

Валеев Т.К.<sup>1</sup>, Рахманин Ю.А.<sup>3</sup>, Сулейманов Р.А.<sup>1</sup>, Малышева А.Г.<sup>3</sup>, Бакиров А.Б.<sup>1,2</sup>, Рахматуллин Н.Р.<sup>1</sup>, Рахматуллина Л.Р.<sup>1</sup>, Даукаев Р.А.<sup>1</sup>, Бактыбаева З.Б.<sup>1</sup>

## Опыт эколого-гигиенической оценки загрязнения водных объектов на территориях размещения предприятий нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов

<sup>1</sup>ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 450008, Уфа;

<sup>3</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, 119121, Москва

**Введение.** На предприятиях нефтепереработки и нефтехимии образуются сточные воды, загрязнённые нефтью, деэмульгаторами, сероводородом, сульфидом аммония, фенолом, сульфатами, ароматическими углеводородами, щёлочью, жирными кислотами, различными растворёнными веществами и др. Стоки, попадая в поверхностные и подземные водоисточники, могут оказать неблагоприятное влияние на качество воды, санитарные условия жизни и водопользования населения. Учитывая это, особую значимость приобретают дальнейшее совершенствование научных подходов по обеспечению безопасности водных объектов, являющихся источниками питьевого и рекреационного пользования, оценка и предотвращение риска здоровью населения, причинённого водным фактором.

**Материал и методы.** Для оценки степени влияния предприятий отрасли на качественный состав водоисточников изучено санитарное состояние рек Белой и её притоков, а также подземных вод, залегающих в районе размещения нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Проведён анализ качества воды поверхностных и подземных водоисточников по данным лабораторных исследований ведомственных лабораторий; результатов научно-практических исследований и публикаций по изучаемой проблеме за 1999–2019 гг.

**Результаты.** Материалы данных наблюдений свидетельствуют, что сточные воды предприятий отрасли изменяют санитарное состояние поверхностных водоёмов: наблюдается уменьшение содержания азота аммония и показателей БПК<sub>5</sub> и значительное увеличение содержания нитратов, хлоридов, сульфатов, нефтепродуктов. Поверхностные водоисточники характеризуются неблагоприятными органолептическими показателями, высоким органическим загрязнением, наличием специфических соединений (нефтепродукты, ПАВ, альфа-метилстирол, бензол, толуол, изопропилбензол, сероводород) в концентрациях выше их гигиенических регламентов. Подземные воды, залегающие на территориях расположения основных промышленных комплексов, характеризуются высокой минерализацией, чрезвычайно высокой жёсткостью, высоким содержанием железа, нитратов, нефтепродуктов.

**Заключение.** Предприятия нефтепереработки и нефтехимии оказывают влияние на загрязнение поверхностных и подземных водоисточников. Качество воды обследованных водных объектов не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. К приоритетным показателям, характеризующим влияние предприятий отрасли на водные объекты, относятся: органолептические показатели, показатели органического загрязнения, показатели общесолевого состава воды, содержание специфических ингредиентов: нефтепродукты, бензол, толуол, изопропилбензол, альфа-метилстирол, ксилол, креозол, керосин, бензин, мазуты, этилен, пропилен, 3,4-бенз(а)пирен, фенолы (летучие), метилмеркаптан и др. Выполненные исследования позволили оценить уровень загрязнения водных объектов, расположенных в зоне размещения предприятий отрасли, и разработать мероприятия по снижению техногенного влияния на окружающую среду и здоровье населения.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** водные объекты; техногенное загрязнение; предприятия нефтеперерабатывающего и нефтехимического промышленных комплексов; территории; гигиеническая оценка; мероприятия.

**Для цитирования:** Валеев Т.К., Рахманин Ю.А., Сулейманов Р.А., Малышева А.Г., Бакиров А.Б., Рахматуллин Н.Р., Рахматуллина Л.Р., Даукаев Р.А., Бактыбаева З.Б. Опыт эколого-гигиенической оценки загрязнения водных объектов на территориях размещения предприятий нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов. Гигиена и санитария. 2020; 99 (9): 886–893. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-886-893>

**Для корреспонденции:** Валеев Тимур Камилевич, кандидат биол. наук, ст. науч. сотр. отдела медицинской экологии ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа. E-mail: valeevtk2011@mail.ru

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Валеев Т.К., Рахманин Ю.А., Сулейманов Р.А., Малышева А.Г.; сбор и обработка материала – Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р., Рахматуллина Л.Р., Даукаев Р.А.; статистическая обработка – Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б.; написание текста – Валеев Т.К.; редактирование – Рахманин Ю.А., Сулейманов Р.А., Малышева А.Г., Бакиров А.Б.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила 22.08.2020  
Принята к печати 18.09.2020  
Опубликована 20.10.2020

Timur K. Valeev<sup>1</sup>, Yury A. Rakhmanin<sup>3</sup>, Rafail A. Suleimanov<sup>1</sup>, Alla G. Malysheva<sup>3</sup>, Ahat B. Bakirov<sup>1,2</sup>, Nail R. Rakhmatullin<sup>1</sup>, Liliana.R. Rakhmatullina<sup>1</sup>, Rustem A. Daukaev<sup>1</sup>, Zulfa B. Baktybaeva<sup>1</sup>

## Experience on the environmental and hygienic assessment of water pollution in the territories referred to oil refining and petrochemical complexes

<sup>1</sup>Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation;

<sup>2</sup>Bashkir State Medical University, Ufa, 450008, Russian Federation;

<sup>3</sup>Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks, Moscow, 119121, Russian Federation

**Introduction.** Wastewater contaminated with oil, demulsifiers, hydrogen sulfide, ammonium sulfide, phenol, sulfates, aromatic hydrocarbons, alkali, fatty acids, various solutes, etc. is formed at oil refining and petrochemical enterprises. Runoff entering surface and underground water sources can harm water quality, sanitary conditions of life, and water use by the population. Taking this into account, further improvement of scientific approaches to ensure the safety of water bodies that are sources of drinking and recreational use, assessment, and prevention of public health risks caused by water factors is of particular importance.

**Material and methods.** To assess the degree of influence of industrial enterprises on the quality of water sources, we studied the sanitary condition of the Belaya River and its tributaries, as well as underground water lying in the area of oil refining and petrochemical industries. The analysis of the water quality of surface and underground water sources according to the data of laboratory studies of departmental laboratories; the results of scientific and practical research and publications on the studied problem for 1999–2019.

**Results.** Materials of observation data show that wastewater from industrial enterprises change the sanitary condition of surface reservoirs: there is a decrease in the content of ammonium nitrogen and biological oxygen consumption indices and a significant increase in the content of nitrates, chlorides, sulfates, and petroleum products. Surface water sources are characterized by unfavorable organoleptic characteristics, high organic pollution, and the presence of specific compounds (petroleum products, surfactants, alpha-methylstyrol, benzene, toluene, isopropylbenzene, and hydrogen sulfide) in concentrations higher than their hygiene regulations. Underground waters located on the territories of the main industrial complexes are characterized by high mineralization, extremely high hardness, high content of iron, nitrates, and petroleum products.

**Conclusion.** Refineries and petrochemicals affect the pollution of surface and underground water sources. The water quality of the surveyed water bodies does not meet sanitary and hygienic standards. The priority indices of the influence of the enterprises of branch on water bodies include organoleptic indices of organic pollution, indices of total salts composition of water, the content of specific ingredients: oil, benzene, toluene, isopropyl, alpha-methyl styrene, xylene, cresol, kerosene, gasoline, fuel oil, ethylene, propylene, 3,4-benzo(a)pyrene, phenols (volatile), methyl mercaptan, nonionic and anion-active surfactants, biological oxygen consumption indices and others. The research made it possible to assess the level of pollution of water bodies located in the zone of industrial enterprises and develop measures to reduce the man-made impact on the environment and public health.

**Key words:** water bodies; technogenic pollution; enterprises of oil refining and petrochemical industrial complexes; territories; hygienic assessment; measures.

**For citation:** Valeev T.K., Rakhmanin Yu.A., Suleimanov R.A., Malysheva A.G., Bakirov A.B., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Daukaev R.A., Baktybaeva Z.B. Experience on the environmental and hygienic assessment of water pollution in the territories referred to oil refining and petrochemical complexes. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (9): 886–893. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-886-893> (In Russ.)

**For correspondence:** Timur K. Valeev, MD, Ph.D. senior researcher of the Department of medical ecology of the Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, 450106, Russian Federation. E-mail: valeevtk2011@mail.ru

### Information about the authors:

Valeev T.K., <https://orcid.org/0000-0001-7801-2675>

Rakhmanin Yu.A., <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014>

Suleimanov R.A., <https://orcid.org/0000-0002-4134-5828>

Malysheva A.G., <https://orcid.org/0000-0003-3112-0980>

Bakirov A.B., <https://orcid.org/0000-0003-3510-2595>

Rakhmatullin N.R., <https://orcid.org/0000-0002-3091-8029>

Rakhmatullina L.R., <https://orcid.org/0000-0002-5587-2733>

Daukaev R.A., <https://orcid.org/0000-0002-0421-4802>

Baktybaeva Z.B., <https://orcid.org/0000-0003-1249-7328>

**Conflict of Interest.** The authors of the article have no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The study had no financial sponsorship

**Contribution:** the concept and design of the study – Valeev T.K., Rakhmanin Yu.A., Suleimanov R.A., Malysheva A.G.; collection, and processing of material – Valeev T.K., Suleimanov R.A., Rakhmatullin N.R., Rakhmatullina L.R., Daukaev R.A.; statistical processing – Valeev T.K., Baktybaeva Z.B.; writing the text – Valeev T.K.; editing – Rakhmanin Yu.A., Suleimanov R.A., Malysheva A.G., Bakirov A.B.; approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all authors.

Accepted: August 22, 2020

Received: September 18, 2020

Published: October 20, 2020

## Введение

Водные ресурсы являются одним из ключевых факторов экономической, продовольственной и энергетической безопасности любого государства. Качество потребляемой питьевой воды напрямую влияет на здоровье и продолжительность жизни людей<sup>1</sup>. По данным Водной стратегии, в Российской Федерации (РФ) зафиксировано около 6 тыс. участков техногенного загрязнения подземных вод, в основном на территории Приволжского, Сибирского и Центрального федеральных округов. Большинство участков загрязнения подземных вод с I-м классом опасности загрязняющих

веществ («чрезвычайно опасный») выявлено в районах размещения крупных промышленных предприятий и транспортных узлов.

Сложившийся уровень техногенного загрязнения является одной из основных причин, вызывающих деградацию рек, водохранилищ, озёрных систем, накопление в донных отложениях, водной растительности и водных организмах загрязняющих веществ и ухудшение качества вод поверхностных и подземных водных объектов, используемых в качестве источников питьевого и рекреационного водопользования и являющихся средой обитания водных биологических ресурсов. Большинство водохозяйственных участков на территории РФ характеризуется высокой степенью загрязнения водных объектов и низким качеством воды, что может неблагоприятно сказываться на условиях проживания и состоянии здоровья населения [1–7].

<sup>1</sup> Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 августа 2009 года № 1235-р.

Это наиболее актуально для водосборных территорий, относящихся к бассейнам рек Волги и Урала — являющихся основными водоприёмниками сточных вод предприятий нефтяной и нефтехимической промышленности. Как показывают наблюдения отдельных исследований, на этих территориях регистрируется высокий уровень загрязнения поверхностных и подземных водоисточников [8–12]. При этом наибольшую нагрузку испытывают в первую очередь малые реки, являющиеся как источниками питьевого водоснабжения, так и местами рекреационного водопользования населения<sup>2</sup>. Такие реки являются более уязвимыми по сравнению с крупными водотоками, так как имеют низкую самоочищающую способность, существенную зависимость от состояния водосборной территории, и при поступлении в них даже незначительного количества загрязнённых стоков может создаваться аварийная ситуация.

Нефтеперерабатывающие (НП) и нефтехимические (НХ) предприятия являются крупными энергоёмкими производствами со сложными технологическими процессами, протекающими при относительно высоких температурах и давлении, с большими объёмами переработки, использующими в качестве сырья нефть и нефтепродукты [13]. Сырьё, полупродукты и продукты НП и НХ производств, другие химические вещества, участвующие в технологическом процессе, воздействуют на объекты окружающей среды (воздух, водоёмы, почва) [14, 15]. Абсолютное большинство этих веществ свободно переходит из одного объекта окружающей среды, трансформируется, проникает и накапливается в представителях флоры и фауны [11, 13, 16]. На предприятиях НП и НХ образуются сточные воды, загрязнённые нефтью, деэмульгаторами, сероводородом, сульфидом аммония, фенолом, сульфатами, ароматическими углеводородами, щёлочью, жирными кислотами, различными растворёнными веществами, отходами коксового производства и др. Стоки, попадая в поверхностные и подземные водоисточники, отрицательно влияют на качество воды, санитарные условия жизни и водопользования населения [17, 18]. Нефть и её продукты загрязняют водные объекты на больших расстояниях от места выпуска сточных вод (иногда до сотни километров) [19, 20].

Гигиенические исследования, посвящённые изучению вопросов безопасного водопользования в регионах с развитой НП и НХ, достаточно малочисленны. Вместе с тем особую значимость на современном этапе приобретает дальнейшее совершенствование научных подходов по обеспечению безопасности водных объектов, являющихся источниками питьевого и рекреационного пользования, оценке и предотвращению риска здоровью населения, причинённого водным фактором, на территориях с развитыми отраслями промышленности.

Согласно Указу Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», к важнейшим стратегическим задачам относятся экологическая реабилитация водных объектов, в том числе снижение доли загрязнённых вод, отводимых в реки, и повышение качества питьевой воды для населения, особенно для жителей населённых пунктов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения.

Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования являлась гигиеническая оценка уровня загрязнения водных объектов, расположенных в зоне размещения предприятий НП и НХ Республики Башкортостан (РБ), с последующим обоснованием мероприятий по снижению техногенного влияния на окружающую среду и здоровье населения.

<sup>2</sup> Методические указания по гигиенической оценке малых рек и санитарному контролю за мероприятиями по их охране в местах водопользования. Утв. Минздравом СССР 28.12.1984 г. № 3180-84.

## Материал и методы

Проведённые исследования выполнены в рамках реализации отраслевой научно-исследовательской программы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека<sup>3</sup>.

Для достижения поставленной цели проведён анализ результатов научно-практических исследований и публикаций по изучаемой проблеме за 1999–2020 гг. Обобщение результатов исследования проведено на основе опыта внедрения и реализации гигиенических мероприятий по оптимизации качества среды обитания и коррекции здоровья населения на территориях НП и НХ Башкортостана.

Для оценки степени влияния предприятий отрасли на качественный состав водоисточников изучено санитарное состояние рек Белой, Шугуровки, ручья Стекланки, а также подземных вод, залегающих в районе размещения производств НХ и НП. Выбор этих водоисточников обусловливается тем, что р. Белая является основным водоприёмником сточных вод предприятий НП и НХ РБ. Река Шугуровка протекает по территории промышленной зоны Уфимского нефтеперерабатывающего комплекса и впадает в р. Уфу, являющуюся основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Уфы.

По материалам многолетних наблюдений осуществлёна оценка влияния сточных вод основных НП и НХ производств на санитарное состояние р. Белой, её притоков, подземных водоисточников. При этом для достоверности интерпретаций полученных результатов рассчитаны усреднённые величины показателей качества воды, регистрируемых в различные сезоны года за длительный период наблюдения. Створы наблюдения за состоянием воды поверхностных водоисточников выбраны по общепринятой схеме: р. Белая выше и ниже сброса сточных вод Салаватско-Стерлитамакского и Уфимско-Благовещенского НП и НХ комплексов. Створы наблюдения за качеством воды подземных водоисточников располагались в непосредственной близости от объектов НП и НХ.

Пробы воды водных объектов для исследования отбирали в соответствии с нормативными документами ГОСТ 31861-2012<sup>4</sup>, ГОСТ 17.1.3.07-82<sup>5</sup>, СанПиН 2.1.5.980-00<sup>6</sup>.

Анализ проб поверхностных и подземных водоисточников проводили по основным приоритетным показателям, характеризующим качество воды по органолептическим, общесанитарным, санитарно-токсикологическим признакам вредности (Испытательно-аналитический центр ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» аккредитован в национальной системе аккредитации и соответствует требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 (ISO/IEC 17025:2017, IDT) «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» и критериям аккредитации, утверждённым Приказом Министерства экономического развития РФ от 30 мая 2014 г. № 326. Аттестат аккредитации Испытательного центра № РОСС RU.0001.510411 выдан 05.05.2016 г. — бессрочный).

В работе также использованы результаты лабораторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» РБ, ФГБУ «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Республиканского аналитического центра контроля качества воды «Башкоммунводоканал», госдокладов Минэкологии и Управления

<sup>3</sup> Отраслевая научно-исследовательская программа «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» на 2016–2020 годы (утв. приказом Роспотребнадзора от 13 января 2016 г. № 5).

<sup>4</sup> ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб.

<sup>5</sup> ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

<sup>6</sup> СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

Таблица 1

## Санитарно-химическая характеристика качества воды р. Белая на территориях размещения основных НП и НХ комплексов РБ (усреднённые данные по различным сезонам за 2007–2017 гг.)

Показатель, мг/л	Створ наблюдений						
	ниже г. Салавата	выше г. Стерлитамака	ниже г. Стерлитамака, выше п. Прибельский	выше г. Уфы – п. Чесноковка	ниже г. Уфы – 22 км	ниже г. Благовещенска	ниже г. Дюртюли
Растворённый кислород	9,35 ± 0,86	9,46 ± 0,98	9,97 ± 1,12	9,41 ± 0,95	9,66 ± 0,90	10,0 ± 1,31	9,68 ± 0,96
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	2,75 ± 0,34	2,66 ± 0,31	1,1 ± 0,09	1,0 ± 0,09	1,26 ± 0,11	1,35 ± 0,13	1,36 ± 0,12
Азот аммиака	0,52 ± 0,19	0,50 ± 0,18	0,23 ± 0,10	0,18 ± 0,08	0,22 ± 0,09	0,24 ± 0,10	0,28 ± 0,13
Азот нитритов	0,014 ± 0,004	0,014 ± 0,004	0,015 ± 0,005	0,011 ± 0,003	0,012 ± 0,003	0,014 ± 0,004	0,014 ± 0,004
Нитраты	1,17 ± 0,08	1,16 ± 0,08	6,7 ± 0,37	3,7 ± 0,19	2,95 ± 0,13	3,26 ± 0,16	2,97 ± 0,13
Хлориды	19,4 ± 1,23	19,1 ± 1,20	316,7 ± 27,8	155,2 ± 19,6	69,5 ± 9,54	68,1 ± 9,20	69,5 ± 9,61
Сульфаты	25,6 ± 2,4	25,9 ± 3,0	97,5 ± 10,4	115,8 ± 12,7	101,4 ± 10,8	109,4 ± 11,0	132,0 ± 13,5
Фенолы летучие	0,0013 ± 0,0001	0,0012 ± 0,0001	0,001 ± 0,00009	0,0012 ± 0,0001	0,001 ± 0,00009	0,0013 ± 0,0001	0,001 ± 0,00009
Нефтепродукты	0,073 ± 0,006	0,069 ± 0,006	0,18 ± 0,057	0,135 ± 0,044	0,144 ± 0,058	0,154 ± 0,049	0,160 ± 0,053
Медь	0,0046 ± 0,0005	0,0044 ± 0,0004	0,0025 ± 0,0003	0,002 ± 0,0003	0,002 ± 0,0003	0,002 ± 0,0002	0,0013 ± 0,0001
Цинк	0,005 ± 0,0004	0,005 ± 0,0004	0,0035 ± 0,0003	0,0036 ± 0,0003	0,0036 ± 0,0003	0,0035 ± 0,0003	0,0042 ± 0,0004
Никель	0,008 ± 0,0007	0,0079 ± 0,0007	0,0055 ± 0,0006	0,0068 ± 0,0007	0,005 ± 0,0004	0,004 ± 0,0003	0,003 ± 0,0003
Марганец	0,083 ± 0,0047	0,092 ± 0,0054	0,10 ± 0,012	0,099 ± 0,009	0,095 ± 0,008	0,08 ± 0,006	0,09 ± 0,011
Железо	0,44 ± 0,053	0,40 ± 0,048	0,09 ± 0,007	0,10 ± 0,009	0,14 ± 0,013	0,09 ± 0,007	0,09 ± 0,008

Роспотребнадзора за 2000–2018 гг. Статистическую обработку осуществляли с использованием программы «Microsoft Excel».

## Результаты

Концентрация промышленного производства в РБ существенно превышает общероссийские показатели, особенно в части размещения предприятий НП и НХ. Наибольшая концентрация предприятий отрасли приходится на города Уфа, Стерлитамак, Салават и Благовещенск, на территории которых протекает р. Белая – главная водная артерия РБ. На данных территориях значительный вклад (до 80% от общего объёма стоков, сбрасываемых в водоток [9]) в загрязнение воды р. Белая и её притоков, а также подземных водоисточников вносят такие производственные комплексы, как ПАО АНК «Башнефть» – «Башнефть-УНПЗ», «Башнефть-Уфанефтехим», «Башнефть-Новыйл», ОАО «Башкирнефтепродукт», ОАО «Уфаоргсинтез», ОАО «Синтез-Каучук», ОАО «ГазпромнефтехимСалават», ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод».

Бассейн р. Белой характеризуется как регион с резко континентальным климатом, с длительным (5–6 мес) зимним периодом, во время которого поверхностные водоёмы затянуты ледяным покровом. Большинство притоков р. Белой маломощны, а на территории, где размещены предприятия отрасли, расходы воды незначительны.

Обобщённые материалы данных наблюдений (за 2007–2017 гг.) свидетельствуют, что сточные воды предприятий НП и НХ изменяют санитарное состояние р. Белой (табл. 1). После поступления стоков Салаватско-Стерлитамакского НП и НХ комплексов в воде р. Белой наблюдали уменьшение содержания азота аммония и показателей БПК<sub>5</sub> и значительное увеличение содержания нитратов (до 6,7 мг/л), хлоридов (до 316,7 мг/л), сульфатов (до 97,5 л), нефтепродуктов (до 0,18 мг/л).

При этом в отдельные годы и сезоны наблюдений регистрировали чрезвычайно высокие концентрации фенолов, нефтепродуктов, меди, цинка, СПАВ, показателей ХПК, БПК и др.

Результаты наших более ранних наблюдений за санитарным состоянием р. Белая (1983–1998 гг.) свидетельствуют, что качественный состав воды на контролируемых участках реки не соответствовал существующим требованиям из-за значительного превышения гигиенических регламентов по содержанию нефтепродуктов (до 4 ПДК), фенолов (до 6 ПДК), железа (до 3 ПДК). При этом установлена значительная роль сточных вод НП и НХ комплексов во влиянии на санитарное состояние водного объекта (табл. 2). Самую высокую степень загрязнения р. Белой выявляли в периоды зимней межени, когда увеличивалось содержание нефтепродуктов до 26 ПДК, фенолов – до 50 ПДК, а содержание растворённого кислорода снижалось до 1,7 мг/л.

Результаты исследований показывают, что поверхностные водоисточники, протекающие в районе расположения предприятий Уфимского НП комплекса (ручей Стекланка, р. Шугуровка), характеризуются неблагоприятными органолептическими показателями, высоким органическим загрязнением, наличием специфических соединений (нефтепродукты, ПАВ, альфа-метилстирол, бензол, толуол, изопропилбензол, сероводород) в концентрациях выше их гигиенических регламентов (табл. 3).

Санитарно-химический анализ качества подземных вод, залегающих на территориях размещения Уфимско-Благовещенского НП и НХ промышленных комплексов, свидетельствует, что вода, используемая для хозяйственно-питьевых целей жителями п. Черкассы и д. Раевка, обладает неприятным запахом (2,2–2,8 балла), повышенной жёсткостью (до 9,7 мг-экв/л), содержит ингредиенты, образуемые предприятиями отрасли (бензол, толуол, изопропилбензол).

Подземные воды, залегающие на территориях расположения Стерлитамакско-Салаватского НП и НХ промышленных комплексов, характеризуются высокой минерализацией (до 1356 мг/л), чрезвычайно высокой жёсткостью (до 17,95 мг-экв/л), высоким содержанием железа (до 1,5 мг/л), нитратов (до 170,6 мг/л), нефтепродуктов (до 0,84 мг/л). Результаты оценки качества подземных вод представлены в табл. 4.

Таблица 2

## Санитарно-химическая характеристика качества воды р. Белая на территориях размещения Уфимского и Салаватского НП и НХ комплексов (усреднённые данные по различным сезонам за 1983–1998 гг.)

Показатель, мг/л	Уфимский комплекс		Салаватский комплекс		
	выше сброса стоков	500 м ниже сбросов стоков	выше сбросов стоков	500 м ниже сбросов стоков	5 км ниже сбросов стоков
Жёсткость, мг-экв/л	5,2 ± 0,9	5,0 ± 1,1	5,7 ± 1,6	5,3 ± 0,9	5,5 ± 1,2
pH, ед.	7,5 ± 1,3	7,6 ± 1,5	7,2 ± 1,9	7,4 ± 1,3	7,4 ± 1,8
Растворённый кислород	9,4 ± 1,6	8,9 ± 2,1	10,5 ± 2,6	10,8 ± 2,7	8,8 ± 1,8
БПК <sub>5</sub>	2,5 ± 0,4	3,5 ± 0,6	3,7 ± 0,5	6,2 ± 1,5	4,5 ± 0,7
Азот аммония	0,84 ± 0,15	1,2 ± 0,01	0,24 ± 0,03	0,94 ± 0,16	1,9 ± 0,1
Азот нитритов	0,04 ± 0,008	0,07 ± 0,01	0,02 ± 0,004	0,02 ± 0,004	0,06 ± 0,01
Азот нитратов	0,71 ± 0,15	0,93 ± 0,18	1,4 ± 0,3	1,1 ± 0,06	1,6 ± 0,3
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	25 ± 4,3	39,1 ± 5,5	21,3 ± 4,7	33,8 ± 5,3	31,6 ± 5,4
Сульфаты	112,3 ± 21,8	107,2 ± 18,3	93,5 ± 11,5	110,8 ± 25,8	105,7 ± 26,8
Хлориды	93,8 ± 17,8	103,3 ± 18,8	72,4 ± 9,4	76,9 ± 10,2	83,2 ± 10,6
Железо	0,67 ± 0,1	0,9 ± 0,22	0,54 ± 0,1	0,45 ± 0,1	0,6 ± 0,1
Медь	0,01 ± 0,002	0,015 ± 0,0004	0,006 ± 0,001	0,009 ± 0,002	0,01 ± 0,003
Цинк	0,013 ± 0,003	0,011 ± 0,0004	0,011 ± 0,003	0,014 ± 0,003	0,018 ± 0,004
Никель	0,008 ± 0,001	0,008 ± 0,001	0,02 ± 0,005	0,014 ± 0,003	0,015 ± 0,003
СПАВ	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,008	0,07 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,16 ± 0,004
Фенолы	0,004 ± 0,001	0,006 ± 0,001	0,002 ± 0,0004	0,002 ± 0,0004	0,001 ± 0,0002
Нефтепродукты	0,7 ± 0,13	1,2 ± 0,2	0,2 ± 0,03	0,3 ± 0,06	0,6 ± 0,15

Таблица 3

## Санитарное состояние поверхностных вод, размещённых на территориях расположения Уфимского НП комплекса (усреднённые данные)

Показатель	Ручей Стекланка	Река Шугуровка	
		в д. Раевка	ниже заводов
Запах, баллы	2,2 ± 0,4	3,8 ± 0,8	3,1 ± 0,5
Прозрачность, см	30 ± 4,2	25 ± 3,7	30 ± 5,1
Жёсткость, мг-экв/л	8,0 ± 1,1	15,0 ± 2,4	9,8 ± 1,5
Хлориды, мг/л	70,0 ± 6,8	63,0 ± 8,5	82,0 ± 7,8
Сульфаты, мг/л	1,6 ± 0,08	9,3 ± 0,7	65,6 ± 7,3
Азот аммиака, мг/л	0,07 ± 0,009	1,3 ± 0,08	2,8 ± 0,3
Азот нитритов, мг/л	0,016 ± 0,003	0,04 ± 0,007	0,03 ± 0,005
Азот нитратов, мг/л	9,0 ± 0,8	0,4 ± 0,06	3,0 ± 0,4
Растворённый кислород, мг/л	9,8 ± 1,1	10,5 ± 2,4	9,7 ± 1,6
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	2,5 ± 0,3	1,8 ± 0,3	2,3 ± 0,4
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	22,3 ± 4,1	18,0 ± 2,7	35,0 ± 4,6
Нефтепродукты, мг/л	0,3 ± 0,05	0,2 ± 0,04	0,4 ± 0,06
ПАВ, мг/л	0,2 ± 0,04	0,08 ± 0,008	0,3 ± 0,05
Фенолы, мг/л	Н/о	0,001 ± 0,0004	Н/о
Альфаметилстирол, мг/л	Н/о	0,46 ± 0,07	Н/о
Бензол, мг/л	0,8 ± 0,09	1,9 ± 0,04	1,1 ± 0,06
Толуол, мг/л	0,4 ± 0,005	1,3 ± 0,3	0,4 ± 0,06
Изопропилбензол, мг/л	1,3 ± 0,03	1,7 ± 0,3	5,5 ± 0,9
Сероводород, мг/л	Н/о	3,8 ± 0,9	Н/о

Примечание. Н/о – не определяется.

## Обсуждение

О несомненном влиянии предприятий НП и НХ на загрязнение поверхностных водосточников свидетельствуют работы ряда исследователей [8, 10, 17, 18, 21–23]. Например, в исследовании А.Р. Мухаматдиновой и соавт. показано, что приоритетные для нефтяной и нефтехимической отрасли загрязняющие вещества (нефтепродукты, бензол, толуол, тяжёлые металлы), входящие в состав сточных вод, сбрасываемых в р. Белую с биологических очистных сооружений, обнаруживаются и в пробах воды данной реки [9].

Наиболее высокая степень загрязнения р. Белой, выявленная в периоды зимней межени (увеличение содержания нефтепродуктов, фенолов и снижение содержания растворённого кислорода), можно объяснить малыми расходами воды, затруднением в реке процессов самоочищения, ухудшением в условиях зимы очистки сточных вод и др.

Санитарное обследование территорий позволило определить, что загрязнение р. Шугуровки и её притоков скорее всего происходит из-за неорганизованного сброса сточных вод на почвенный покров вследствие возможных аварийных ситуаций и близкого расположения основных производственных объектов предприятий отрасли.

Как показали собственные исследования авторов, влияние предприятий НП и НХ на поверхностные воды проявляется также в результате поступления в них загрязнённых подземных вод. Этот факт подтверждается исследованиями других авторов. Так, в пробах подземных вод, отобранных в районах размещения предприятий отрасли, обнаружены нефтепродукты, тяжёлые металлы, полициклические ароматические углеводороды и другие органические соединения [9–12].

С точки зрения авторов, загрязнение подземных вод на территориях, расположенных в зоне влияния предприятий Уфимско-Благовещенского и Стерлитамакско-Салаватского НП и НХ промышленных комплексов, происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных стоков с промплощадок предприятий отрасли, утечек из прудов

Таблица 4

## Санитарное состояние качества подземных вод, залегающих на территориях расположения основных НП и НХ производственных комплексов РБ (усреднённые данные)

Показатель	Уфимско-Благовещенский комплекс		Стерлитамакско-Салаватский комплекс			
	п. Черкассы (родник)	д. Раевка (родник)	д. Буриказганово (родник)	д. Южное (скважина)	п. Первомайский (скважина)	д. Бегеняшское (скважина)
Запах, баллы	2,8 ± 0,3	2,2 ± 0,3	1,5 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2
Минерализация, мг/л	730 ± 107	448 ± 85	658 ± 66	1100 ± 110	1311 ± 182	1356 ± 136
Жёсткость, мг-экв/л	7,5 ± 0,9	9,7 ± 1,3	7,98 ± 1,2	10,97 ± 1,65	17,95 ± 2,69	17,9 ± 2,5
Растворённый кислород, мг/л	9,1 ± 0,7	9,2 ± 1,3	7,95 ± 0,8	7,87 ± 0,79	7,54 ± 0,75	7,38 ± 0,74
Хлориды, мг/л	16,0 ± 2,7	54,8 ± 7,5	24,1 ± 2,0	13,6 ± 2,0	90,2 ± 2,0	95,1 ± 2,0
Сульфаты, мг/л	3,2 ± 0,6	6,4 ± 0,9	23,0 ± 3,0	300 ± 9,1	388 ± 12,2	70,0 ± 5,0
Нитраты, мг/л	8,0 ± 1,6	1,63 ± 0,08	58,4 ± 7,0	43,9 ± 5,3	22,4 ± 2,7	170,6 ± 20,5
Нитриты, мг/л	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Фенолы, мг/л	0,0012 ± 0,0003	0,001 ± 0,0003	0,001 ± 0,0002	0,001 ± 0,0002	0,0011 ± 0,0002	0,001 ± 0,0002
Нефтепродукты, мг/л	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,84 ± 0,1
Альфа-метилстирол, мг/л	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Бензол, мг/л	0,04 ± 0,005	0,67 ± 0,04	н/о	н/о	н/о	н/о
Толуол, мг/л	н/о	0,65 ± 0,08	н/о	н/о	н/о	н/о
Изопропилбензол, мг/л	6,4 ± 0,8	2,7 ± 0,4	н/о	н/о	н/о	н/о
Железо, мг/л	0,1 ± 0,03	0,2 ± 0,04	0,27 ± 0,06	1,5 ± 0,23	0,55 ± 0,13	0,21 ± 0,05
Марганец, мг/л	0,02 ± 0,004	0,02 ± 0,004	0,014 ± 0,004	0,099 ± 0,025	0,004 ± 0,001	0,022 ± 0,007
Никель, мг/л	0,0012 ± 0,0002	0,0012 ± 0,0002	0,0014 ± 0,0004	0,013 ± 0,004	0,001 ± 0,0003	0,0012 ± 0,0004
Мышьяк	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

дов – накопителей очистных сооружений, шламохранилищ в водоносные горизонты грунтового типа. Подобные предположения отмечены и в работах Галинурова и соавт., которые показали, что загрязнение подземных вод происходило в результате инфильтрации через грунт технологических сточных вод, а также в результате эксплуатационных систематических и аварийных утечек и проливов нефтепродуктов [11, 12].

Следует обратить внимание, что в воде подземных водоисточников, используемой жителями отдельных населённых пунктов для питьевых целей (см. табл. 4), наряду с характерными для НП и НХ отрасли неблагоприятными органолептическими и санитарно-химическими свойствами обнаружено довольно высокое содержание нитратов практически во всех наблюдаемых источниках нецентрализованного водоснабжения. Присутствие нитратов в грунтовых водах в больших количествах свидетельствует, что почва населённых мест длительно и массивно загрязнялась органическими отбросами и (или) обильно удобрялась азотсодержащими соединениями.

## Заключение

Деятельность предприятий НП и НХ промышленных комплексов неотвратимо сопровождается загрязнением водных объектов и, как следствие, неблагоприятным влиянием на состояние здоровья населения.

Полигоны предприятий отрасли, особенно старые, занимают значительные площади, являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды вследствие испарения нефтепродуктов и проникания их в грунтовые воды. Негерметичность очистных сооружений и стыков труб сетей общезаводской канализации, отсутствие дренажа вокруг территории предприятий отрасли и организованного отвода с неё грунтовых вод, особенно при наклонном рельефе местности, способствуют загрязнению поверхностных и

подземных водоисточников, размещённых не только в зоне деятельности этих производств, но и за её пределами.

Полученные результаты свидетельствуют, что сточные воды предприятий НП и НХ изменяют санитарное состояние р. Белой: наблюдалось уменьшение содержания азота аммония и показателей БПК<sub>5</sub> и значительное увеличение содержания нитратов, хлоридов, сульфатов, нефтепродуктов. В отдельные годы и сезоны наблюдений зарегистрированы чрезвычайно высокие концентрации фенолов, нефтепродуктов, меди, цинка, СПАВ, показателей ХПК, БПК. Самую высокую степень загрязнения р. Белой выявляли в периоды зимней межени, когда увеличивалось содержание нефтепродуктов, фенолов, а содержание растворённого кислорода снижалось.

Поверхностные водоисточники, протекающие в районе расположения предприятий Уфимского НП комплекса (ручей Стеглянка, р. Шугуровка), характеризуются неблагоприятными органолептическими показателями, высоким органическим загрязнением, наличием специфических соединений (нефтепродукты, ПАВ, альфа-метилстирол, бензол, толуол, изопропилбензол, сероводород) в концентрациях выше их гигиенических регламентов.

Качество воды обследованных подземных водоисточников, используемых жителями отдельных населённых пунктов (Черкассы, Раевка, Буриказганово, Южное, Первомайский, Бегеняшское) для хозяйственно-питьевых целей, не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Употребление данной воды может способствовать риску развития различных заболеваний населения.

К приоритетным показателям, характеризующим влияние предприятий НП и НХ на водные объекты, относятся: органолептические показатели; показатели органического загрязнения; показатели общесолевого состава воды; содержание специфических ингредиентов: нефтепродукты, бензол, толуол, изопропилбензол, альфа-метилстирол,

ксилол, креозол, керосин, бензин, мазуты, этилен, пропилен, 3,4-бенз(а)пирен, фенолы (летучие), метилмеркаптан, неионогенные и анионоактивные ПАВ и др.

Выявленные проблемные вопросы, связанные с неблагоприятным влиянием объектов отрасли на поверхностные и подземные водоисточники, могут быть характерны и для других территорий РФ с развитой НП и НХ: в городах Кириши, Омске, Нижнем Новгороде, Перми, Волгограде, Самаре, Москве, Рязани, Саратове.

Выполненные исследования позволили оценить уровень загрязнения водных объектов, расположенных в зоне разме-

щения предприятий НП и НХ промышленных комплексов, и разработать мероприятия по снижению техногенного влияния на окружающую среду и здоровье населения [13]. Разработанный комплекс мероприятий предложен к внедрению в систему Роспотребнадзора в виде информационно-методического документа.

В состав предлагаемых мероприятий входят: алгоритм оценки качества окружающей среды, в том числе водных объектов, и риска для здоровья населения; рекомендации по обеспечению гигиенической безопасности водных объектов; перечень профилактических мероприятий.

## Литература

(п.п. 4–7, 20 см. References)

- Онищенко Г.Г. Вода и здоровье. *Экология и жизнь*. 1999; (4): 12–3.
- Онищенко Г.Г., Рахманин Ю.А., Кармазинов Ф.В., Грачев В.А., Нefeldова Е.Д. *Бенчмаркинг качества питьевой воды*. СПб.: Новый журнал; 2010.
- Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора. *Гигиена и санитария*. 2010; 89(2): 8–13.
- Neftegaz.RU. Исследование воздействия объектов нефтепереработки на гидрологическое состояние территорий; 2013. Available at: <https://neftegaz.ru/science/ecology/331938-issledovanie-vozdeystviya-obektov-neftepererabotki-na-gidrologicheskoe-sostoyanie-territorii/>
- Мухаматдинова А.Р., Сафаров А.М., Магасумова А.Т., Хатмуллина Р.М. Оценка влияния предприятий нефтехимического комплекса на объекты окружающей среды. *Георесурсы*. 2012; (8): 46–50.
- Фаухутдинов А.А., Сафарова В.И., Ткачев В.Ф., Шайдулина Г.Ф., Сафаров А.М., Магасумова А.Т. Влияние объектов нефтедобычи и нефтепереработки на качество природных вод. *Башкирский химический журнал*. 2008; 15(1): 87–93.
- Галинуров И.Р., Сафаров А.М., Кудашева Ф.Х., Хатмуллина Р.М., Смирнова Т.П. Миграция нефтяных углеводородов в профиле прирусловых пойменных почв. *Вестник Башкирского университета*. 2011; 16(1): 47–50.
- Галинуров И.Р., Сафаров А.М., Шайдулина Г.Ф., Хатмуллина Р.М., Магасумова А.Т., Смирнова Т.П. Подземные скопления нефтяных углеводородов в пойме р. Белой Республики Башкортостан. *Башкирский химический журнал*. 2011; 18(4): 95–8.
- Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахманин Ю.А., Малышева А.Г., Рахматуллина Л.Р. Методические подходы к гигиенической оценке объектов окружающей среды и обоснованию профилактических мероприятий на территориях размещения предприятий нефтехимии и нефтепереработки. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(9): 923–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-923-929>
- Дубинина О.Н., Хуснутдинова Н.Ю., Михайлова Л.В., Яхина М.Р. Эколого-гигиенические показатели и критерии в мониторинге нефтезагрязнения торфяных почв. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(5): 94–7.
- Сазонова О.В., Сучков В.В., Рязанова Т.К., Судакова Т.В., Торопова Н.М., Вистяк Л.Н. и соавт. Исследование закономерностей химического загрязнения почвенного покрова в зоне деятельности нефтехимического предприятия. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (6): 18–21. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-291-6-18-21>
- Рахманин Ю.А., Малышева А.Г. Концепция развития государственной системы химико-аналитического мониторинга окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(6): 4–9.
- Баландина А.Г., Хангильдин Р.И., Ибрагимов И.Г., Мартяшева В.А. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния. *Башкирский химический журнал*. 2015; 22(1): 115–26.
- Мазлова Е.А., Иса Ж.Д. Опыт очистки нефтезагрязнённых сточных вод на Шымкентском НПЗ. *Экология производства. Химия и нефтехимия*. 2008; (4): 7–9.
- Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на эколого-гигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). *Медицина труда и экология человека*. 2018; (4): 12–26.
- Титов В.Н., Ходов Д.А. Основные экологические проблемы нефтяного комплекса Саратовской области. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2015; (3): 35–40.
- Ахмадова Х.Х., Идрисова Э.У., Такаева М.А. Проблема техногенных залежей в российских регионах. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2013; (8–4): 69–73.
- Гайрабеков У.Т. История изученности вопроса нефтепродуктового загрязнения территории г. Грозного. *Естественные и технические науки*. 2010; (5): 114–7.

## References

- Onishchenko G.G. Water and health. *Ekologiya i zhizn'*. 1999; (4): 12–3. (in Russian)
- Onishchenko G.G., Rakhmanin Yu.A., Karmazinov F.V., Grachev V.A., Nefeldova E.D. *Benchmarking of Drinking Water Quality [Benchmarking kachestva pit'evoy vody]*. St. Petersburg: Novyy zhurnal; 2010. (in Russian)
- Rakhmanin Yu.A., Doronina O.D. Strategic approaches to risk management to reduce human vulnerability due to water factor changes. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2010; 89(2): 8–13. (in Russian)
- Chanpiwat P., Lee B.T., Kim K.W., Sthiannopkao S. Human health risk assessment for ingestion exposure to groundwater contaminated by naturally occurring mixtures of toxic heavy metals in the Lao PDR. *Environ. Monit. Assess.* 2014; 186(8): 4905–23. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3747-0>
- Elpiner L. Medical and ecological significance of the water factor. In: Zektser I.S., Marker B., Ridgway J., Rogachevskaya L., Vartanyan G., eds. *Geology and Ecosystems*. Boston, MA: Springer; 2006. [https://doi.org/10.1007/0-387-29293-4\\_17](https://doi.org/10.1007/0-387-29293-4_17)
- Emmanuel E., Pierre M.G., Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers. *Environ. Int.* 2009; 35(4): 718–26. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.01.011>
- Wang W.L., Wu Q.Y., Wang C., He T., Hu H.Y. Health risk assessment of phthalate esters (PAEs) in drinking water sources of China. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2015; 22(5): 3620–30. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3615-z>
- Neftegaz.RU. Study of the impact of oil refining facilities on the hydrological state of territories; 2013. Available at: <https://neftegaz.ru/science/ecology/331938-issledovanie-vozdeystviya-obektov-neftepererabotki-na-gidrologicheskoe-sostoyanie-territorii/> (in Russian)
- Mukhamatdinova A.R., Safarov A.M., Magasumova A.T., Khatmullina R.M. Assessment of the impact of petrochemical complex enterprises on the environment objects. *Georesursy*. 2012; (8): 46–50. (in Russian)
- Faukhutdinov A.A., Safarova V.I., Tkachev V.F., Shaydulina G.F., Safarov A.M., Magasumova A.T. Influence of oil extracting and oil conversion objects on the natural waters quality. *Bashkirskiy khimicheskij zhurnal*. 2008; 15(1): 87–93. (in Russian)
- Galinurov I.R., Safarov A.M., Kudasheva F.Kh., Khatmullina R.M., Smirnova T.P. Petroleum hydrocarbon migration in profile of coastal alluvial soils. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2011; 16(1): 47–50. (in Russian)
- Galinurov I.R., Safarov A.M., Shaydulina G.F., Khatmullina R.M., Magasumova A.T., Smirnova T.P. Underground accumulations of petroleum hydrocarbons in the floodplain of the Belaya river of the Republic of Bashkortostan. *Bashkirskiy khimicheskij zhurnal*. 2011; 18(4): 95–8. (in Russian)
- Valeev T.K., Suleymanov R.A., Rakhmanin Yu.A., Malysheva A.G., Rakhmatullina L.R. Methodical approaches to hygienic evaluation of environmental objects and the justification of preventive measures on the territory of accommodation of the enterprises of the petrochemical and refining industries. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(9): 923–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-923-929> (in Russian)
- Dubinina O.N., Khusnutdinova N.Yu., Mikhaylova L.V., Yakhina M.R. Ecologo-hygienic criteria and monitoring indices of oil-contaminated peaty soils. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2014; 93(5): 94–7. (in Russian)

15. Sazonova O.V., Suchkov V.V., Ryazanova T.K., Sudakova T.V., Toropova N.M., Vistyak L.N., et al. The study of features of soil contamination in the zone of activity of the oil refinery. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (6): 18–21. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-291-6-18-21> (in Russian)
16. Rakhmanin Yu.A., Malysheva A.G. The concept of the development of the state of chemical-analytical environmental monitoring. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2013; 92(6): 4–9. (in Russian)
17. Balandina A.G., Khangil'din R.I., Ibragimov I.G., Martyasheva V.A. Analysis of the influence of the petrochemical complex on the hydrosphere and ways to minimize the negative influence. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal*. 2015; 22(1): 115–26. (in Russian)
18. Mazlova E.A., Isa Zh.D. Experience in cleaning oil-contaminated wastewater at the Shymkent oil refinery. *Ekologiya proizvodstva. Khimiya i neftekhimiya*. 2008; (4): 7–9. (in Russian)
19. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Evaluation of oil refining and petrochemical industry impact on environmental and hygienic state of environmental objects and population health (literature review). *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2018; (4): 12–26. (in Russian)
20. Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Gimranova G.G., Valeev T.K. Hygienic assessment of health risks of the population living in the areas of intensive oil extraction. *Amazonia Investiga*. 2020; 9(26): 97–104.
21. Titov V.N., Khodov D.A. The main environmental problems of the oil industry in Saratov region. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*. 2015; (3): 35–40. (in Russian)
22. Akhmadova Kh.Kh., Idrisova E.U., Takaeva M.A. The problem of technogenic beds is in russian regions. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2013; (8–4): 69–73. (in Russian)
23. Gayrabekov U.T. History of studies on issue of oil product contamination in the city of Grozny. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2010; (5): 114–7. (in Russian)