

УДК 504.062

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОЗЕР НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Александрова В.В., Иванов В.Б.,
Жерносек С.А., Кинозеров А.Д.*

ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»,
г. Нижневартовск, Российская Федерация

Нефтегазовые месторождения негативно воздействуют на гидросферу, атмосферу и педосферу. Важное значение в оценке экологической ситуации в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа-Югры представляют концентрации химических веществ в поверхностных водах озер нефтегазовых месторождений. Концентрация химических веществ в озерах характеризуют ежегодные техногенные потоки загрязняющих веществ в районах нефтепромыслов за долгий промежуток времени. Хлоридное и нефтяное загрязнение поверхностных вод, характерное для нефтегазовых месторождений, негативно воздействуют на озерную экосистему.

Ключевые слова: озера; поверхностные воды; месторождения нефти и газа; хлориды; нефтепродукты; загрязнение

ASSESSMENT OF POLLUTION OF SURFACE WATER IN LAKES ON THE TERRITORY OF OIL AND GAS FIELD

*Aleksandrova V.V., Ivanov V.B.,
Zhernosek S.A., Kinozerov A.D.*

Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russian Federation

Oil and gas fields have a negative impact on the hydrosphere, atmosphere and pedosphere. Of great importance in assessing the environ-

mental situation in the Nizhnevartovsk region of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra are the concentrations of chemicals in the surface waters of lakes of oil and gas fields. The concentration of chemicals in lakes characterize the annual technogenic flows of pollutants in the areas of oil fields over a long period of time. Chloride and oil pollution of surface waters, typical for oil and gas fields, negatively affects the lake ecosystem.

Keywords: lakes; surface waters; oil and gas fields; chlorides; oil products; pollution

Введение

Нижневартовский район является одним из основных регионов Российской Федерации, где ведется разведка и добыча углеводородного сырья, что приводит к загрязнению почв, атмосферного воздуха, донных отложений, поверхностных и подземных вод. В больших количествах различные загрязнители поступают в атмосферу, почву, грунтовые воды и поверхностные водные объекты при аварийных разливах нефти, при испытании скважин, разрывах различных нефтепродуктопроводов, транспортировке подтоварной воды, временном хранении буровых отходов и шламов, что негативно сказывается на растительные и животные ресурсы. Загрязнение окружающей среды способствует стрессу и деградации флоры и фауны, с одной стороны, а с другой, накоплению ими адаптационного потенциала. Основные химические вещества, характерные для нефтегазовых месторождений, поступая в поверхностные воды рек и озер территории исследования, хорошо растворяются в воде, и образуют с ней систему взаиморастворимых жидкостей. Это стойкие, неразлагающиеся и несорбирующиеся вещества, обладающие высокой миграционной способностью. Для озер Нижневартовского района характерна низкая минерализация, повышенное значение марганца и железа, потребления кислорода и ионов аммония, вследствие особенностей территории исследования, и содержанием большого количества органических соединений в водных экосистемах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Материалы и методы исследования

Территория исследования находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Территория исследования почти полностью освоена, ведется интенсивная добыча нефти и геологоразведка. Для территории исследования характерна высокая степень техногенной нагрузки. В течение осеннего периода – сентябрь-октябрь 2022 г., была проведена оценка загрязнения химическими веществами поверхностных вод двух озер без названия на территории 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. В ходе исследования были отобраны по 5 проб поверхностных вод с исследуемых озер без названия и проведен анализ химических веществ в соответствии с утвержденными ГОСТ.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования водородного показателя (pH) поверхностных вод исследованных озер показывают на кислую и слабокислую среду (рис. 1). Наибольшие значения водородного показателя зафиксированы на озере без названия № 2 – 5,1-5,3 ед. pH, а наименьшие в озере без названия № 1 и № 2 – 4,6-4,7 ед. pH.

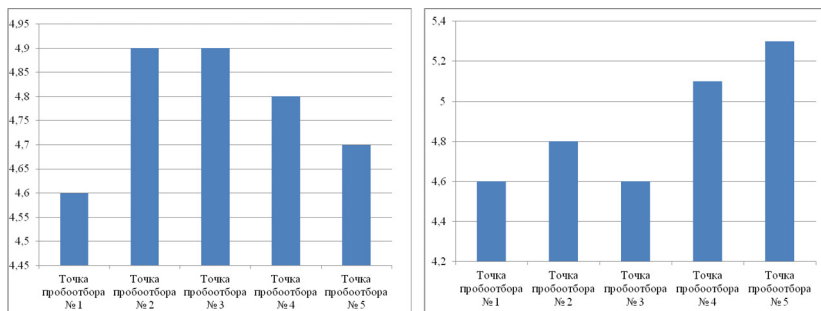


Рис. 1. Значения водородного показателя поверхностных вод озер без названия № 1 и № 2, ед. pH

Превышение концентрации ионов аммония зафиксировано для всех образцов проб поверхностных водах исследованных озер от 1,5 до 2,5 ПДК (рис. 2). Наибольшие концентрации ионов аммония наблюдаются в озере без названия № 2.

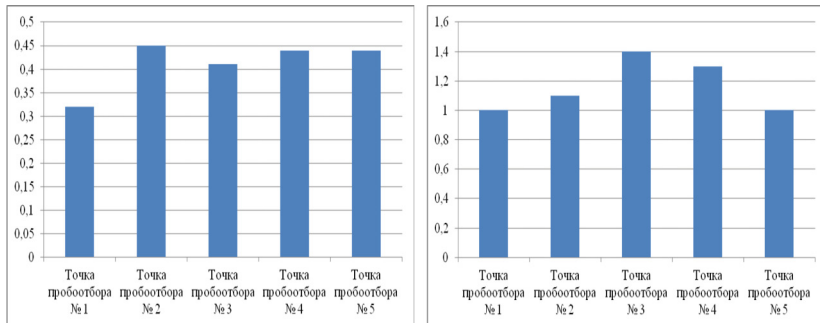


Рис. 2. Концентрация иона аммония в поверхностных водах озер без названия № 1 и № 2, мг/дм³

Исследования концентрации марганца в поверхностных водах исследованных озер (рис. 3) показало превышение концентрации ПДК от 2 до 6 раз. Наибольшая концентрация марганца наблюдается в озере без названия № 1.

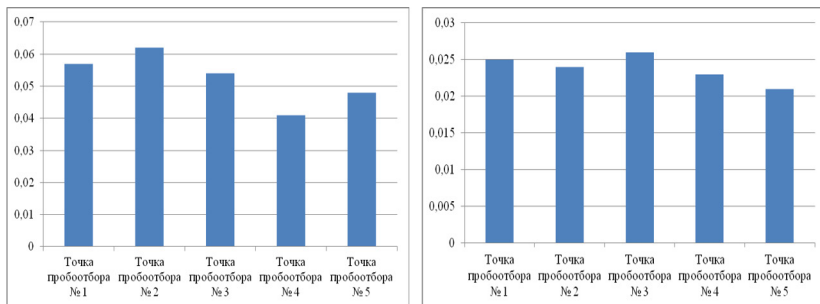


Рис. 3. Концентрация марганца в поверхностных водах озер без названия № 1 и № 2, мг/дм³

В поверхностных водах исследованных озер наблюдается превышение концентрации железа от 4 до 6 ПДК (рис. 4). Наибольшая концентрация железа наблюдается в озере без названия № 1.

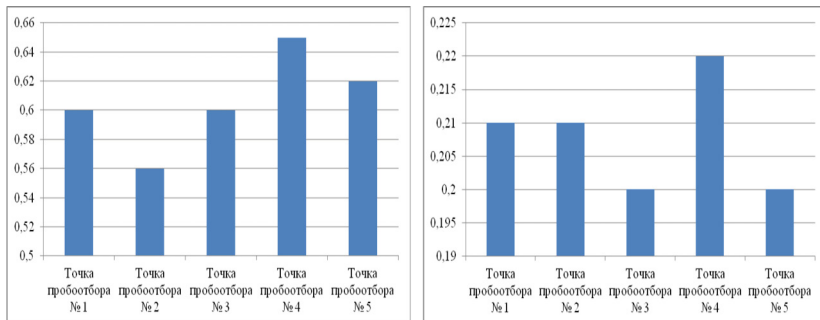


Рис. 4. Концентрация железа в поверхностных водах озер без названия № 1 и № 2, мг/дм³

Значения хлоридов в исследованных пробах поверхностных вод озер небольшие, по сравнению с ПДК (300 мг/дм³) (рис. 5), и колеблются от 3,5 мг/дм³ до 14 мг/дм³.

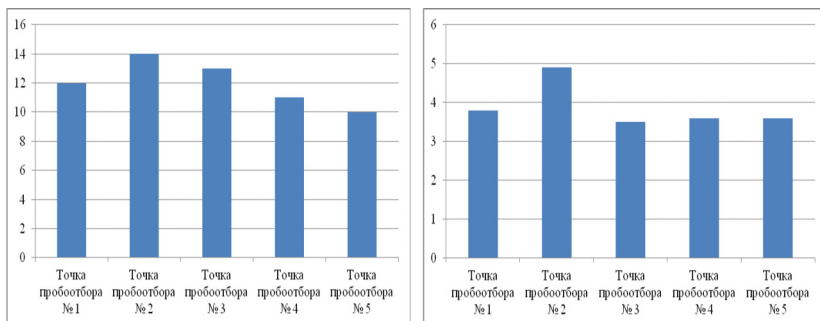


Рис. 5. Концентрация хлоридов в поверхностных водах озер без названия № 1 и № 2, мг/дм³

Превышение концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах, как основного загрязнителя нефтегазовых месторождений, в исследованных пробах не наблюдалось. Во всех пробах концентрация нефтепродуктов колебалась 0,3-0,8 ПДК.

Концентрации тяжелых металлов, фенола, нитратов, сульфатов, БПК_{полн.} АПАВ не превышают показателей ПДК

Биотестирование всех исследованных проб поверхностных вод обоих озер установило наличие токсичности.

Заключение

Результаты исследования концентрации химических веществ в поверхностных водах исследованных озер показывают превышения показателей ПДК по ионам аммония, марганцу и железу, а остальные показатели в норме, ниже уровня ПДК. Исследованные озера являются умеренно загрязненными.

Список литературы

1. 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.
2. Александрова В.В. Сезонные изменения фактической выживаемости и плодовитости *Daphnia magna* в лабораторной культуре // Вестник Нижневартковского государственного гуманитарного университета. 2009. № 4. С. 20-22.
3. 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.
4. 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. 186-191.
5. Александрова В.В., Иванов В.Б. Экотоксикологический анализ поверхностных вод Нижневартковского района // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы (VII Любимцевские чтения). Тольятти: Изд-во Анна, 2020. С. 48-51.
6. 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.
7. Александрова В.В., Иванов В.Б., Усманов И.Ю. Динамика химических веществ в водных экосистемах Среднего Приобья (регион Самотлорского нефтяного месторождения) // Современные проблемы

геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам X Всероссийской научно-технической конференции в 2-ух частях. Грозный: Изд-во ООО «Формат», 2020. С. 229-233.

8. 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.
9. Александрова В.В. Методика биотестирования с применением прибора полевого водного «Экспресс-биотестор» // Естественные и технические науки. 2009. № 3 (41). С. 305-307.
10. Александрова В.В. Биотестирование как современный метод оценки токсичности природных и сточных вод // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2015620564, 31.03.2015. Заявка № 2015620092 от 12.02.2015.
11. Александрова В.В., Иванов В.Б. Биологическое разнообразие организмов: зоология с основами экологии // Учебное пособие. Иваново: Изд-во ООО «Научный мир», 2017. 97 с.
12. Войтова В.А., Логинов Д.Н., Александрова В.В. Оценка миграции антропогенных примесей в пробах донных отложений методами биоиндикации и химического анализа (на примере Нижневартовского района) // Информационные технологии в экологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2018. С. 20-23.
13. Иванова А.В., Алагулов Д.А., Иванов В.Б. Оценка качества вод малых рек Нижневартовского района // International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences. 2021. № 1. С. 45-55.
14. Иванов В.Б., Усманов И.Ю. Гидрологический режим олиготрофных болот как фактор циклической сукцессии вечнозеленых растений // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы (VII Любищевские чтения). Тольятти: Изд-во Анна, 2020. С. 251-254.
15. Иванов В.Б., Александрова В.В., Цыганова В.И. Оценка накопления тяжелых металлов в растениях // Глобальные проблемы научной цивилизации, пути совершенствования. Материалы XV Меж-

- дународной научно-практической конференции. Часть I. Ставрополь: «Параграф», 2022. С. 423-429.
16. Иванов В.Б., Федоренко Л.З., Иванова Л.Г. Оценка сезонной динамики качества поверхностных вод по критерию плодovitости *Ceriodaphnia affinis* // В мире научных открытий. 2018. Т. 10. № 1-2. С. 38-45.
 17. 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.
 18. Иванов В.Б., Туманова Е.Н., Иванова Л.Г. Оценка воздействия нефти, бурового и нефтяного шламов на морфологические особенности растений // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы. Материалы VI международной научно-практической конференции. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2017. С. 26-29.
 19. Карагачева Т.В., Иванов В.Б. Протеазная активность микроорганизмов в почвах, загрязненных подтоварными водами // Информационные технологии в экологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2018. С. 41-43.
 20. 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. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2017. С. 355-360.
 21. 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.
 22. Толкачева В.В. Оценка загрязненности озера Самотлор // Успехи современного естествознания. 2004. № 10. С. 81-82.
 23. Толкачева В.В. Анализ токсичности природных вод методом биотестирования (на примере Нижневартовского района) / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Омск: ОмГПУ, 2004. 22 с.

24. Усманов И.Ю., Щербаков А.В., Иванов В.Б., Юмагулова Э.Р. Фрактальный анализ системы биосинтеза флавоноидов // В книге: IX Съезд общества физиологов растений России «Физиология растений - основа создания растений будущего». Тезисы докладов. Казань, 2019. С. 446.
25. 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.
26. 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 (2). pp. 456-464.
27. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V. Enzymes of flavonoid biosynthesis as a reason for the polyvariant nature of their accumulation // Modern Phytomorphology. 2021. Vol. 15. pp. 47-52.
28. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Usmanov I.Yu. Bifurcations and neutrality in the biosynthesis of plant flavonoids // Modern Phytomorphology. 2021. Vol. 15. pp. 39-42.
29. 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 (4). pp. 224-237.
30. 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. Vol. 13. pp. 35-40.
31. 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 (2). pp. 369-376.

32. Usmanov I.Yu., Ivanov V.B., Shcherbakov A.V. System for ecological regulation of the biosynthesis of flavonoids as a strange attractor // Modern Phytomorphology. 2020. T. 14. pp. 77-84.
33. Usmanov I.Yu., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanov S.P., Gonchar I.G. Use of fractal analysis principles when describing flavonoids variety of the south Trans-Urals plants // Modern Phytomorphology. 2020. Vol. 14. pp. 13-19.
34. Scherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanova A.V., Usmanov I.Yu. The Equifinal achievement of the total antioxidant activity of flavonoids by plants in various habitats // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. «International Scientific and Practical Forum on Natural Resources, the Environment, and Sustainability». 2021. pp. 012018.
35. 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. Vol. 15. pp. 86-91.

References

1. Aleksandrova V.V. Opredelenie kachestva prirodnih vod metodom biotestirovaniya v polevyh usloviyah // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2013. T. 15. № 3 (3). S. 897-899.
2. Aleksandrova V.V. Sezonnye izmeneniya fakticheskoj vyzhivaemosti i plodovitosti *Daphnia magna* v laboratornoj kul'ture // Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta. 2009. № 4. S. 20-22.
3. Aleksandrova V.V., Levkova A.N., Ivanov V.B. Analysis and forecasting of chemicals in surface waters and bottom sediments of small rivers // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Vol. 11 (2-2). pp. 12-20.
4. Aleksandrova V.V., Loginov D.N., Vojtova V.A. Correlation analysis of migration of anthropogenic pollutants in bottom sediments by the method of chemical analysis // In World of Scientific Discoveries. 2017. Vol. 9. (4-2). pp. 186-191.
5. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B. Jekotoksikologicheskij analiz povrchnostnyh vod Nizhnevartovskogo rajona // Teoreticheskie problemy

- jekologii i jevoljucii. Kachestvo vody i vodnye bioresursy (VII Ljubishhevskie chtenija). Tol'jatti: Izd-vo Anna, 2020. S. 48-51.
6. 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. (1). pp. 71-78.
 7. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B., Usmanov I.Ju. Dinamika himicheskikh veshhestv v vodnyh jekosistemah Srednego Priob'ja (region Samotlorskogo neftjanogo mestorozhdenija) // *Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geojekologii Severnogo Kavkaza*. Kollektivnaja monografiya po materialam X Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii v 2-uh chastjah. Groznyj: Izd-vo OOO «Format», 2020. S. 229-233.
 8. Aleksandrova V.V., Levkova A.N. Analysis and forecast of migration of anthropogenic pollutants in samples of bottom sediments by the method of moving average // *In World Scientific Discoveries*. 2018. Vol. 10 (1-2). pp. 12-18.
 9. Aleksandrova V.V. Metodika biotestirovanija s primeneniem pribora polevogo vodnogo «Jekspress-biotestor» // *Estestvennye i tehicheskie nauki*. 2009. № 3 (41). S. 305-307.
 10. Aleksandrova V.V. Biotestirovanie kak sovremennyj metod ocenki toksichnosti prirodnyh i stochnyh vod // *Svidetel'stvo o registracii bazy dannyh RU 2015620564*, 31.03.2015. Zajavka № 2015620092 ot 12.02.2015.
 11. Aleksandrova V.V., Ivanov V.B. Biologicheskoe raznoobrazie organizmov: zoologija s osnovami jekologii // *Uchebnoe posobie*. Ivanovo: Izd-vo OOO «Nauchnyj mir», 2017. 97 s.
 12. Vojtova V.A., Loginov D.N., Aleksandrova V.V. Ocenka migracii antropogennyh primesej v probah donnyh otlozhenij metodami bioindikacii i himicheskogo analiza (na primere Nizhnevartovskogo rajona) // *Informacionnye tehnologii v jekologii. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Nizhnevartovsk: Izd-vo NVGU, 2018. S. 20-23.
 13. Ivanova A.V., Alagulov D.A., Ivanov V.B. Ocenka kachestva vod mal'lyh rek Nizhnevartovskogo rajona // *International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences*. 2021. № 1. S. 45-55.

14. Ivanov V.B., Usmanov I.Ju. Gidrologicheskij rezhim oligotrofnyh bolot kak faktor ciklicheskoj suksessii vечноzelenyh rastenij // Teoreticheskie problemy jekologii i jevoljucii. Kachestvo vody i vodnye bioresursy (VII Ljubishhevskie chtenija). Tol'jatti: Izd-vo Anna, 2020. S. 251-254.
15. Ivanov V.B., Aleksandrova V.V., Cyganova V.I. Ocenka nakoplenija tjazhelyh metallov v rastenijah // Global'nye problemy nauchnoj civilizacii, puti sovershenstvovanija. Materialy XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Chast' I. Stavropol': «Paragraf», 2022. S. 423-429.
16. Ivanov V.B., Fedorenko L.Z., Ivanova L.G. Evaluation of the toxicity of soils in the area of sludge pits of the Nizhnevartovsk district // In World of Scientific Discoveries. Vol. 10 (1-2). pp. 38-45.
17. Ivanov V.B., Dolgich A. Yu. Assessment of the ecological state of a water body // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. 11 (3-2). pp. 21-28.
18. Ivanov V.B., Tumanova E.N., Ivanova L.G. Ocenka vozdejstvija nefti, burovogo i neftjanogo shlamov na morfologicheskie osobennosti rastenij // Kul'tura, nauka, obrazovanie: problemy i perspektivy. Materialy VI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Nizhnevartovsk: Izd-vo NVGU, 2017. S. 26-29.
19. Karagacheva T.V., Ivanov V.B. Proteaznaja aktivnost' mikroorganizmov v pochvah, zagryaznennyh podtovarnymi vodami // Informacionnye tehnologii v jekologii. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Nizhnevartovsk: Izd-vo NVGU, 2018. S. 41-43.
20. Levkova A.N., Ivanov V.B. Jekologo-himicheskij analiz sostojanija donnyh otlozhenij malyh rek Nizhnevartovskogo rajona v zone vozdejstvija nefte dobyvajushhej promyshlennosti // XIX Vserossijskaja studentcheskaja nauchno-prakticheskaja konferencija Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta. Nizhnevartovsk: Izd-vo NVGU, 2017. S. 355-360.
21. Mavletova-Chistyakova M.V., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Yumagulova E.R., Usmanov I. Yu. Pulsiruyushchaya mozaichnost parametrov pochv Yuzhnogo Zauralya [Pulsing Mosaic of Soils in the Southern Transural Region] // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2017. Vol. 4. pp. 124-133.

22. Tolkacheva V.V. Ocenka zagryaznennosti ozera Samotlor // *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*. 2004. № 10. S. 81-82.
23. Tolkacheva V.V. Analiz toksichnosti prirodnyh vod metodom biotestirovaniya (na primere Nizhnevartovskogo rajona) / *Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk*. Omsk: OmGPU, 2004. 22s.
24. Usmanov I.Yu., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Yumagulova E.R. Fractal analysis of the flavonoid biosynthesis system. Ying book: IHS «Rides of the Society of Plant Physiologists of Russia «Plant physiology is the basis for creating the plants of the future». Kazan: Kazan University Publishing House. 2019. pp. 446.
25. Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Aleksandrova V.V., Gonchar I.G., Scherbakov A.V., Ivanov V.B. Complexes of *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench flavonoids in oligotrophic bogs of the Middle Ob river // *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. 2019. Vol. 2. pp. 59-71.
26. 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 (2). pp. 456-464.
27. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V. Enzymes of flavonoid biosynthesis as a reason for the polyvariant nature of their accumulation // *Modern Phytomorphology*. 2021. Vol. 15. pp. 47-52.
28. Ivanov V.B., Shcherbakov A.V., Usmanov I.Yu. Bifurcations and neutrality in the biosynthesis of plant flavonoids // *Modern Phytomorphology*. 2021. Vol. 15. pp. 39-42.
29. 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 (4). pp. 224-237.
30. 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. Vol. 13. pp. 35-40.
31. 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 (2). pp. 369-376.
32. Usmanov I.Yu., Ivanov V., Shcherbakov A. System for ecological regulation of the biosynthesis of flavonoids as a strange attractor // Modern Phytomorphology. 2020. T. 14. pp. 77-84.
33. Usmanov I.Yu., Shcherbakov A.V., Ivanov V.B., Ivanov S.P., Gonchar I.G. Use of fractal analysis principles when describing flavonoids variety of the south Trans-Urals plants // Modern Phytomorphology. 2020. Vol. 14. pp. 13-19.
34. 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. "International Scientific and Practical Forum on Natural Resources, the Environment, and Sustainability". 2021. pp. 012018.
35. 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. Vol. 15. pp. 86-91.