

Basin in natural ecosystems, which is reflected in their distribution by cenomorphs in the study area. As part of the adventive flora, 9 ecological-cenotic groups were identified, indicating, on the one hand, which communities are most favorable for naturalization in accordance with the life strategy, and on the other, it indicates their disturbance.

*Keywords:* river basin; Sviyaga River; vegetation; species diversity; biodiversity; phytocoenosis; species survival strategies; adventive flora arheophytes; kenophytes; xerophytes; epekophytes; agrioepekophytes; agriophytes; kolonophytes; ephemerophytes; anthropocoenosis; coenomorphs.

УДК 504.4.064.36

DOI 10.24411/2309-4370-2019-12114

Статья поступила в редакцию 24.02.2019

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

© 2019

**Шорникова Елена Александровна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и биофизики  
*Сургутский государственный университет*  
(г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация)

*Аннотация.* В статье представлен методологический подход и опыт использования комплексного индекса качества воды  $I_{wq}$  для оценки экологического состояния поверхностных водных объектов по результатам мониторинга водотоков бассейна Средней Оби в период 2002–2018 гг. Данный индекс позволяет использовать в качестве первичной информации результаты гидрохимических наблюдений, показатели структуры микробного сообщества и другие доступные данные, полученные для конкретных контрольных створов на различных водных объектах в пределах водосборного бассейна. В качестве критерия оценки при расчете данного индекса используется степень отклонения каждого контролируемого показателя от среднего значения данного показателя, полученного для всей исследованной акватории в пределах водосборного бассейна. По рассчитанным значениям индекса качества воды  $I_{wq}$  водным объектам присваивается класс и категория качества вод. Такой методологический подход позволяет осуществлять сравнительную оценку экологического состояния водных объектов и их участков в пределах водосборного бассейна, дает возможность картографировать полученную информацию, анализировать возможные причины ухудшения состояния водных экосистем, принимать управленческие решения по их восстановлению. В данной работе представлены результаты использования комплексного индекса качества воды для рек бассейна Средней Оби по гидрохимическим показателям и количественным параметрам структуры микробного сообщества.

*Ключевые слова:* водные объекты гидросферы; водные экосистемы; Средняя Обь; мониторинг водных экосистем; гидрохимические показатели; антропогенная нагрузка; оценка качества воды; структура микробного сообщества; комплексные индексы; индекс качества воды; экологическое состояние водных объектов.

### Введение

Современная система мониторинга водных объектов гидросферы в РФ основана на отборе проб воды и донных отложений, проведении перечня химических анализов по определенной программе исследований, сопоставлении полученных результатов с нормативами предельно-допустимых концентраций (ПДК) для водоемов определенной категории водопользования [1–2]. В некоторых случаях программой мониторинга предусматривается процедура биотестирования. Заключение о качестве воды и экологическом состоянии водного объекта осуществляется по количеству показателей, превышающих нормативы ПДК, кратности превышения ПДК, результатам биотестирования. При этом субъекты мониторинга сталкиваются с необходимостью интерпретировать большие объемы цифровых данных, которые требуется обработать, систематизировать, представить определенным образом, что составляет довольно трудоемкий и длительный процесс [3, с. 3]. Следовательно, выявление источников антропогенного воздействия, и далее принятие управленческих решений по восстановлению водной экосистемы может быть отложено на неопределенный срок, который может растянуться на многие месяцы. Одним из вариантов решения таких трудностей является расчет комплексных индексов, позволяющих оценить состояние

водного объекта по совокупности показателей. В процессе обработки материалов, полученных при мониторинге водных объектов бассейна Средней Оби, нами было апробировано несколько комплексных индексов оценки качества вод, некоторые результаты были ранее опубликованы [4–8].

*Целью* настоящего исследования являлось апробирование различных интегральных методов оценки качества воды водных объектов гидросферы и разработка методологического подхода к оценке состояния водных объектов с учетом региональных геохимических характеристик.

*Автор выражает благодарность В.Н. Тюрину за помощь в составлении карты-схемы расположения контрольных створов на водотоках Среднего Приобья, О.Н. Корниловой, В.Н. Ранченковой, студентам кафедры экологии СурГУ за помощь в выполнении полевых и экспериментальных работ.*

### Объект и методы исследования

Данное исследование было выполнено на реках широтного отрезка Средней Оби. Широтный отрезок Средней Оби протяженностью более 300 км располагается в центральной части Западной Сибири в границах Нижневартовского, Нефтеюганского и Сургутского административных районов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Данный участок Среднего Приобья характеризуется высокой водо-

обеспеченностью, густота речной сети достигает 0,3 км/км<sup>2</sup>. В среднем течении р. Обь принимает крупные притоки: рр. Лямин, Пим, Тромъеган, Аган, Вах – правобережные; рр. Большой Юган, Большой Салым, Большой Балык – левобережные [9, с. 5].

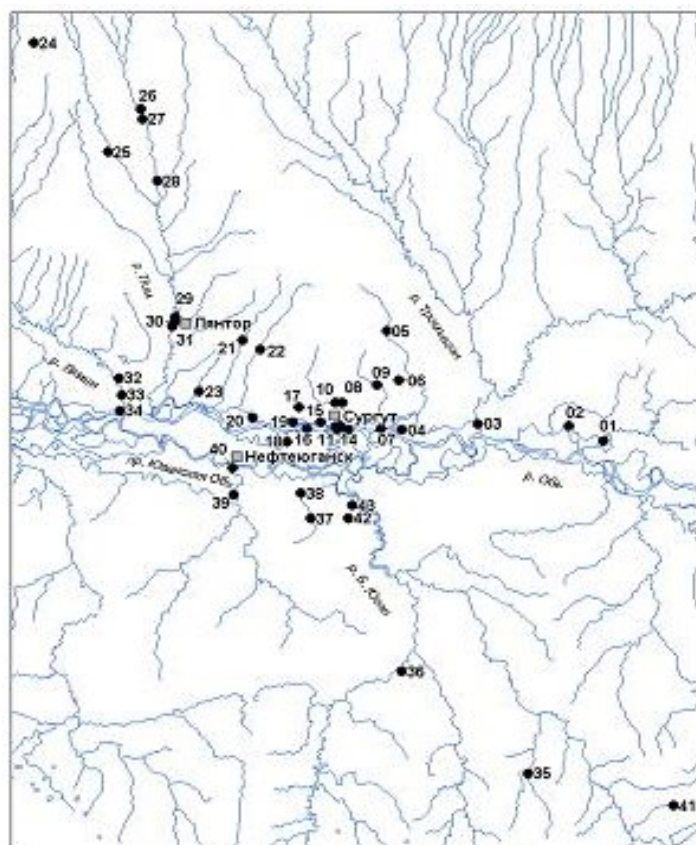
Начиная с 1950-х гг., в Среднем Приобье наблюдается прогрессирующий рост антропогенной нагрузки в связи с открытием и введением в эксплуатацию промышленных объектов нефтегазовых месторождений в пределах Западно-Сибирской нефтегазовой провинции. ХМАО – Югра на сегодняшний день является лидером в РФ по объемам добычи углеводородного сырья. В бассейне широтного отрезка Средней Оби находятся сотни лицензионных участков нефтегазовых месторождений (ЛУНМ) таких крупнейших производителей нефти как ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «НК «Роснефть», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», «Салым Петролеум Девелопмент Н.В.». Протяженность сети нефте- и газопроводов превысила 100 тыс. км. В Среднем Приобье в пределах широтного отрезка Оби расположены крупные муниципальные образования – Нижневартовск, Лангепас, Сургут, Нефтеюганск и другие. Численность населения в ХМАО–Югре с конца 50-х гг. прошлого века возросла более чем в 13 раз и составила к 2019 г. более 1,6 млн чел.

Суровые природно-климатические условия в Среднем Приобье создают специфические режимы экологических факторов в водных объектах: ледостав длительностью 6 и более месяцев в году, короткий период вегетации, дефицит растворенного кислорода, заморные явления [7, с. 40].

Первичный материал для расчета комплексных индексов и оценки экологического состояния водотоков собирался непрерывно в период 2002 по 2018 гг. в различные гидрологические сезоны. Карта-схема фрагмента участка широтного отрезка Сред-

ней Оби, обследованного в период 2002–2018 гг., представлена на рис. 1. Контрольные створы (КС) располагались на 35 водотоках на территории Нижневартовского, Сургутского, Нефтеюганского административных районов Югры. Более 30 точек отбора проб воды были организованы на территории промышленных площадок нефтегазовых месторождений, 3 точки являлись фоновыми и были расположены на относительно ненарушенных участках рек, в том числе на территории Государственного природного заповедника «Юганский», остальные КС находились в черте населенных пунктов. Пробы воды отбирались в соответствии с ГОСТ 17.1.5-85, ГОСТ 31861-2012 [10–11].

Программа мониторинга предусматривала анализ проб воды по 16 показателям химического состава: обобщенные показатели (рН, цветность, содержание взвешенных веществ), солевой состав (сухой остаток, концентрация хлорид-ионов), концентрации растворенного кислорода, железа общего, органических веществ (перманганатная окисляемость, БПК<sub>5</sub>, фенолы, АПАВ, нефтепродукты), биогенных веществ (ионы аммония, нитрит-, нитрат-, фосфат-ионы). С 2009 г. в программу мониторинга были также включены концентрации тяжелых металлов (свинец, хром, цинк, марганец, никель). Кроме того, была изучена эколого-трофическая структура микробного сообщества по показателям численности бактерий, растущих на различных питательных субстратах: сапрофитные гетеротрофные, углеводородокисляющие, фенолусваивающие бактерии, бактерии цикла азота, бактерии группы кишечной палочки. Все исследования выполнялись стандартными методами, принятыми в практике мониторинга водных объектов [12–14] в лабораториях «Экологического мониторинга» СурГУ и в Филиале ФГБУ «ЦЛАТИ по УФО» по ХМАО – Югре.



- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1-2 пр. Лангепас;  | 3 пр. Чумпас;        |
| 4 пр. Куръех;      | 5 р. Б. Моховая;     |
| 6 р. М. Моховая;   | 7 р. Тромъеган;      |
| 8 р. Замлятина;    | 9 р. Почкуйка;       |
| 10 р. Черная;      | 11 р. Обь;           |
| 12 пр. Бардыковка; | 13 пр. Боровая;      |
| 14 р. Сайма;       | 15 пр. Кривуля;      |
| 16 р. Обь;         | 17 р. Калынка;       |
| 18 пр. Кривая;     | 19 р. Глухая;        |
| 20 пр. Б. Гыпала;  | 21 р. Минчюпкина;    |
| 22 р. Быстрый      | 23 р. Аношкина;      |
| Кульгун;           |                      |
| 24 р. Келчялка;    | 25 р. Ай-Пим;        |
| 26-31 р. Пим;      | 32-33 р. Лямин;      |
| 34 р. Обь;         | 35 р. Вух-Янг;       |
| 36 р. Б. Юган      | 37-38 р. Сортымъеган |
| 39 р. Б. Балык;    | 40 пр. Юганская Обь  |
| 41 р. Кушым-Игай;  | 42-43 р. Ик-Ях       |

Рисунок 1 – Карта-схема расположения точек отбора проб воды на водотоках бассейна Средней Оби

Далее в процессе научного поиска мы апробировали различные математические методы в оценке качества вод [15–17], в частности индекс, предложенный И.Х. Башмаковой [15], который был модифицирован нами [7–8] и использован для оценки экологического состояния водотоков по показателям химического состава, а также по численности бактерий в структуре микробного сообщества.

Методика расчета Индекса качества воды представлена в табл. 1. В индекс качества воды включали только те показатели, для которых  $P_{sj} / P_{j\text{cp}} > 1$ . При расчете  $\alpha_j$  принимаем  $\sum \alpha_j = 1$ . По полученным значениям индексов водные объекты были отнесены к определенному классу качества воды.

**Таблица 1** – Методика расчета Индекса качества воды  $I_{wq}$  (Water Quality Index)

$I_{wq} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \frac{P_{sj} - P_{j\text{cp}}}{\sigma_j},$		(1)
<p>где <math>s</math> – контрольный створ;  <math>j</math> – контролируемый показатель;  <math>P_{sj}</math> – значение показателя <math>j</math> для контрольного створа <math>s</math>;  <math>P_{j\text{cp}}</math> – среднее значение показателя <math>j</math>, рассчитанное для всей исследованной акватории;  <math>\sigma_j</math> – стандартное отклонение параметра <math>P_{sj}</math> от среднего значения;  <math>\alpha_j</math> – доля параметра <math>P_{sj}</math> в индексе.</p>		
Значение $I_{wq}$	Категория вод	Класс качества воды
$I_{wq} \leq 0,5$	чистые	1 класс
$0,5 < I_{wq} \leq 1,0$	относительно чистые	2 класс
$1,0 < I_{wq} \leq 1,5$	умеренно загрязненные	3 класс
$1,5 < I_{wq} \leq 2,0$	загрязненные	4 класс
$I_{wq} > 2,0$	сильно загрязненные	5 класс

#### Результаты и обсуждение

В практике мониторинга для оценки качества вод широко используется индекс УКИЗВ, разработанный Гидрохимическим институтом Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (г. Ростов-на-Дону) [16]. В качестве основного критерия оценки в данном индексе используются нормативы ПДК химических веществ. При расчете УКИЗВ, помимо количества показателей, превышающих ПДК, и кратности их превышения, учитывается частота случаев превышения ПДК. Такой интегральный подход упрощает процедуру представления и анализа информации о качестве вод. Нами был апробирован метод расчета УКИЗВ на примере водных объектов Среднего Приобья в зоне влияния промышленных площадок нефтегазовых месторождений за период 2009–2011 гг. Однако, при анализе экспериментальных данных столкнулись с рядом трудностей иного характера:

1. Нормативы ПДК для целого ряда показателей оказываются значительно ниже, чем региональные фоновые концентрации. К примеру, концентрации общего железа в ненарушенных водных объектах Среднего Приобья могут достигать 10 ПДК<sub>вр</sub> и более [18–19]. Такая же ситуация наблюдается с концентрацией марганца, меди и некоторых других металлов, которые имеют в водотоках природное происхождение, связанное с их подвижностью в ландшафтах в условиях кислых значений pH.

2. При учете кратности и частоты случаев превышения ПДК железа и другие поливалентные металлы автоматически становятся приоритетными загрязнителями водных объектов бассейна Средней Оби, всегда вносят ощутимый вклад в значение УКИЗВ и ухудшают качество воды исследованных водотоков. Следовательно, дальнейшая оценка качества воды, как по другим ингредиентам, так и по индексу в целом, теряет смысл.

3. Обратная ситуация наблюдается для концентрации хлорид-ионов, которые, являясь техногенными загрязнителями водных объектов, поступающими с подтоварными водами в результате порывов нефтепроводов, могут создавать в водотоках концентрации, многократно превышающие фоновые, тем не менее оказываются ниже ПДК<sub>вр</sub> и, значит, не включаются в перечень приоритетных загрязнителей и не учитываются в УКИЗВ. Так, фоновые концентрации хлоридов в ненарушенных водотоках бассейна Средней Оби составляют не более 20–30 мг/дм<sup>3</sup> [18–19]. ПДК<sub>вр</sub> хлоридов 300 мг/дм<sup>3</sup> [1]. Разница между фоном и нормативом 10 и более раз. К примеру, в эксперименте получены концентрации хлоридов в водотоке в диапазоне 30–300 мг/дм<sup>3</sup>, кратно превышающие региональные фоновые концентрации, но интерпретировать как загрязнение их невозможно, так как формально они не превышают ПДК<sub>вр</sub>.

4. УКИЗВ не учитывает другие характеристики, полученные для водного объекта, как то концентрации химических веществ в донных отложениях, структурно-функциональные характеристики водного биоценоза. Тогда как именно от этих характеристик зависит интенсивность процессов самоочищения водного объекта, его экологическое состояние, трофический статус и т.д.

Эти сложности нам удалось преодолеть при использовании для оценки экологического состояния водотоков и классов качества воды индекса  $I_{wq}$ . На рис. 2 представлены значения Индексов качества воды, рассчитанных по гидрохимическим показателям, для обследованных рек, в бассейнах которых осуществляется антропогенное воздействие различного характера.

Наблюдается широкий разброс значений индексов для водотоков с различным характером антропогенной нагрузки. К 1 классу «чистые» отнесены 6 водотоков, в том числе р. Обь в районе пос. Барсово (Сургутский район), крупный правобережный приток Оби р. Пим в трех КС, его приток р. Ай-Пим, а

также малые реки. Следует отметить, что водотоков 1 класса не было выявлено на ненарушенных участках водных объектов. Ко 2 классу «относительно чистые» отнесено 10 водотоков в одиннадцати КС, включая р. Обь в районе дер. Лямина, ее крупные правобережные притоки рр. Тромъеган, Пим, Лямин, а также малые реки. Фоновые участки рек в двух точках были отнесены ко 2-му классу вод категории «относительно чистые». Наибольшее количество обследованных рек в четырнадцати контрольных створах относилось к 3 классу категории «умеренно загрязненные» – это р. Обь и ее протоки в Сургутском и Нижневартовском районах, а также малые реки. К

4 классу «загрязненные» были отнесены право- и левобережные протоки Оби, а также левобережный приток р. Большой Балык. Наибольший уровень загрязнения (5 класс «сильно загрязненные») был выявлен для правобережной протоки Лангепас (Нижневартовский район), а также для левобережных рек Кутым-Игай и Большой Юган. Интересным является то, что КС на р. Большой Юган находится на территории государственного природного заповедника «Юганский». В целом следует отметить более высокие значения  $I_{wq}$  для левобережных водотоков. Низкие значения индекса были получены для крупных правобережных притоков Оби рр. Лямин и Пим.

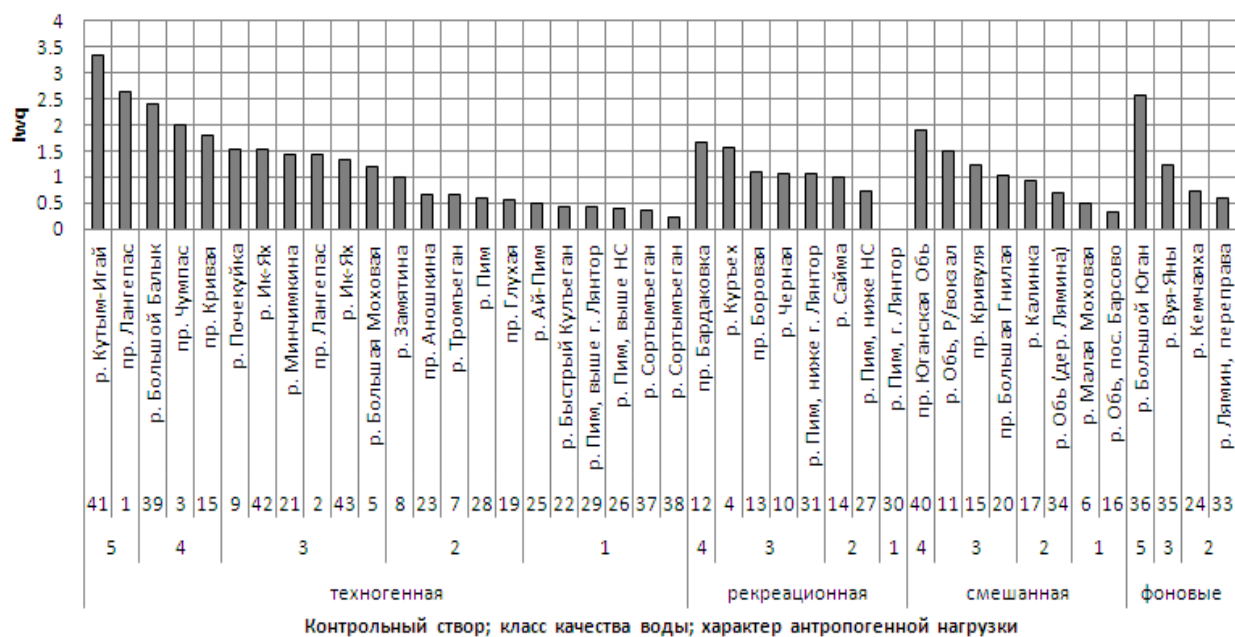


Рисунок 2 – Индекс качества воды  $I_{wq}$  по гидрохимическим показателям

В табл. 2 представлено распределение обследованных водотоков по классам качества воды по показателям химического состава воды.

Таблица 2 – Результаты оценки качества воды водотоков по гидрохимическим показателям

Классы качества воды	Количество водотоков, тип антропогенной нагрузки			
	T	P	TP	Ф
1	6	2	1	2
2	7	2	2	1
3	0	4	2	0
4	2	0	3	0
5	6	1	1	0

Примечание. Тип антропогенной нагрузки: T – техногенная, P – рекреационная, TP – смешанная, Ф – фоновый водоток.

Выявлены достоверные различия значений Индексов качества воды для рек с различным характером антропогенной нагрузки и фоновых водотоков.

Первичные материалы для расчета  $I_{wq}$  по микробиологическим показателям были опубликованы ранее [20]. На рис. 3 представлены значения Индексов качества воды, рассчитанных по показателям структуры микробного сообщества. Среди изученных рек к 1 классу «чистых» отнесены р. Обь в Сургутском районе (дер. Лямина и пос. Барсово), крупные притоки Оби рр. Лямин, Пим, Тромъеган, Большой Ба-

лык, Большой Юган, водотоки на территории г. Сургута рр. Черная, пр. Боровая, а также малые реки. Следует отметить, что все фоновые реки по численности бактерий были отнесены к категории «чистых». Ко 2, 3 и 4 классам было отнесено в общей сложности 7 водотоков с техногенным характером антропогенной нагрузки. К 5 классу «сильно загрязненные» была отнесена р. Обь в районе Речного вокзала г. Сургута, протоки Оби в четырех точках, правобережный приток Оби р. Пим выше пос. Нижнесортимский, а также малые реки с различным характером антропогенной нагрузки. В табл. 3 представлено распределение обследованных водотоков по классам качества воды по показателям структуры микробного сообщества.

Таблица 3 – Результаты оценки качества воды водотоков по микробиологическим показателям

Классы качества воды	Количество водотоков, тип антропогенной нагрузки			
	T	P	TP	Ф
1	4	5	4	2
2	3	0	0	0
3	2	0	0	0
4	2	0	0	0
5	7	2	4	0

Примечание. Тип антропогенной нагрузки: T – техногенная, P – рекреационная, TP – смешанная, Ф – фоновый водоток.



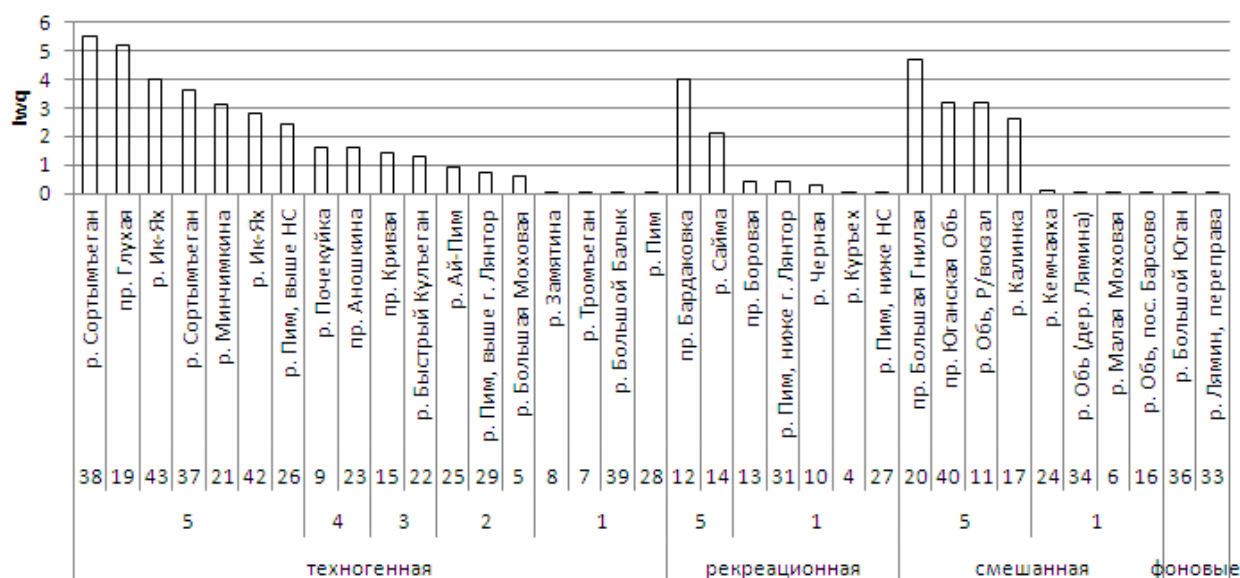


Рисунок 3 – Индекс качества воды  $I_{wq}$  по микробиологическим показателям

Выявлены достоверные различия значений  $I_{wq}$  для антропогенно нарушенных и фоновых участков рек. По результатам корреляционного анализа выявлена положительная взаимосвязь слабой силы между значениями индексов, рассчитанными по гидрохимическим и микробиологическим показателям с коэффициентом корреляции Пирсона  $r = 0,43$ .

Фрагмент данного исследования также проводился в период 2009–2011 гг. на р. Оби в Сургутском и Нижневартовском районах, ее правобережных притоках рр. Вах и Аган, а также малой правобережной реке Пим (всего проанализировано 182 пробы воды). Полученное распределение водотоков по классам качества вод, рассчитанным по гидрохимическим показателям, представлено на рис. 4.

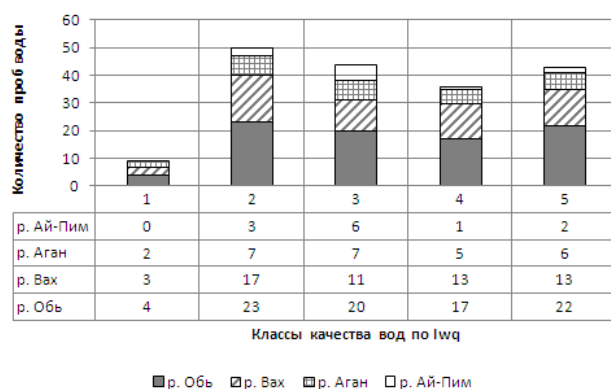


Рисунок 4 – Распределение проб воды по классам качества

К 1-му классу качества вод было отнесено 5% от общего числа отобранных проб воды, ко 2-му классу – 27%, к 3-му классу – 24%, к 4-му классу – 20%, к 5-му классу – 24%. В рр. Обь и Вах наибольшее количество проб (27% и 30% соответственно) позволило отнести водотоки ко 2-му классу, в р. Аган пробы 2-го и 3-го класса распределились равномерно и составили по 26%, в р. Ай-Пим 50% проб было отнесено к 3 классу, пробы 1-го класса отсутствовали. Для 5-го класса качества вод категории «сильно загрязненные» изученные водотоки распределились следующим образом: р. Обь (25%), р. Вах 22,4%, р. Аган 22%, р. Ай-Пим 17% [8, с. 603].

Предложенный методологический подход оценки качества воды позволяет более тщательно подойти к процедуре диагностики экологического состояния водных объектов, учесть интенсивность процессов самоочищения, более обоснованно подойти к вопросам планирования водоохранных мероприятий и рационального использования водных объектов гидросферы.

#### Выводы

1. В целом, для левобережных водотоков характерны более высокие уровни загрязнения, чем для правобережных. Наименьшие показатели загрязнения были получены для крупных правобережных притоков Оби, что позволяет использовать их в качестве фоновых. Уровень загрязнения водотоков с преимущественно техногенным характером антропогенной нагрузки, как правило, выше, чем водотоков с рекреационным и смешанным характером антропогенной нагрузки как по гидрохимическим, так и по микробиологическим показателям.

2. Использованный методологический подход к оценке экологического состояния водотоков при помощи индекса качества воды  $I_{wq}$  позволил нам обработать обширный многолетний массив экспериментальных данных, полученных на водотоках бассейна широтного отрезка Средней Оби, определить классы и категории качества вод без использования нормативов ПДК, но с учетом фоновых региональных гидрохимических характеристик.

3. Данный метод позволяет использовать для расчета индекса  $I_{wq}$  биологические характеристики, полученные для различных компонентов водной экосистемы, что было продемонстрировано нами на примере численности бактерий различных экологотрофических групп в структуре микробного сообщества.

#### Список литературы:

1. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 257 с.

2. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03. М., 2003.
3. Зобков М.Б. Методы обработки геоинформационных данных состояния водных объектов: автореф. дис. ... канд. тех. наук. СПб., 2012. 22 с.
4. Шорникова Е.А. Проблемы и перспективы использования комплексных показателей качества воды в мониторинге водотоков // Чистая вода России – 2007: ст. и тез. докл. IX междунар. симпозиума (7–20 апреля 2007). Екатеринбург, 2007. С. 258–260.
5. Шорникова Е.А. Диагностика состояния экосистем водотоков на лицензионных участках нефтяных месторождений Среднего Приобья [Электронный ресурс] // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2007. – [http://ogbus.ru/authors/Shornikova/Shornikova\\_1.pdf](http://ogbus.ru/authors/Shornikova/Shornikova_1.pdf). 26 с.
6. Шорникова Е.А. Комплексная диагностика состояния экосистем поверхностных водотоков широтного отрезка Средней Оби // Биологические ресурсы и природопользование: сб. науч. тр. Вып. 10. Сургут: Дефис, 2007. С. 253–266.
7. Шорникова Е.А. Интегральная оценка состояния экосистем водотоков по гидрохимическим показателям (на примере Среднего Приобья) // География и природные ресурсы. 2009. № 1. С. 38–45.
8. Шорникова Е.А. Интегральная оценка состояния водных объектов Среднего Приобья в период активного освоения // Человек и Север: Антропология, археология, экология: мат-лы всерос. науч. конф. Тюмень, 2018. С. 601–604.
9. Лезин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа: справочное пособие. Тюмень: Вектор Бук, 1999. 160 с.
10. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М.: Изд-во стандартов, 1985. 316 с.
11. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартиформ, 2013. 36 с.
12. Шорникова Е.А. Методические рекомендации по планированию, организации и ведению мониторинга поверхностных водотоков: гидрохимические и микробиологические методы. Сургут: Дефис, 2007. 88 с.
13. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Справочник инженера-эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды. Ч. 1. Вода. М.: Недра, 1999. 732 с.
14. Мамонтова Л.М. Основы микробиологического мониторинга водных экосистем и контроля питьевой воды: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Иркутск, 1998. 40 с.
15. Башмакова И.Х. Экологические индексы для оценки уровня загрязненности водоемов на примере Килийской дельты Дуная // Гидробиол. журн. 2004. Т. 40, № 3. С. 76–82.
16. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. Ростов-на-Дону, 2002.
17. Панкратова С.Ю., Шишкин А.И. Методические основы комплексной оценки состояния водного объекта // XXX Юбилейная Неделя науки СПбГТУ: мат-лы междуз. науч. конф. Ч. I. СПб., 2002. С. 34–35.
18. Бабушкин А.Г., Московченко Д.В., Пикунов С.В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: монография. Новосибирск: Изд-во «Наука», 2007. 151 с.
19. Шорникова Е.А. Характеристика гидрохимического режима водотоков широтного отрезка Средней Оби // Водное хозяйство России. 2007. № 2. С. 57–72.
20. Шорникова Е.А., Куяров А.В. Оценка санитарно-микробиологического состояния водотоков бассейна широтного отрезка Средней Оби // Проблемы региональной экологии. 2007. № 4. С. 95–99.

### A METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ECOLOGICAL STATUS EVALUATION OF WATER BODIES USING THE COMPLEX INDEX OF WATER QUALITY ON THE EXAMPLE OF THE MIDDLE PRIOBYE

© 2019

**Shornikova Elena Aleksandrovna**, candidate of biological sciences,  
associate professor of Ecology and Biophysics Department  
*Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation)*

*Abstract.* The following paper deals with a methodical approach and experience of water quality complex index ( $I_{wq}$ ) use for the evaluation of ecological status of surface water bodies by results of rivers monitoring within the Middle Ob basin during 2002–2018. This index allows to use such primary information as results of water chemistry analyses, parameters of structure of microbial community and other available data obtained for each sample site on various water bodies within the basin. The main evaluation criterion for calculating this index is a degree of a deviation of each controlled indicator from average value of this indicator for all explored water area within the basin. Water bodies (or their sites) can be classified to 5 various classes of water quality using the calculated values of the index. Such a methodical approach allows to carry out comparative estimation of an ecological condition of water bodies and their sites within the area, to map the obtained data, to analyze possible reasons of deterioration of water ecosystem state, to manage decisions on their restoration. The paper presents the results of the water quality complex index use for rivers within the Middle Ob basin, calculated on the base of indicators of the chemical composition of water and number of bacteria of various ecological and trophic groups in the structure of microbial community.

*Keywords:* water bodies; water ecosystems; Middle Ob basin; monitoring of water ecosystems; water chemistry indicators; anthropogenic loading; water quality estimation; structure of microbial community; complex indexes; index of water quality; ecological state of water bodies.