

## ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ГИГИЕНА ТРУДА

ENVIRONMENTAL  
AND OCCUPATIONAL HEALTH

DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-6-11-33

УДК 502.65

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА  
ПРИРОДНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*В.Б. Иванов, Т.С. Комиссарова,  
А.В. Щербаков, Р.Р. Якубец*

**Обоснование.** Территория исследования является одним из основных регионов Российской Федерации, где ведется интенсивная разработка и добыча углеводородного сырья, которые непосредственно сопровождаются весьма значительным техногенным воздействием на окружающую среду, в целом, и на водные объекты, в частности.

В статье, на основе анализа концентрации химических веществ в поверхностных водах, донных отложениях и почве прибрежной полосы дается оценка качества водных объектов на территории нефтегазодобывающей промышленности.

**Цель.** Целью исследования является оценка качества поверхностных вод, донной экосистемы и прибрежной полосы водных объектов на территории нефтегазовых месторождений Среднего Приобья.

**Материалы и методы.** На основе химического анализа в пробах поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы водных объектов определяли концентрации химических элементов. На основе концентрации химических элементов в той или иной среде, расчетным методом определили индекс загрязнения поверхностных вод, оценили состояние прибрежной полосы и донной экосистемы.

**Результаты.** Расчет интегральной оценки качества вод показывает, что исследуемые водные объекты относятся от умеренно загрязненных, до

чрезвычайно грязных. В большинстве исследованных водных объектах наблюдается резкое угнетение донной экосистемы.

**Заключение.** Исследование экологического состояния водных объектов по качеству поверхностных вод, донных отложений и почвы береговой линии показывает на негативное техногенное воздействие нефтегазодобывающей промышленности на исследованные водные объекты.

**Ключевые слова:** поверхностные воды; донные отложения; химические элементы; нефтепродукты; качество вод; загрязнение; водные объекты; донная экосистема; почвы

**Для цитирования.** Иванов В.Б., Комиссарова Т.С., Щербakov А.В., Якубец Р.Р. Оценка качества природных вод в зоне воздействия нефтегазовой промышленности // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14, №6. С. 11-33. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-6-11-33

## QUALITY ASSESSMENT OF NATURAL WATERS IN TERRITORIES IMPACTED BY THE OIL AND GAS INDUSTRY

V.V. Ivanov, T.S. Komissarova,  
A.V. Shcherbakov, R.R. Yakubec

**Background.** The study area is one of the main regions of the Russian Federation, where intensive development and production of hydrocarbons are carried out. They are directly accompanied by a very significant anthropogenic impact on the environment in general, and on water bodies in particular. The article, based on the analysis of chemicals concentration in surface waters, bottom sediments and coastland soil, gives an assessment of water bodies quality on the territory of the oil and gas industry.

**Purpose.** The purpose of the study is to assess the quality of surface waters, benthic ecosystem and coastland soil of water bodies on the territory of oil and gas fields of the Middle Ob region.

**Materials and methods.** On the basis of chemical analysis, concentrations of chemical elements were determined in samples of surface waters, bottom sediments and coastland soil of water bodies. Based on the concentration of chemical elements in a particular environment, the index of surface water pollution was determined by the calculation method, the state of the coastland soil and the benthic ecosystem was assessed.

**Results.** *The calculation of the integral assessment of water quality shows that the studied water bodies range from moderately polluted to extremely polluted. Quality deterioration of the benthic ecosystem is observed in most of the studied water bodies.*

**Conclusion.** *The study of the environmental condition of water bodies by the quality of surface waters, bottom sediments and the coastland soil shows the negative anthropogenic impact of the oil and gas industry on the studied water bodies.*

**Keywords:** *surface waters; bottom sediments; chemical elements; oil products; water quality; pollution; water bodies; benthic ecosystem; soils*

**For citation.** *Ivanov V.V., Komissarova T.S., Shcherbakov A.V., Yakubec R.R. Quality Assessment of Natural Waters in Territories Impacted by the Oil and Gas Industry. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2022, vol. 14, no. 6, pp. 11-33. DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-6-11-33*

## Введение

Производственная деятельность предприятий нефтяной промышленности сопровождается значительным отрицательным воздействием на окружающую среду. На состояние среды воздействуют как механические, так и химико-технологические факторы нефтеразведки и нефтедобычи. Освоение месторождений углеводородного сырья приводит к изменению биотопов в результате блокирования болотного стока, загрязнению углеводородами и высокоминерализованными водами, накоплению в экосистемах токсичных и ядовитых элементов [1-7].

Механическое воздействие связано с комплексом земляных работ, выполняемых при прокладке автотранспортных и трубопроводных магистралей, бурении и обустройстве скважин, сооружении нефтеперекачивающих и дожимных насосных станций. Механическое воздействие ведет к значительному нарушению окружающей среды: деформации поверхности и разрушению микрорельефа, подтоплению территорий и подпруживанию озер, полному или частичному удалению растительного покрова и торфа. Зона влияния данных нарушений достигает значительных расстояний, а в результате подтопления происходит смена существующих природно-территориальных комплексов, например, заболоченный лес сменяется болотом [8, 33, 35-41, 43-45].

Потенциальными загрязнителями водных объектов являются отходы бурения (буровые и тампонажные растворы, буровые сточные воды и буровой шлам), продукты испытания скважин (нефть, газ, минерализованные воды), горюче-смазочные материалы, хозяйственно-бытовые сточные

воды, твердые бытовые отходы, ливневые сточные воды с загрязненных территорий [10, 12-19].

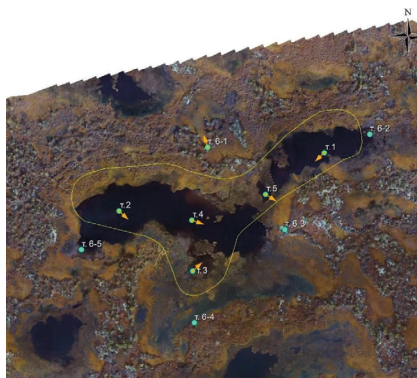
В результате некачественного выполнения работ и не соблюдения технологии их производства нарушается их герметичность дна и стенок шламовых амбаров и происходит утечка в грунтовые воды токсичных веществ из отходов бурения, которые впоследствии вместе с грунтовыми водами попадают в поверхностные водные объекты – реки и озера. Загрязнение почв и грунтов происходит также при плохой гидроизоляции площадок под вышечно-лебедочным, силовым и насосными блоками, циркуляционной системой и блоком приготовления бурового раствора, и тем более при неорганизованном сбросе сточных вод или их сбросе неочищенными в водоемы или на почву [20-23].

В больших количествах различные загрязнители поступают в почву, грунтовые воды и водные объекты при аварийных разливах нефти при испытании скважин, разрывах различных нефтепродуктопроводов, что негативно сказывается на растительные и животные ресурсы. Наши многолетние исследования и исследования других ученых показывают, что поллютанты десятилетиями поступая в водные объекты, накапливаются в донных отложениях, угнетая состояние донной экосистемы – биотического (бентического) сообщества. Исследование состояния внутриболотных озер в труднодоступных территориях и в территориях с полувековым прессом окружающей среды со стороны нефтегазового комплекса представляют большой интерес [8, 9, 11, 13, 15, 16, 24-32, 34, 42].

### **Материалы и методы исследования**

В ходе исследования, в течении осеннего периода – сентябрь-октябрь 2021 г., была проведена оценка загрязнения 5 водных объектов на территории нефтегазового месторождения Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Все водные объекты представляли собой внутриболотные озера, находящиеся в труднодоступных местах на территории нефтегазового месторождения, эксплуатирующегося несколько десятков лет. Степень техногенной нагрузки на компоненты окружающей среды в пределах территории исследования достаточно высокая. На рассматриваемой территории находится большое количество действующих, строящихся и законсервированных площадных объектов и коммуникаций. Ортофотопланы водных объектов с их площадью и точками отбора проб поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы представлены на рисунках 1-5.





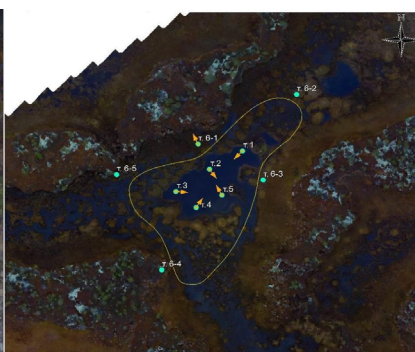
**Рис. 1.** Картограмма водного объекта № 1 с точками отбора проб поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы (площадь 0,24 га)



**Рис. 2.** Картограмма водного объекта № 2 с точками отбора проб поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы (площадь 0,1 га)



**Рис. 3.** Картограмма водного объекта № 3 с точками отбора проб поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы (площадь 0,2 га)



**Рис. 4.** Картограмма водного объекта № 4 с точками отбора проб поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы (площадь 0,36 га)

Для оценки качества водных объектов были отобраны по 5 проб поверхностных вод, донных отложений и почвы прибрежной территории исследуемых озер, расположенных на территории нефтегазового месторождения. На основании химического анализа проб, была рассчитана интегральная оценка качества поверхностных вод, оценено качество прибрежной полосы и угнетенность донной экосистемы.



**Рис. 5.** Картограмма водного объекта № 5 с точками отбора проб поверхностных вод, донных отложений и почв прибрежной полосы (площадь 0,144 га)

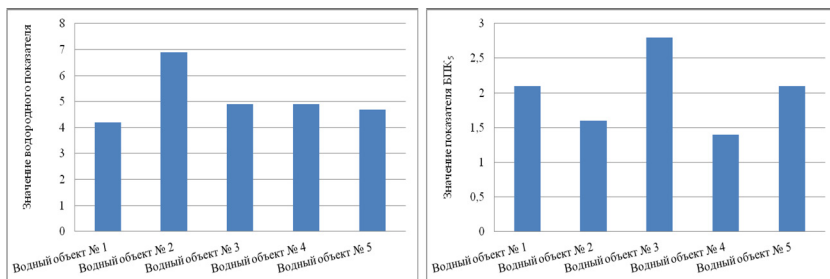
Отбор проб и химический анализ проводили в соответствии с утвержденными методиками ГОСТ.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Результаты исследования водородного показателя поверхностных вод в исследованных водных объектах показывают на их кислую среду (рис. 6). Водородный показатель имеет нейтральную среду только в водном объекте №2.

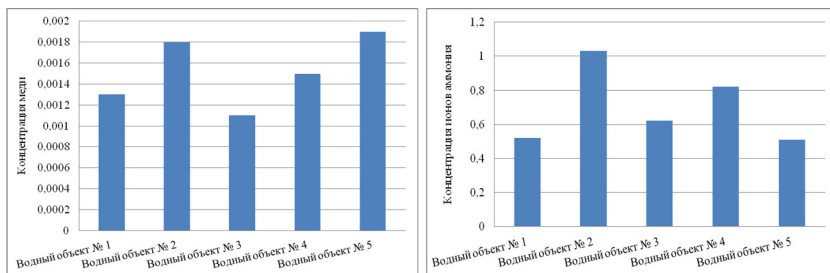
Величина pH природных вод определяется в некоторой степени геологией водосборного бассейна. Поверхностные воды лесной зоны Нижневартовского района характеризуются слабокислой реакцией среды, что обуславливается присутствием гумусовых кислот.

В поверхностных водах величина БПК<sub>5</sub> подвержена сезонным и суточным изменениям, которые, в основном, зависят от изменения температуры и от физиологической и биохимической активности микроорганизмов. Усредненные результаты исследования БПК<sub>5</sub> в водных объектах находятся на уровне нормативов ПДК, кроме водного объекта № 3, где наблюдается превышение показателя БПК<sub>5</sub> в 1,4 ПДК (рис. 6).



**Рис. 6.** Усредненные значения водородного показателя pH (ед. pH) и БПК<sub>5</sub> (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) поверхностных вод

Результаты исследования концентрации меди в поверхностных водах, исследованных водных объектов, в большинстве проб показывают превышение значения ПДК (рис. 7). Превышение нормативов ПДК по меди в пределах 1,2-1,9 ПДК выявлено в водных объектах №№ 1, 3, 4. Превышение нормативов ПДК в пределах 2,5-3,0 ПДК выявлено в водных объектах № 2 и № 5.

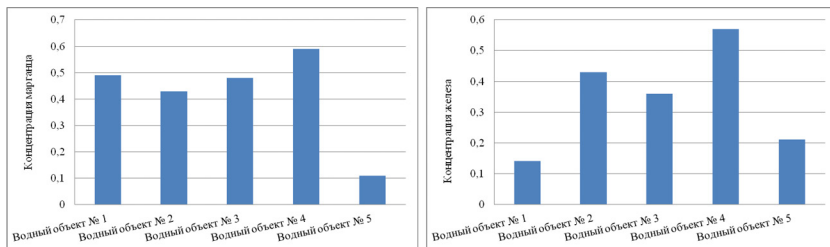


**Рис. 7.** Усредненные значения меди и ионов аммония в поверхностных водах, мг/дм<sup>3</sup>

Основной путь поступления ионов аммония в природные воды – растворение аммиака, образующегося при разложении азотсодержащих органических веществ. Результаты исследований показывают, что во всех исследованных водных объектах выявлено превышение концентрации ионов аммония в поверхностных водах (рис. 7). Превышение нормативов ПДК по ионам аммония в пределах 1,0-1,6 ПДК выявлено в водных объектах №№ 1, 3, 4, 5, а в пределах 2,4 ПДК – в водном объекте № 2.

Во всех исследованных нами водных объектах концентрация марганца превышает нормативы ПДК (рис. 8). Причиной высоких концентраций

железа в природных водах ХМАО-Югры является повсеместная заболоченность водосборных бассейнов.

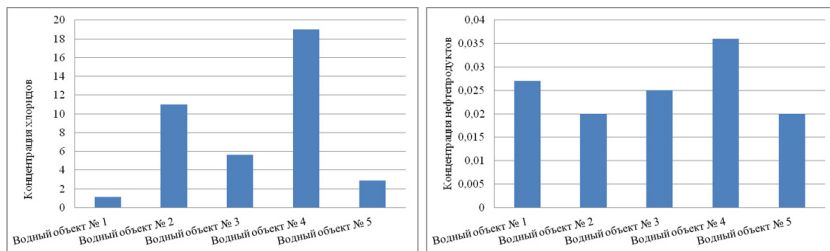


**Рис. 8.** Средние значения марганца и железа в поверхностных водах северной части Нижневартовского района, мг/дм<sup>3</sup>

Наименьшие превышения нормативов ПДК по марганцу в поверхностных водах выявлены в водном объекте № 5 – 1,1 ПДК. В остальных исследованных нами водных объектах превышение концентрации марганца наблюдается в пределах 4,3-4,9 ПДК. Исключение составляет водный объект № 4, где выявлено превышение нормативов ПДК в 5,9 ПДК.

Результаты наших исследований показывают повышенное содержание железа в поверхностных водах (рис. 8). В исследованных водных объектах № 1 и № 5 выявлены превышения нормативов ПДК по железу в поверхностных водах в пределах 1,1-2,1 ПДК. В остальных водных объектах выявлены превышения нормативов ПДК от 3,6 до 6 раз.

Результаты исследования концентрации хлоридов в поверхностных водах исследованных водных объектов показывает на их незначительное содержание, хотя разброс значений по водным объектам достаточно большой (рис. 9). Концентрация хлоридов в десятки и сотни раз ниже нормативов ПДК.



**Рис. 9.** Средние значения хлоридов и нефтепродуктов в поверхностных водах северной части Нижневартовского района, мг/дм<sup>3</sup>

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды, донные отложения и почвы Нижневаровского района. В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, pH, ухудшается газообмен с атмосферой, нарушаются процессы самоочищения водоема. В исследованных водных объектах концентрация нефтепродуктов в поверхностных водах не превышала ПДК, равная  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  для водоемов рыбохозяйственного значения.

Фосфор является важнейшим биогенным элементом и избыточное его содержание в водных объектах может развивать их продуктивность, что может привести к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы водного объекта. Результаты исследования концентрации фосфатов в водных объектах показывает, что в 3 исследованных водных объектах из 5, его концентрация менее  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ . В водных объектах №№ 2, 5 наблюдается превышение нормативов ПДК на 3,1 ПДК, 2,8 ПДК, соответственно.

Половина от общего количества свинца поступает в окружающую среду в результате сжигания этилированного бензина. В водных системах свинец в основном связан адсорбционно со взвешенными частицами или находится в виде растворимых комплексов с гуминовыми кислотами. В незагрязненных поверхностных водах суши содержание свинца обычно не превышает  $0,003 \text{ мг/дм}^3$ . Результаты наших исследований выявили превышение в пробах водном объекте № 3 концентрации свинца в 1,2 ПДК.

Исследование концентрации ртути в поверхностных водах показало, что значения ртути в большинстве водных объектов не превышают норматив ПДК –  $0,001 \text{ мг/дм}^3$ . В водном объекте № 3 наблюдается превышение концентрации ртути в поверхностных водах в пределах 1,1 ПДК. Биотестирование поверхностных вод исследованных водных объектов показало на их токсичность.

Результаты исследования водородного показателя (pH) водной вытяжки донных отложений водных объектов указывают в основном на слабокислую среду. Концентрация ртути, меди, хрома, свинца, марганца, цинка, никеля во всех исследованных пробах донных отложений водных объектов не превышает нормативов ПДК<sub>почв</sub>. Содержание сульфатов в донных отложениях на уровне ПДК<sub>почв</sub>, но в некоторых пробах донных отложений водных объектов №№ 2, 4 наблюдается превышение показателя ПДК<sub>почв</sub> от 1,01 до 1,3 раза. Результаты исследования на основе биотестирования проб донных отложений исследованных водных объектов показывают на отсутствие токсичности, кроме некоторых проб донных отложений водного объекта № 4, где выявлена токсичность донных отложений.

На рисунках 10-14 представлены картосхемы распределения нефтепродуктов в донных отложениях исследуемых водных объектов.

Содержание нефтепродуктов в исследуемых водных объектах превышает допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории ХМАО-Югры в диапазоне 10-348 раз, а средняя концентрация нефтепродуктов в донных отложениях составляет в пределах 386,8-5131,2 мг/кг исследованных водных объектов.

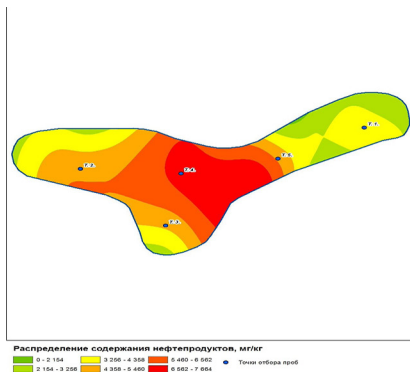


Рис. 10. Картосхема распределения нефтепродуктов в донных отложениях водного объекта № 1, мг/кг

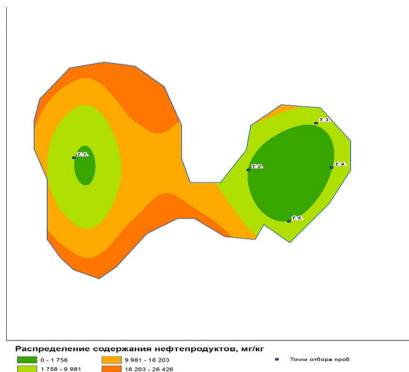


Рис. 11. Картосхема распределения нефтепродуктов в донных отложениях водного объекта № 2, мг/кг

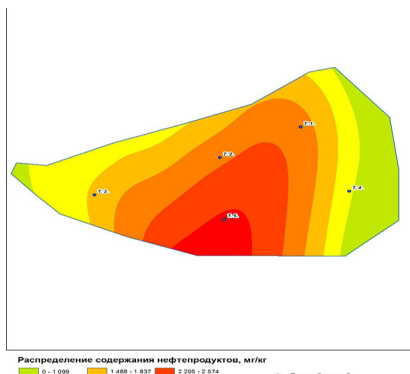


Рис. 12. Картосхема распределения нефтепродуктов в донных отложениях водного объекта № 3, мг/кг

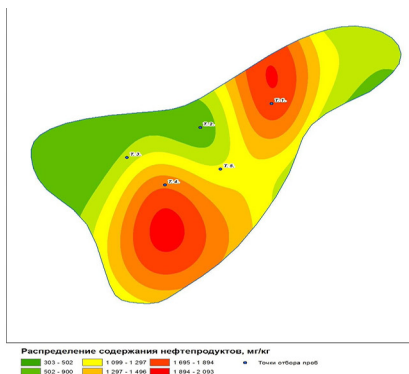
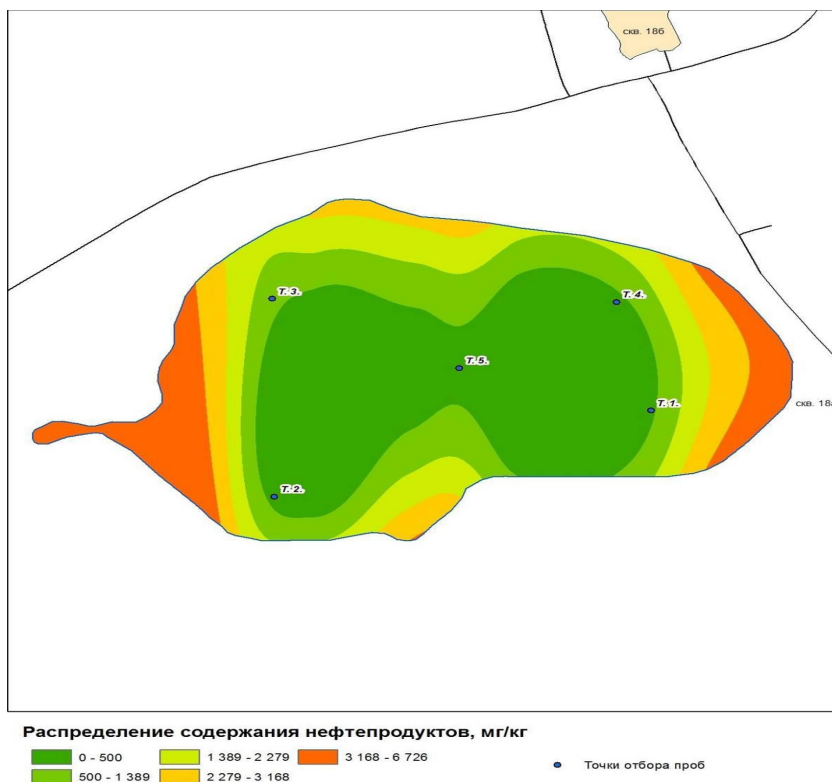


Рис. 13. Картосхема распределения нефтепродуктов в донных отложениях водного объекта № 4, мг/кг



**Рис. 14.** Картограмма распределения нефтепродуктов в донных отложениях водного объекта № 5, мг/кг

Превышения нормативного содержания каких-либо загрязнителей в почвах береговой линии не выявлено. Результаты биотестирования показывают, что пробы почвенных образцов являются не токсичными.

На основе значений водородного показателя pH почвы береговой линии исследованных водных объектов можно разделить на 3 группы:

- очень кислые почвы – водные объекты №№ 1, 2, 4;
- сильнокислые почвы – водные объекты № 3;
- кислые почвы – водные объекты №№ 5.

Расчет интегральной оценки качества вод показывает, что исследуемые водные объекты относятся к умеренно загрязненным, загрязненным, очень грязным и чрезвычайно грязным (таблица 1).



Таблица 1.

**Интегральная оценки качества поверхностных вод исследуемой территории**

Номер водного объекта	ИЗВ	Индекс загрязненности вод
2	18,3	Чрезвычайно грязные
3	6,2	Очень грязные
4	3,1	Загрязненные
5	1,9	Умеренно загрязненные
1	1,84	Умеренно загрязненные

Характеристика состояния донной экосистемы – биотического (бентического) сообщества, представлена на основе регионального норматива ХМАО-Югры (таблица 2).

Таблица 2.

**Ранжирование водных объектов в зависимости от степени загрязненности нефтепродуктами донных отложений**

Номер В.О.	Средняя величина загрязнения нефтью мг/дм <sup>3</sup> (по убыванию)	Характеристика состояния донной экосистемы – биотического (бентического) сообщества
1	5131,2	Резкое угнетение донной экосистемы
2	1890	Резкое угнетение донной экосистемы
3	1882	Резкое угнетение донной экосистемы
4	1273,2	Резкое угнетение донной экосистемы
5	386,8	Область нарастающего угнетения донной экосистемы

Концентрация нефтепродуктов в донных отложениях исследованных водных объектах высокая. Во всех исследованных водных объектах наблюдается резкое угнетение донной экосистемы, кроме водного объекта № 5, где результаты исследования показали область нарастающего угнетения донной экосистемы.

Общие результаты наших исследований подтверждают результаты исследований ученых, проводящих исследования по оценке антропогенного воздействия на водные экосистемы Среднего Приобья. В настоящее время, пресс со стороны нефтегазового комплекса на экосистемы, ежегодно только усиливается, в связи с увеличением нефтедобычи. Состояние водной экосистемы,



донных отложений, в частности, является маркером антропогенного воздействия на окружающую среду. Исследование водной экосистемы и донных отложений способствует изучению процессов их самоочищения и стрессоустойчивости к определенным поллютантам, выявлению их угнетения на ранних стадиях и проведению рекультивационных мероприятий по их очистке.

### **Заключение**

Воздействия нефтегазодобывающей промышленности на окружающую среду всегда негативно накладываются на природные циклические процессы и экологические системы, в результате чего формируется ответный механизм экосистем с их многочисленными альтернативными сценариями восстановления.

Анализ экологической обстановки внутриболотных озер показывает на достаточно негативное антропогенное воздействие на них. Достаточно большое количество поступающих поллютантов в озера превращают их от умеренно до чрезвычайно загрязненных, что резко угнетает донную экосистему – биотическое (бентическое) сообщество. Исследования показали, что превышение в несколько сотен раз предельно допустимых концентраций поллютантов в донных отложениях, и их воздействие на донные экосистемы достаточно длительный период во времени, не привели к их полной деградации. Изучение в дальнейшем механизмов самоочищения, самовосстановления и стрессоустойчивости водных и донных экосистем Среднего Приобья представляет большой интерес как фундаментальном, так прикладном аспекте. Следует отметить, что концентрация химических веществ и их динамика во времени, могут зависеть от множества факторов, от климатических особенностей территории, до протекающих в водных экологических системах процессах самоочищения.

### **Список литературы**

1. Александрова В.В. Анализ корреляционной зависимости выживаемости и плодовитости тест-объекта *Ceriodaphnia affinis* с химическим составом воды // Вестник Нижневартского государственного университета. 2013. № 3. С. 60-63.
2. Александрова В.В., Иванов В.Б., Иванов Н.А., Марач В.С. Оценка качества воды озер нижневартского района по критерию выживаемости *Daphnia Magna* // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 1-2. С. 36-41.
3. Александрова В.В., Иванов Н.А., Марач В.С., Иванов В.Б. Оценка токсичности вод озер Нижневартского района // В мире научных открытий. 2017. Т. 9. № 2-2. С. 53-57.

4. Александрова В.В., Левкова А.Н. Анализ и прогноз миграции антропогенных примесей в пробах донных отложений методом скользящей средней // В мире научных открытий. 2018. Т. 10, № 1-2. С. 12-18.
5. Александрова В.В. Определение качества природных вод методом биотестирования в полевых условиях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3-3. С. 897-899.
6. Александрова В.В., Логинов Д.Н., Войтова В.А. Корреляционный анализ миграции антропогенных примесей в донных отложениях методом химического анализа // В мире научных открытий. 2017. Т. 9, № 4-2. С. 186-192.
7. Александрова В.В., Иванов В.Б., Войтова В.А. Анализ корреляционной зависимости результатов токсикологических экспериментов от уровня pH воды // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2020. Т. 12. № 1. С. 71–78. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-71-78>
8. Александрова В.В., Левкова А.Н., Иванова А.В. Анализ и прогноз миграции химических веществ в поверхностных водах и донных отложениях малых рек // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 2-2. С. 12-20.
9. Александрова В.В., Иванов В.Б. Экотоксикологический анализ поверхностных вод Нижневартовского района // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы (VII Любимцевские чтения): Материалы международных научных чтений (г. Тольятти, 06–09 апреля 2020 года) / Под редакцией Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Тольятти: Изд-во Анна, 2020. С. 48-51.
10. Иванов В.Б., Федоренко Л.З., Иванова Л.Г. Оценка сезонной динамики качества поверхностных вод по критерию плодовитости *Ceriodaphnia affinis* // В мире научных открытий. 2018. Т. 10. № 1-2. С. 38-45.
11. Иванов В.Б., Долгих А.Ю. Оценка экологического состояния водного объекта // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 3-2. С. 21-28.
12. Карагачева Т.В., Иванов В.Б. Протеазная активность микроорганизмов в почвах, загрязненных подтоварными водами // Информационные технологии в экологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России (г. Нижневартовск, 23 ноября 2017 года). Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2018. С. 41-43.
13. Левкова А.Н., Иванов В.Б. Эколого-химический анализ состояния донных отложений малых рек Нижневартовского района в зоне воздействия нефтедобывающей промышленности // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного

- университета: Сборник статей (г. Нижневартовск, 04–05 апреля 2017 года). Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2017. С. 355-360.
14. Мавлетова-Чистякова М.В., Щербаков А.В., Иванов В.Б., Юмагулова Э.Р., Усманов И.Ю. Пульсирующая мозаичность параметров почв Южного Зауралья // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 124-133.
  15. Сторчак Т.В., Диденко И.Н., Иванов В.Б. Самоочищение малых рек Среднего Приобья в сезонной динамике на территории нефтедобычи // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы (VII Любимцевские чтения): Материалы международных научных чтений (г. Тольятти, 06–09 апреля 2020 года) / Под редакцией Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Тольятти: Изд-во Анна, 2020. С. 181-185.
  16. Толкачева В.В. Анализ токсичности природных вод методом биотестирования (на примере Нижневартовского района): Дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2004. 137 с.
  17. Толкачева В.В. Анализ токсичности природных вод методом биотестирования (на примере Нижневартовского района): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2004. 22 с.
  18. Толкачева В.В. Оценка загрязненности озера Самотлор // Успехи современного естествознания. 2004. № 10. С. 81-82.
  19. Усманов И.Ю., Юмагулова Э.Р., Александрова В.В., Гончар И.Г., Щербаков А.В., Иванов В.Б. Комплексы флавоноидов *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench олиготрофных болот Средней Оби // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2019. № 2. С. 59-71.
  20. Agnieszka Baran, Monika Mierzwa-Hersztek, Krzysztof Gonddek, Marek Tarnawski, Magdalena Szara, Olga Gorczyca & Tomasz Koniarz The influence of the quantity and quality of sediment organic matter on the potential mobility and toxicity of trace elements in bottom sedimen. // Environmental Geochemistry and Health, 2019, vol. 41, p.p. 2893–2910.
  21. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Vojtova V.A. Analysis of the correlation between the results of toxicological experiments and the pH level of water // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 71–78. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-71-78>
  22. Volkov I.M., Ryakhin M.S., Belousov S.N., Aleksandrova V.V., Ivanov V.B. Ensuring environmental safety of project solution within a license holder's block through the best available technologies // Neftyanoe Khozyaystvo - Oil Industry, 2018, (2), pp. 109–112. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2018-2-109-112>

23. Barlas N., Akbulut N., Aydogan, M. Assessment of Heavy Metal ResIdues In the Sedlment and Water Samples of Uluabat Lake, Turkey // *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2005, vol. 74, pp. 286-293. <https://doi.org/10.1007/s00128-004-0582-y>
24. Ivanov V.B., Alexandrova V.V., Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Yumagulova E.R, Ivanov N.A., Chibrikov O.V. Comparative Evaluation of Migrating Anthropogenic Impurities in Ecosystems of the Middle Ob Region through Bioindication and Chemical Analysis // *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 2, pp. 47-50. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00018.5>
25. Ivanov V.B., Scherbakov A.V. Assessment of the level of stress on plants of Western Siberian raised bogs by the method of fractal analysis // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 224-237. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-4-224-237>.
26. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V. Enzymes of flavonoid biosynthesis as a reason for the polyvariant nature of their accumulation // *Modern Phytomorphology*, 2021, no. 15, pp. 47-52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5801114>
27. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Conhar I.G., Ivanova A.V., Usmanov I.Yu. Using the principles of fractal analysis for description of plant flavonids metabolism // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2019, vol. 10. no. 2, pp. 456-464.
28. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Usmanov I.Yu. Bifurcations and neutrality in the biosynthesis of plant flavonoids // *Modern Phytomorphology*, 2021, no. 15, pp. 39-42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5078363>
29. Lifshits S., Glyaznetsova Y., Erofeevskaya L., Chalaya O., Zueva I. Effect of oil pollution on the ecological condition of soils and bottom sediments of the arctic region (Yakutia) // *Environmental Pollution*, 2021, vol. 288, P. 117680. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117680>.
30. Martins C.C., Bicego M.C., Tanigushi S., Montone R.C. Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica // *Antarctic Science*, 2004, no. 16 (2), pp. 117-122. <https://doi.org/10.1017/S0954102004001932>
31. Macdonald D.D., Ingersoll C.G., Berger T.A. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems // *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2000, vol. 39, pp. 20-31. <https://doi.org/10.1007/s002440010075>
32. Pandey J., Singh R. Heavy metals in sediments of Ganga River: up- and downstream urban influences // *Applied Water Science*, 2015, no. 7 (4), pp. 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0334-7>.

33. Peter M. Linnik, Irina B. Zubenko Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavymetal compounds // *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2002, no. 5 (1), pp. 11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1770.2000.00094.x>
34. Serap Pulatsü Review of 15 Years of Research on Sediment Heavy Metal Contents and Sediment Nutrient Release in Inland Aquatic Ecosystems, Turkey // *Journal of Water Resource and Protection*, 2015, vol. 7, no. 2, pp. 85-100. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2015.72007>
35. Usmanov I.Y., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Schaichmetova R.I., Scherbakov A.V., Mavletova-Chistuakova M.V. Physiological Barriers for Adventitious Species Invasion in Oligotroph Ecosystems of the Middle Ob Area // *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2017, vol. 30, no. 4, pp. 81-85. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2017.00195.1>
36. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ovechkina E.S., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Shcherbakov A.B. Fractal Analysis of Morpho-Physiological Parameters of *Oxycoccus Polustris* Pers in oligotrophic Swamps of Western Siberia // *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 1, pp. 1-3. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00002.1>
37. Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V. Fractal Nature of Multidimensional Ecological Niche: Real Habitats in South Trans-Urals / S.G. Maximova, R.I. Raikin, M.M. Silantyeva, & A.A. Chibilyov (Eds.) // *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems*. Cham, Switzerland: Springer, 2021.
38. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Ivanov S.P., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Gonchar I.G. Fractal analysis of Flavonoids in complex chemical compositions in extracts of *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench (Ericaceae) in Oligotrophic swamps of Western Siberia // *Modern Phytomorphology*, 2019, no. 13, pp. 35-40.
39. Usmanov I.Yu., Shcherbakov A.V., Ivanov V., Ivanov S., Gonchar I. Use of fractal analysis principles when describing flavonoids variety of the south Trans-Urals plants // *Modern Phytomorphology*, 2020, no. 14, pp. 13-19.
40. Usmanov I.Yu., Ivanov V.B., Abdrakhimova G.S., Shcherbakov A.V., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V. Fractal analysis of flavonoids in composition hplc-fingerprint extracts of *Oxycoccus Palustris* Pers. (Ericaceae) in oligotrophic samps of Western Siberia // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2019. vol. 10, no. 2. pp. 369-376.
41. Usmanov I.Yu., Ivanov V., Shcherbakov A. System for ecological regulation of the biosynthesis of flavonoids as a strange attractor // *Modern Phytomorphology*, 2020, no. 14, pp. 77-84. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5078066>

42. Froehner S., Zeni J., Cardoso da Luz E., Maceno M. Characterization of Granulometric and Chemical Composition of Sediments of Barigui River Samples and their Capacity to Retain Polycyclic Aromatic Hydrocarbons // *Water Air Soil Pollution*, 2009, vol. 203, pp. 381-389. <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0020-1>
43. Håkanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach // *Water Research*, 1980, no. 14 (8), pp. 975-1001. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8)
44. Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V., Usmanov I.Y. The Equifinal Achievement of the Total Antioxidant Activity of Flavonoids by Plants in Various Habitats. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 670(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/670/1/012018>
45. Shcherbakov A.V., Aleksandrova V.V., Egorova V.I., Ivanov V.B. A program for assessing the level of stress load on plants of raised bogs in Western Siberia by the Method of Fractal analysis // *Modern Phytomorphology*, 2021, no. 15, pp. 86-91. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5801205>

### References

1. Aleksandrova V.V. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhnevartovsk State University], 2013, no. 3, pp. 60-63.
2. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Marach V.S. *V mire nauchnyh otkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2017, vol. 9, no. 1-2, pp. 36–41.
3. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Marach V.S. *V mire nauchnyh otkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2017, vol. 9, no. 2-2, pp. 53–57.
4. Aleksandrova V.V., Levkova A.N. *V mire nauchnyh otkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2018, vol. 10, no. 1-2, pp. 12-18.
5. Александрова В.В. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences ], 2013, vol. 15, no. 3-3, pp. 897-899.
6. Aleksandrova V.V., Loginov D.N., Vojtova V.A. *V mire nauchnyh otkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2017, vol. 9, no. 4-2, pp. 186-192.
7. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Vojtova V.A. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 71–78. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-71-78>
8. Aleksandrova V.V., Levkova A.N., Ivanova A.V. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2019, vol. 11, no. 2-2, pp. 12-20.
9. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B. Teoreticheskie problemy ekologii i evolyucii. Kachestvo vody i vodnye bioresursy (VII Lyubishchevskie chteniya): Materialy mezhdunarodnyh nauchnyh chtenij [Theoretical problems of ecology and evo-

- lution. Water Quality and Aquatic Bioresources (VII Lyubishchev Readings): Proceedings of International Scientific Readings]. Tol'yatti: Izd-vo Anna, 2020, pp. 48-51.
10. Ivanov V.B., Fedorenko L.Z., Ivanova L.G. *V mire nauchnyh otkrytij* [Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture], 2018, vol. 10, no. 1-2, pp. 38-45.
  11. Ivanov V.B., Dolgich A.Yu. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2019, vol. 11, no. 3-2, pp. 21-28.
  12. Karagacheva T.V., Ivanov V.B. *Informacionnye tekhnologii v ekologii: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj Godu ekologii v Rossii* [Information technologies in ecology: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the Year of Ecology in Russia]. Nizhneartovsk: Izd-vo NVGU, 2017, pp. 41-43.
  13. Levkova A.N., Ivanov V.B. *XIX Vserossijskaya studentcheskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [XIX All-Russian Student Scientific and Practical Conference of Nizhneartovsk State University]. Nizhneartovsk: Izd-vo NVGU, 2017, pp. 355-360.
  14. Mavletova-Chistyakova M.V., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Yumagulova E.R., Usmanov I.Yu. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State University], 2017, no. 4, pp. 124-133.
  15. Storchak T.V., Didenko I.N., Ivanov V.B. *Teoreticheskie problemy ekologii i evolyucii. Kachestvo vody i vodnye bioresursy (VII Lyubishchevskie chteniya): Materialy mezhdunarodnyh nauchnyh chtenij* [Theoretical problems of ecology and evolution. Water Quality and Aquatic Bioresources (VII Lyubishchev Readings): Proceedings of International Scientific Readings]. Tol'yatti: Izd-vo Anna, 2020, pp. 181-185.
  16. Tolkacheva V.V. *Analiz toksichnosti prirodnyh vod metodom biotestirovaniya (na primere Nizhneartovskogo rajona)* [Analysis of the toxicity of natural waters by biotesting (on the example of the Nizhneartovsk region)]. PhD dissertation. Omsk, 2004, 137 p.
  17. Tolkacheva V.V. *Analiz toksichnosti prirodnyh vod metodom biotestirovaniya (na primere Nizhneartovskogo rajona)* [Analysis of the toxicity of natural waters by biotesting (on the example of the Nizhneartovsk region)]. Abstract of PhD dissertation. Omsk, 2004, 22 p.
  18. Tolkacheva V.V. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 2004, vol. 10. pp. 81-82.
  19. Усманов И.Ю., Юмагулова Э.Р., Александрова В.В., Гончар И.Г., Щербаков А.В., Иванов В.В. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhneartovsk State University], 2019, no. 2, pp. 59-71.



20. Agnieszka Baran, Monika Mierzwa-Hersztek, Krzysztof Gondek, Marek Tarnawski, Magdalena Szara, Olga Gorczyca & Tomasz Koniarz The influence of the quantity and quality of sediment organic matter on the potential mobility and toxicity of trace elements in bottom sediment. *Environmental Geochemistry and Health*, 2019, vol. 41, p.p. 2893–2910.
21. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Vojtova V.A. Analysis of the correlation between the results of toxicological experiments and the pH level of water. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2020, vol. 12, no. 1, pp. 71–78. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2020-12-1-71-78>
22. Volkov I.M., Ryakhin M.S., Belousov S.N., Aleksandrova V.V., Ivanov V.B. Ensuring environmental safety of project solution within a license holder's block through the best available technologies. *Neftyanoe Khozyaystvo* [Oil Industry], 2018, (2), pp. 109–112. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2018-2-109-112>
23. Barlas N., Akbulut N., Aydogan, M. Assessment of Heavy Metal ResIdues In the SedIment and Water Samples of Uluabat Lake, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2005, vol. 74, pp. 286-293. <https://doi.org/10.1007/s00128-004-0582-y>
24. Ivanov V.B., Alexandrova V.V., Usmanov I.Yu., Scherbakov A.V., Yumagulova E.R., Ivanov N.A., Chibrikov O.V. Comparative Evaluation of Migrating Anthropogenic Impurities in Ecosystems of the Middle Ob Region through Bioindication and Chemical Analysis. *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 2, pp. 47-50. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00018.5>
25. Ivanov V.B., Scherbakov A.V. Assessment of the level of stress on plants of Western Siberian raised bogs by the method of fractal analysis. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 224-237. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-4-224-237>.
26. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V. Enzymes of flavonoid biosynthesis as a reason for the polyvariant nature of their accumulation. *Modern Phytomorphology*, 2021, no. 15, pp. 47-52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5801114>
27. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Conhar I.G., Ivanova A.V., Usmanov I.Yu. Using the principles of fractal analysis for description of plant flavonoids metabolism. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 456-464.
28. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Usmanov I.Yu. Bifurcations and neutrality in the biosynthesis of plant flavonoids. *Modern Phytomorphology*, 2021, no. 15, pp. 39-42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5078363>
29. Lifshits S., Glyaznetsova Y., Erofeevskaya L., Chalaya O., Zueva I. Effect of oil pollution on the ecological condition of soils and bottom sediments of the arctic



- region (Yakutia). *Environmental Pollution*, 2021, vol. 288, 117680. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117680>.
30. Martins C.C., Bicego M.C., Tanigushi S., Montone R.C. Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Antarctic Science*, 2004, no. 16 (2), pp. 117-122. <https://doi.org/10.1017/S0954102004001932>
31. Macdonald D.D., Ingersoll C.G., Berger T.A. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2000, vol. 39, pp. 20-31, <https://doi.org/10.1007/s002440010075>
32. Pandey J., Singh R. *Applied Water Science*, 2015, no. 7 (4), pp. 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0334-7>.
33. Peter M. Linnik, Irina B. Zubenko *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2002, no. 5(1), pp. 11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1770.2000.00094.x>
34. Serap Pulatsü *Journal of Water Resource and Protection*, 2015, vol. 7, no. 2, pp. 85-100. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2015.72007>
35. Usmanov I.Y., Yumagulova E.R., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Schaichmetova R.I., Scherbakov A.V., Mavletova-Chistuakova M.V. Physiological Barriers for Adventitious Species Invasion in Oligotroph Ecosystems of the Middle Ob Area. *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2017, vol. 30, no. 4, pp. 81-85. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2017.00195.1>
36. Usmanov I. Yu., Yumagulova E.R., Ovechkina E.S., Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A., Shcherbakov A.B. Fractal Analysis of Morpho-Physiological Parameters of *Oxycoccus Polustris* Pers in oligotrophic Swamps of Western Siberia. *Vegetos: An International Journal of Plant Research*, 2016, vol. 29, no. 1, pp. 1-3. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2016.00002.1>
37. Usmanov I. Yu., Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V. Fractal Nature of Multidimensional Ecological Niche: Real Habitats in South Trans-Urals / S.G. Maximova, R.I. Raikin, M.M. Silantjeva, & A.A. Chibilyov (Eds.). *Advances in Natural, Human-Made, and Coupled Human-Natural Systems*. Cham, Switzerland: Springer, 2021.
38. Usmanov I. Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Ivanov S.P., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Gonchar I.G. Fractal analysis of Flavonoids in complex chemical compositions in extracts of *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench (Ericaceae) in Oligotrophic swamps of Western Siberia. *Modern Phytomorphology*, 2019, no. 13, pp. 35-40.
39. Usmanov I. Yu., Shcherbakov A.V., Ivanov V., Ivanov S., Gonchar I. Use of fractal analysis principles when describing flavonoids variety of the south Trans-Urals plants. *Modern Phytomorphology*, 2020, no. 14, pp. 13-19.

40. Usmanov I.Yu., Ivanov V.B., Abdrakhimova G.S., Shcherbakov A.V., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V. Fractal analysis of flavonoids in composition hplc-fingerprint extracts of *Oxycoccus Palustris* Pers. (Ericaceae) in oligotrophic samps of Western Siberia. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2019. vol. 10, no. 2. pp. 369-376.
41. Usmanov I.Yu., Ivanov V., Shcherbakov A. System for ecological regulation of the biosynthesis of flavonoids as a strange attractor. *Modern Phytomorphology*, 2020, no. 14, pp. 77-84. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5078066>
42. Froehner S., Zeni J., Cardoso da Luz E., Maceno M. *Water Air Soil Pollution*, 2009, vol. 203, pp. 381-389. <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0020-1>
43. Håkanson L. *Water Research*, 1980, no. 14 (8), pp. 975-1001. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8)
44. Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V., Usmanov I.Y. The Equifinal Achievement of the Total Antioxidant Activity of Flavonoids by Plants in Various Habitats. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 670(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/670/1/012018>
45. Shcherbakov A.V., Aleksandrova V.V., Egorova V.I., Ivanov V.B. A program for assessing the level of stress load on plants of raised bogs in Western Siberia by the Method of Fractal analysis. *Modern Phytomorphology*, 2021, no. 15, pp. 86-91. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5801205>

#### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Иванов Вячеслав Борисович**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры экологии  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный университет»  
ул. Ленина, 56, г. Нижегородск, 628605, Российская Федерация  
[karatazh@mail.ru](mailto:karatazh@mail.ru)

**Комиссарова Татьяна Сергеевна**, доктор педагогических наук, профессор кафедры естествознания и географии  
ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина»  
Петербургское шоссе, 10А, г. Пушкин, Санкт-Петербург, 196605, Российская Федерация  
[tsk42@mail.ru](mailto:tsk42@mail.ru)

**Щербаков Аркадий Владимирович**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

*Институт генетики и тканевой инженерии  
ул. Менделеева, 9, г. Уфа, 450022, Российская Федерация*

**Якубец Руслан Рустамович**, магистр кафедры экологии  
*ФГБОУ ВО «Нижневартовский государственный университет»  
ул. Ленина, 56, г. Нижневартовск, 628605, Российская Федерация*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Vyacheslav B. Ivanov**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor  
*Nizhnevartovsk State University  
56, Lenin Str., Nizhnevartovsk, 628605, Russian Federation  
karatazh@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6617-4634>  
Scopus Author ID: 56282339200  
ResearcherID: AAY-5511-2020*

**Tat'yana S. Komissarova**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor  
*Pushkin Leningrad State University  
10, Petersburgskoye shosse, Pushkin, St. Petersburg, 196605, Russian  
Federation  
tsk42@mail.ru*

**Arkadiy V. Shcherbakov**, Candidate of Biological Sciences, Leading Re-  
searcher of the Institute of Genetic and Tissue Engineering  
*Institute of Genetic and Tissue Engineering  
9, Mendeleeva Str., Ufa, 450022, Russian Federation*

**Ruslan R. Yakubec, masters**  
*Nizhnevartovsk State University  
56, Lenin Str., Nizhnevartovsk, 628605, Russian Federation*

Поступила 14.06.2022

После рецензирования 04.07.2022

Принята 13.07.2022

Received 14.06.2022

Revised 04.07.2022

Accepted 13.07.2022