по P-IBI было равномерным по течению реки. Особенно «плохое» - в летний сезон, ниже водосбросов городов Ростов-на-Дону, Азов, ниже впадения р.Темерник.

**Ключевые слова:** альгоиндикация, фитопланктон, альгоценозы, качество воды, мультиметрический индекс биотической ценности фитопланктона

Получение основной информации о состоянии водных объектов и их загрязнении на территории Российской Федерации обеспечивается системой режимного мониторинга поверхностных вод суши в рамках Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей природной среды (ГСН). Наблюдения являются комплексными, включают изучение воды по физическим, химическим, гидрологическим, гидробиологическим, токсикологическим (биотестовым) показателям и по ряду загрязняющих веществ.

Основу гидробиологического мониторинга составляют биоиндикационные исследования. Биоиндикация направлена на изучение в целом биологического отклика живых объектов на воздействие комплекса антропогенных и антропогенно модифицированных факторов среды обитания. Биоиндикация на основе изучения фитопланктона - альгоиндикация. Метод биоиндикации применим для оценки влияния факторов среды на основе изменения количественных и качественных характеристик биоты, зависящих исключительно от времени. Что особенно важно, не изучая особенности самих факторов, биоиндикация позволяет получать сведения о биологических и экологических последствиях влияния факторов на биоту. В этом главное и принципиальное отличие биоиндикации от химических и физических методов.

По результатам биоиндикации получают сведения о видовом разнообразии и структурном составе гидробионтов, что выражается в качественных и количественных характеристиках биоценозов. Приёмы биоиндикации предполагают выявление видов-индикаторов сапробности в водных объектах во время натурных исследований. По этим характеристикам рассчитывают индекс сапробности, определяют уровни трофности и загрязнённости согласно принятым в системе Росгидромета классификациям [1, 2]. Оценка среды обитания на основе биоиндикации выражается словесно. В гидробиологическом мониторинге это формулируется в степенях загрязнения и соответствующих им классах качества воды [2].

Согласно [1, 2] гидробиологические наблюдения из экологической группы планктонных организмов включают изучение бактериопланктона, фитопланктона, зоопланктона. Фитопланктон представлен свободно парящими микроводорослями. Совокупность популяций водорослей определённых видов, населяющий тот или иной водный биотоп — альгоценозы, осуществляющие фотосинтез и являющиеся поставщиками первичной продукции. Наряду с этим фитопланктон является одним из важнейших

участников формирования качества вод и представляют собой обязательный, поскольку очень чувствителен, элемент биодиагностики качества воды водных экосистем.

Наблюдения по гидробиологическим показателям рекомендовано [2] проводить на водоемах и водотоках, а также на их участках, имеющих важное хозяйственное значение; в пунктах наблюдений, где при рекогносцировочном обследовании выявлены наиболее заметные изменения состояния сообществ водных организмов; на водоемах и водотоках, а также на их участках, не подверженных антропогенному воздействию, расположенных на территории государственных заповедников и природных национальных парков, являющихся уникальными природными образованиями; в пунктах фоновых наблюдений. Наблюдения по гидробиологическим показателям, в частности фитопланктону, рекомендуется проводить ежемесячно в течение вегетационного периода, а сроки отбора совмещать со сроками отбора проб на анализ по гидрохимическим показателям.

Программа проведения наблюдений по гидробиологическим показателям на основе фитопланктона предусматривает согласно руководству [2] определение следующих параметров: общей численности клеток,  $10^3$  кл./см<sup>3</sup>; общего числа видов; общей биомассы, мг/дм<sup>3</sup>; численности основных групп,  $10^3$  кл./см<sup>3</sup>; биомассы основных групп, мг/дм<sup>3</sup>; численности синезеленых,  $10^3$  кл./см<sup>3</sup>; доли сине-зеленых в общей численности, %; биомассы сине-зеленых, мг/дм<sup>3</sup>; доли сине-зеленых в общей биомассе, %; числа видов в группе; массовых видов и видов-индикаторов сапробности (наименование, процент от общей численности); индекс сапробности; класс качества воды.

Несмотря на внушительный ряд предусмотренных документом показателей фитопланктона в оценке и классификации качества воды рекомендован только индекс сапробности Пантле и Букка. Система олиго-, мезо-, полисапробных водоемов вскрывает соотношение в них трофического потенциала, как ведущего фактора среды, по присутствию разно резистентных к нему показательных организмов (соответственно олиго-, мезо- и полисапробов). Однако критерий оценки по показателям фитопланктона существует только один — по индексу сапробности! Получается, что весь массив данных востребован только при градации вод по методу экологических модификаций, включающая такие состояния экосистемы, как фоновое, антропогенное экологическое напряжение, антропогенный экологический регресс, антропогенный метаболический регресс [3, 4]. Следует подчеркнуть, что эта система основана на статистической обработке данных и применима исключительно для многолетних массивов наблюдений. В оперативной информации или отдельных пробах использовать этот подход не представляется возможным.

Кроме того по данным альгоценозов рассчитывают ряд индексов: биоразнообразие Шеннона-Уивера ( $H$ ), выравнинности по Пиелу ( $E$ ), доминирования по Симпсону ( $C$ ), индекса богатства Маргалефа, коэффициенту таксономического сходства Сёренсена ( $K_s$ ). для альгоценозов чрезвычайно широкое применение получил индекс видового разнообразия Шеннона, заимствованный из теории информации. Однако они основаны, как правило, на данных всего двух показателей: количестве видов и общей численности. Кроме того наблюдения свидетельствуют, что «здоровой» экосистеме могут соответствовать различные уровни видового разнообразия. В то же время одно и то же значение индекса может быть обнаружено у неодинаковых (порой прямо противоположных) состояний экосистемы.

Наиболее полноценную и адекватную оценку качества воды позволяют получать индексы биотической целостности  $IBI$  [5]. Мультиметрические индексы — аддитивные индексы, в которых несколько аспектов структуры ценозов (трофическая структура, состав таксонов, численность, видовое богатство) стандартизируют по общей шкале, а затем

суммируют, чтобы представить более экологически всеобъемлющую меру экологического статуса, чем любой отдельный показатель. ИВІ включает до 12 показателей соответствующего ценоза, взятого для исследования. Индексы ИВІ разработаны относительно недавно (в конце 20 века), но имеют хорошую перспективу. Применение нашли в зарубежных странах. В гидробиологическом мониторинге качества воды в стране незаслуженно мало уделяют внимания применению мультиметрических индексов биотической целостности.

По гидробиологическим показателям ценозов гидробионтов разработано несколько классификаций качества вод, включающих индекс сапробности. В зарубежных странах принята шестиклассная оценка качества вод, которая положена в основу ГОСТа 17.12.04.77 ГОСТ 17.1.1.01-77, ГОСТа 17.13.07.82 и РД 52.24.309-92. В обоих классификаторах указывается 6 классов качества вод, но словесное их определение и абсолютные значения показателей отличаются. Спустя почти 20 уточнён и утверждён нормативно-методический документ РД 52.24.309 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши» ранжирует качество вод уже на 5 классов. Документ регулярно пересматривается и уточняется. Последний вариант выпущен в 2016 г. Нумерация классов от 1 к 5 указывает на возрастание уровня (в другом случае – степени) загрязнённости воды. Изъятым оказался первый (1) класс – «очень чистые» воды, или «экологически полноценные, могут использоваться для питья, рекреации, рыбоводства и орошения». То есть за двадцать лет практически исчезли водные объекты, способные соответствовать такому высокому классу чистоты.

В основу нашей работы положены материалы собственных исследований качества донской воды биологическими методами. Объектом исследований служил участок нижнего течения р. Дон в пределах городов Ростов-на-Дону и Азов, включающий 17 створов сети наблюдений Росгидромета. Отбор проведен в течение 8 месяцев (апрель – ноябрь) 2019. Отбор и обработка планктонных альгологических проб осуществлена в соответствии с методами, принятыми в гидробиологии согласно Руководству [2].

Расчёт Р-ИВІ для реки Дон проведён впервые. Расчёт шкалы по степеням качества донской воды базировался на ретроспективных данных «Ежегодников качества вод по гидробиологическим показателям» 1985-1987 годов и профессионального анализа. Нами для расчёта мультиметрического индекса биотической целостности фитопланктона Р-ИВІ применено 7 показателей альгоценозов: общая численность, общая биомасса, индекс богатства Маргалефа  $D$  и относительная численность 4 основных отдела альгоценозов) Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta. Значения показателей были преобразованы в баллы в соответствии со шкалой 3, 5 и 10 [6].

Оценку качества воды по индексу биотической целостности фитопланктона Р-ИВІ проводили согласно рассчитанным нами для бассейна р. Дон критериям качества воды [7, 8]. Отличное качество воды оценивается значением индекса более 82, хорошее - в пределах 72-82, удовлетворительное – в пределах 56-72, плохое - при значениях индекса менее 56. Значение, близкое к 82, указывает на то, что биологическое состояние альгоценозов характеризуется как естественное [7, 8]. Значение, близкое к 56 и ниже, указывает на плохое биологическое состояние альгоценозов в водной экосистеме.

Качество воды в 2019 г. за 8 месяцев исследований было в диапазоне от удовлетворительного до плохого практически в каждом створе. Исключительно плохое качество воды за восемь месяцев исследований отмечено в глубоком горизонте ниже х. Колузаево (10) и поверхностном горизонте ниже водосброса г. Азов (15) (таблица).

Удовлетворительное качество воды отмечено мозаично, как в створах, так и по времени исследований. За восемь месяцев исследований только 7, 2 % проб воды было с удовлетворительным качеством. В те или иные месяцы исследований удовлетворительное качество воды было зафиксировано в 15 створах, кроме створов 10 и 15. В глубоком горизонте ниже х. Колузаево (10) и поверхностном горизонте ниже водосброса г.Азов (15) вода была исключительно плохого качества.

Таблица - Диапазон уровня качества воды нижнего участка р.Дон по индексу Р-IBI

Участок	Створ	Индекс Р-IBI, диапазон	Уровень качества воды, диапазон
1 у г. Ростов-на-Дону	1	38,57 - 56	Плохо/удовлетворительно
	2	38,57 - 61,42	Плохо/удовлетворительно
	3	41,42 - 58,57	Плохо/удовлетворительно
	4	38,57 - 64,28	Плохо/удовлетворительно
	5	38,57 - 62,85	Плохо/удовлетворительно
	6	38,57 - 62,85	Плохо/удовлетворительно
	7	38,57 - 58,57	Плохо/удовлетворительно
	8	38,57 - 62,85	Плохо/удовлетворительно
2 у г. Азов	11	38,57 - 61,42	Плохо/удовлетворительно
	12	38,57 - 56	Плохо/удовлетворительно
	13	38,57 - 62,85	Плохо/удовлетворительно
	14	31,42 - 58,57	Плохо/удовлетворительно
	15	41,42 - 54,28	Плохо/Плохо
3 ниже х.Колузаево- выше х. Дугино	9	38,57 - 65,71	Плохо/удовлетворительно
	10	35,71 - 48,57	Плохо/Плохо
	16	41,42 - 56	Плохо/удовлетворительно
	17	38,57 - 68,57	Плохо/удовлетворительно

По течению качество воды нижнего течения р. Дон по Р-IBI было практически равномерным. Оценивалось преимущественно как плохое для всех трёх исследуемых участков реки в летний сезон. Особенно четко качество воды на уровне «плохое» проявилось в обоих горизонтах створа после впадения р.Темерник (3,4), ниже водосбросов у городов Ростов-на-Дону (5-7) и Азов (12-14).

Сравнение с данными о качестве воды исследуемого участка реки Дон, полученными нами другими биологическими методами (общепринятый индекс сапробности, альготестирование по набору биотестов), выявило преимущественное использование данных, полученных именно по индексу биотической целостности фитопланктона Р-IBI [7-9]. Следовательно расширение возможностей гидробиологического компонента мониторинга качества вод посредством включения показателей альгоиндикации за счет

мультиметрического биотического индекса фитопланктона P-IBI повысит объективность биологической информации.

#### Список использованной литературы

1. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Ростов-на-Дону: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2016.- 100 с.
2. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем /Под ред. В.А.Абакумова. СПб: Гидрометеиздат, 1992. - 318 с.
3. РД 52.24.633-2002; Методические основы и функционирование подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем. СПб: Гидрометеиздат, 2002. - 18 с.
4. РД 52.24.565-96 Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных сообществ. СПб: Гидрометеиздат, 1992
5. Karr, J.R. Biological Monitoring and environmental assessment: A conceptual framework. Environ. Manage. 1987.vol. 11. p. 249-256.
6. Astin LE. Developing Biological Indicators from Diverse Data: the Potomac Basin-Wild index of Benthic Integrity (B-IP). Ecological Indicators. 2007. Vol.7. No.4.p. 895-908.
7. Bakaeva E.N., Al-Gizzi M.A.B. Using of index Biological Integrity of Phytoplankton (P-IBI) in the assessment of water quality in Don river section. -/ Baghdad Science Journal. 2020. 87-96 p. <http://dx.doi.org/10.21123/bsj.2020.18.1.0000>.
8. AL-Ghizzi M. A. B., Bakaeva E.N. Assessment of the Don water quality after the confluence of the Temernik river according to the saprobity index and bioassay. Aquatic Bioresources and Environment Journal. 2022. Vol.5 , no.2 , pp.7-15.
9. Аль-Гиззи М.А.Б. Оценка качества воды нижнего течения реки Дон по данным альгоиндикации и альготестирования. Автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности — 1.5.15- Экология (биологические науки). Ростов-на-Дону, 2022. - 23 с.

#### ALGOINDICATION OF SURFACE WATER QUALITY - COMPONENT HYDROBIOLOGICAL MONITORING

**Bakaeva E.N., Al-Gizzi M.A.B.**

<sup>1</sup>Hydrochemical Institute of Roshydromet, Rostov-on-Don

<sup>2</sup>Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Rostov-on-Don

<sup>3</sup> College of Sciences, Ti-Kar University, Iraq

*E-mail: rotaria@mail.ru*

**Annotation.** Expanding the possibilities of hydrobiological monitoring of water quality is possible through the use of the multimetric index of biotic integrity of phytoplankton P-IBI. The water quality of the lower section of the Don River according to P-IBI was uniform along the river. Especially "bad" - in the summer season, below the spillways of the cities of Rostov-on-Don, Azov, below the confluence of the Temernik River.

**Keywords:** algoindication, phytoplankton, algocenoses, water quality, multimetric index of biotic value of phytoplankton