

## Особенности влияния на гидросферу комплекса нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий в Нижнекамской промзоне Республики Татарстан

The impact of oil refinery and petrochemical system on the hydrosphere of Nizhnekamsk industrial zone in the Republic of Tatarstan

R.Kh. Musin<sup>1</sup>, A.R. Galieva<sup>1</sup>, T.G. Kudbanov<sup>1</sup>, N.A. Kurlyanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazan (Volga Region) Federal University, RF, Kazan

<sup>2</sup>EcoStandart Group. Technical solutions LLC, RF, Novosibirsk

E-mail: Rustam.Musin@kpfu.ru

**Keywords:** surface and groundwater, industrial zone, petrochemical production, water quality, pollution, buffer (protective) properties of environment

The authors consider the features of the composition of surface and ground water in the Nizhnekamsk industrial zone and its surroundings in 1979–2018. Nizhnekamsk industrial zone is one of the largest in Europe. It is located in the territory of the Republic of Tatarstan and includes many large petrochemical and oil refineries. According to the analysis of hydrochemical data, the authors can claim that the composition of natural waters in the vicinity of the industrial zone has not changed significantly over the past 40 years. Waters with a salinity of less than 0.5–0.6 g/l and a total hardness of less than 7–8 mmol/l with the composition  $\text{HCO}_3/\text{Ca}$  and  $\text{HCO}_3/\text{Mg-Ca}$  are most common here. Groundwater salinity can reach 1.25 g/l, hardness can reach 177 mmol/l, and permanganate index can reach 173 mgO/l within industrial zones. The composition of groundwater has the strongest changes within and near industrial landfill sites. Salinity can reach 12 g/l here; the hardness is 135 mmol/l; and the concentrations of the most characteristic pollutants are following (mg/l): petroleum products - no more than 500–982; phenols - no more than 13.9; total iron - no more than 153. However, the concentrations of many pollutant components can decrease by 1–2 orders of magnitude already at a short distance from the landfill (at a distance of 150–200 m), and at a distance of 1.0–1.5 km from it, signs of pollution of natural waters disappear. The composition of natural waters in the vicinity of the Nizhnekamsk industrial zone named does not change over time due to the high buffer (protective) properties of its geological environment.

В настоящее время одной из основных проблем являются загрязнение окружающей среды и ухудшение качества ее основных компонентов. Это загрязнение достигает максимальной интенсивности вблизи крупных промышленных зон, а также в районах разработки месторождений полезных ископаемых. Выявление характера и степени изменения во времени качественных показателей основных компонентов окружающей среды представляет собой актуальную задачу.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись подземные и поверхностные воды в пределах Нижнекамской промзоны, которая расположена в пределах Республики Татарстан, в европейской части России. Промзона включает такие крупные предприятия, как ПАО «Нижнекамскнефтехим» (крупнейшая нефтехимическая компания Европы, первая продукция выпущена в 1967 г.),

Р.Х. Мусин<sup>1</sup>, К.Г.-М.Н.,  
А.Р. Галиева<sup>1</sup>,  
Т.Г. Кудбанов<sup>1</sup>  
Н.А. Курлянов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет

<sup>2</sup>ООО «ЭкоСтандарт «Технические решения»

Адрес для связи: Rustam.Musin@kpfu.ru

**Ключевые слова:** подземные и поверхностные воды, промышленная зона, качество воды, загрязнение, буферные свойства геологической среды, вертикальная гидрогеохимическая зональность

DOI: 10.24887/0028-2448-2020-3-108-112

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров

ПАО «Нижнекамскшина» (крупнейшее предприятие шинной промышленности в РФ и СНГ), АО «ТАНЕКО» (новейший комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов с проектной мощностью переработки нефти 14 млн т/год), ОАО «ТАИФ-НК» (нефтеперерабатывающий комплекс с переработкой сырья 8,5 млн т/год). На этих предприятиях используются или внедряются эффективные технологии производства. Практически на каждом из них функционируют системы водоподготовки и водоочистки, существует система оборотного водоснабжения. На некоторых предприятиях незначительный объем сточных вод закачивается в водоносные горизонты, залегающие на глубине 1800–1850 м [1].

Нижнекамская промзона находится на достаточно высоком и широком залесенном водоразделе по левобережью р. Кама, восточнее г. Нижнекамска. Общая ее площадь составляет не менее 20 км<sup>2</sup>, превышение над основным базисом эрозии (дренирования) – 150–160 м. За пределами санитарной защитной зоны Нижнекамского промышленного комплекса расположены небольшие населенные пункты, осуществляются активная сельскохозяйственная деятельность и разработка нефтяных месторождений.

Промзона в геолого-структурном плане приурочена к юго-восточному склону Северо-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы Русской платформы [2], в гидрогеологическом отношении – к Волго-Уральскому артезианскому бассейну [3]. Верхняя часть геологического разреза сложена комплексами полигенных карбонатно-терригенных образований уржумского, казанского и уфимского ярусов средней и нижней перми общей толщиной около 250 м [4]. Характерной особенностью является чередование в разрезе седиментационных пачек, соответствующих отдельным периодам осадконакопления. Основания пачек обычно представлены песчаниками, кровельные части – глинами, реже карбонатными породами. Толщина отдельных прослоев обычно составляет 2–6 м, пачек – может достигать 30–40 м (табл. 1). Пермские отложения перекрыты четвертичным покровным комплексом, представленным в основном элювиально-делювиальными суглинками. Толщина суглинков составляет 1–20 м.

Таблица 1

Объект	Толщина, м	Содержание, %		
		глин и алевролитов	песчаников	известняков
P <sub>2</sub> Ur	≤ 45	54	36	10
P <sub>2</sub> kZ <sub>2</sub>	≤ 80	67	28	5
P <sub>2</sub> kZ <sub>1</sub>	≤ 80	80	12	8

Нижнекамская промзона представляет собой территорию развития межпластовых подземных вод, формирующих типичные междуречные потоки. Области их питания являются водораздельные пространства, разгрузки – речные долины. Разноуровневые водоносные горизонты связаны нисходящим перетеканием. Карбонатно-терригенный состав водовмещающего матрикса, относительно небольшая протяженность путей фильтрации, а также невысокая минерализация атмосферных осадков, являющихся основным источником питания подземных вод, обусловили довольно большую толщину зоны пресных подземных вод, достигающую 250 м. Поверхностная гидросеть в районе исследований представлена верховьями многочисленных ручьев, которые в меженное время существуют в результате разгрузки подземных вод.

Для выявления характера и степени изменения во времени качественных показателей химического состава природных вод использованы данные разномасштабных и разновременных геологосъемочных и тематических работ [5–8], результаты исследований одного из действующих полигонов захоронения промышленных отходов [9, 10], полевых и аналитических

исследований авторов в пределах одной из промышленных площадок площадью около 2 км<sup>2</sup> (2017 г.) и окрестностей промзоны площадью около 220 км<sup>2</sup> (2018–2019 гг.). Собственная аналитика включала определение pH, перманганатной окисляемости, содержания основных ионов (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>), некоторых тяжелых металлов (Fe, Mn, Cd, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Zn) и нефтепродуктов. Ионный состав определялся на хроматографе Dionex ICS-1600, металлы детектировались на атомно-абсорбционном спектрометре ContrAA-700, нефтепродукты – с помощью газового хроматографа Кристаллюкс-4000М.

### Обсуждение результатов

Нижнекамская промзона отличается значительным негативным воздействием на атмосферный воздух. Объемы выбросов в атмосферу в 2015 г. составили около 75 тыс. т. Основными загрязнителями являются диоксид серы (26 %), диоксид азота (17 %), оксид углерода (15 %), смеси предельных углеводородов C<sub>1</sub>–C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>–C<sub>10</sub> и C<sub>12</sub>–C<sub>19</sub> (19 %) [11]. Данные площадного гидрогеохимического изучения свидетельствуют, что существенных изменений химического состава подземных вод в верхней части разреза за последние 40 лет в окрестностях промзоны не произошло (рис. 1, табл. 2). В табл. 2 приведены данные по родникам, составы вод которых существенно не изменены вследствие локально проявленного бытового загрязнения. Учитываемые родники дренируют обводненную осадочную толщу, литологический состав которой приведен в табл. 1. Они опробованы в соот-

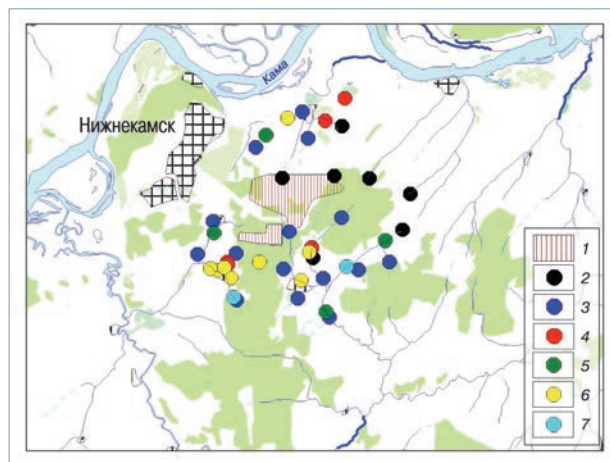


Рис. 1. Карта разновременно опробованных родников:

1 – Нижнекамская промзона; родники опробованные: 2 – в конце 70-х годов XX века; 3 – в конце 90-х годов; 4 – в 2018 г.; 5 – в 70-х и 90-х годах; 6 – в 90-х годах и 2018 г.; 7 – в 70-х, 90-х годах и 2018 г.

Таблица 2

Годы	Число проб	Минерализация, мг/л	Общая жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мг/л	pH	Преобладающий тип воды
1979–1980	9	382–509,5 448,9±50,06	3,8–6,0 5,12±0,68	1,1–5,7 3,3±1,79	7,4–8,4 7,94±0,37	HCO <sub>3</sub> /Ca, HCO <sub>3</sub> /Mg-Ca
1994–1999	27	347,6–623,2 489,9±60,82	4,1–7,6 5,44±0,77	1,28–4,48 2,28±0,99	6,7–8,1 7,35±0,43	HCO <sub>3</sub> /Mg-Ca
2018	16	417,3–587,0 482,8±36,72	3,02–6,33 5,38±0,76	0,48–4,08 1,60±1,35	7,18–8,06 7,43±0,22	HCO <sub>3</sub> /Ca, HCO <sub>3</sub> /Mg-Ca

Примечания. 1. В этой и последующих таблицах в числителе приведены предельные значения (минимум – максимум), в знаменателе – среднее значение и стандартное отклонение. 2. Тип воды соответствует ОСТ 41-05-263-86 «Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре».

ветствующие летне-меженные периоды и близки по химическому составу подземных вод, который определяется довольно кратковременным взаимодействием атмосферных осадков с породами разреза. В связи с этим родниковые воды, представленные в табл. 2, не отнесены к конкретным гидростратиграфическим уровням, а рассматриваются совместно для каждого периода времени. Удаление опробованных родников от границы предприятий промзоны составляет 0,1–6,0 км.

Составы поверхностных и подземных вод по данным опробования в летнюю межень 2018 г. очень близки (табл. 3). При этом в поверхностных водах отмечаются более высокие окисляемость и содержание  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ , что, вероятно, связано с аэрогенным загрязнением поверхности.

Иная ситуация отмечается на промплощадках. На одной из них подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта приурочены, с одной стороны, к пермским глинисто-песчаным породам, с другой – к четвертичным покровным суглинкам. Глубина залегания горизонта изменяется от 1,5–2 до 5–8 м. Второй от поверхности водоносный горизонт локализован в пермских песчаниках, кровля которых вскрывается на глубине 10–20 м. Данные опробования в летнюю межень 2017 г. приведены в табл. 4.

Повышение минерализации связано с концентрированием почти всех макро- и мезокомпонентов, а также Fe и Mn. Так, содержание некоторых из них может достигать (мг/л):  $HCO_3^-$  – 879;  $Cl^-$  – 267;  $SO_4^{2-}$  – 126;  $NO_3^-$  – 141;  $Br^-$  – 0,81; Fe – 4,16; Mn – 3. Отмеченное обусловлено локально проявленными утечками из многочисленных водоводов, аэрогенным загрязнением территории, а также более интенсивным выщелачиванием минерального матрикса подземными водами, которые приобрели более высокую углекислотную агрессивность. Содержание  $HCO_3^-$  в подземных водах рассматриваемого района, характеризующихся преобладанием природных факторов в формировании их химического состава, не превышает 380 мг/л. На промплощадке средняя концентрация  $HCO_3^-$  составляет 448 мг/л. Повышение углекислотной агрессивности

подземных вод может быть связано лишь с увеличением парциального давления углекислого газа. Последнее возможно за счет хемо- и биодеструкции органического вещества. Обогащенность приповерхностной части промплощадки органическим веществом следует и из повышенной окисляемости подземных вод и вод систем поверхностного дренажа промплощадки (табл. 5).

Максимальной трансформации состав подземных вод подвержен также вблизи шламонакопителей и полигонов захоронения промышленных отходов. Характеристика одного из полигонов приведена в работах [9, 10]. Минерализация грунтовых вод может достигать 7–12 г/л, жесткость – 70–135 ммоль/л, концентрации наиболее характерных загрязнителей (мг/л): нефтепродуктов – до 500–982; фенолов – до 13,9; железа общего – до 153 (преобладающий гидрогеохимический тип воды –  $Cl-HCO_3/Na-Ca$ ). Однако уже на небольшом удалении от полигона (150–200 м) возможно снижение концентраций многих компонентов-загрязнителей на 1–2 порядка. Детальный анализ гидрогеологических условий этого действующего полигона захоронения промышленных отходов позволил установить, что загрязнение подземных вод связано с инфильтрацией и нисходящей фильтрацией первичных атмосферных осадков, преобразованных процессами взаимодействия в системе вода – отходы, и в меньшей степени жидких отходов.

Отходы полигона могут быть поставщиками в подземные воды сульфатов, хлоридов, железа, бария, а также нефтепродуктов, фенолов, формальдегида, бензола, толуола, ксилола, этилбензола (при этом превышения предельно допустимых концентраций более чем в 10 раз характерны только для железа и тесно связанных друг с другом органических веществ). Поведение большей части остальных макро- и микрокомпонентов наиболее адекватно описывается моделью интенсивного выщелачивания из минерального матрикса агрессивными углекислотными водами с концентрацией гидрокарбонатов более 800–1000 мг/л (содержание  $HCO_3^-$  в полигонных фильтрах может достигать 4–8 г/л). Процессы самоочищения подземных вод при-

Таблица 3

Природные воды	Число проб	Минерализация, мг/л	Общая жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	Содержание нефтепродуктов, мг/л	Преобладающий тип воды
Подземные	16	417,3–587,0 482,8±36,7	3,02–6,33 5,38±0,76	0,48–4,08 1,60±1,35	0,020–0,065 0,032±0,017	$HCO_3/Ca$ , $HCO_3/Mg-Ca$
Поверхностные	25	240–614,9 492,6±72,4	2,24–7,09 5,63±1,18	0,48–6,08 2,82±1,56	0,004–0,19 0,041±0,05	$HCO_3/Ca$ , $HCO_3/Na-Ca$

Таблица 4

Водоносный горизонт	Число проб	Минерализация, мг/л	Общая жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	Содержание нефтепродуктов, мг/л	Преобладающий тип воды
Первый	31	264–1249 772±232	3,56–17,74 10,02±3,63	1,28–17,28 5,39±3,59	0,008–0,13 0,045±0,033	$HCO_3/Ca$ , $Cl-HCO_3/Ca$ , $HCO_3/Mg-Ca$
Второй	6	390–681 560,7±119	5,08–9,76 7,51±2,01	1,92–4,12 3,48±0,82	Не определено	$HCO_3/Ca$ , $HCO_3/Mg-Ca$

Таблица 5

Число проб	Минерализация, мг/л	Общая жесткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	pH	Преобладающий тип воды
4	349–433 391±44	4,14–5,02 4,44±0,40	3,86–7,89 5,89±1,70	7,09–7,91 7,37±0,38	$Cl-SO_4-HCO_3/Na-Ca$

водят к тому, что уже на удалении 1,0–1,5 км от полигона (по направлению фильтрационного потока) признаки загрязнения подземных вод отсутствуют.

Таким образом, существенные изменения химического состава подземных вод в пределах одной из крупных промышленных зон Республики Татарстан отмечаются лишь в пределах ближайшей (100–300 м) окрестности различных полигонов захоронения отходов нефтехимического производства. По мере удаления от них признаки загрязнения постепенно исчезают. Это связано с высокими буферными свойствами геологической среды Нижнекамской промзоны, а также с широким использованием на предприятиях различных природоохранных технологий.

Зона пресных подземных вод в водораздельных областях Нижнекамского промышленного района характеризуется также ярко выраженной вертикальной гидрогеохимической зональностью. По данным опробования на территории одного из предприятий четырех наблюдательных скважин, расположенных на незначительном удалении друг от друга и имеющих почти одинаковые альтитуды, в направлении сверху вниз гидрокарбонатные кальциевые и магниевые воды сменяются на гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые (табл. 6). При этом минерализация изменяется в нешироких пределах – 400–600 мг/л, несмотря на увеличение времени взаимодействия в системе вода – порода, а жесткость постепенно снижается с 6–7 до 0,5–2 ммоль/л. Концентрация гидрокарбонатов уменьшается с 400–420 до 221 мг/л, а pH увеличивается от 7,5 до 8,8–9,9.

Данная зональность обусловлена процессами ионного обмена и осаждением карбонатов кальция и магния в результате увеличения щелочности подземных вод. Повышение pH до 8,8–9,9 скорее всего связано с недостатком углекислого газа для связывания гидроксил-иона, выделяющегося при гидролизе силикатов и алюмосиликатов, который сопровождается поступлением в подземные воды  $\text{Na}^+$ , а также снижением окислительно-восстановительного потенциала. Указанная вертикальная зональность также обуславливает повышенную толщину (до 250 м) зоны пресных вод, при которой глубокозалегающие подземные воды являются мягкими и в большинстве случаев обладают питьевым качеством.

Таким образом, Нижнекамская промзона характеризуется практически неизменным за последние 40 лет составом природных вод. Это преимущественно гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды минерализацией не более 0,5–0,6 г/л и жесткостью до 7–8 ммоль/л. Загрязнение поверхностных и подземных вод отмечается в пределах промышленных пло-

щадок, окрестностей различных шламонакопителей и полигонов захоронения промышленных отходов. При этом загрязнение отличается локальным масштабом распространения. Оно обычно проявлено в самой верхней части разреза (на уровне грунтовых вод) и не фиксируется на удалении более 1,0–1,5 км даже от таких крупных источников загрязнения, как действующие полигоны захоронения промышленных отходов. Локальность проявления загрязнения природных вод обуславливается высокими буферными свойствами геологической среды, которые определяются в первую очередь характером геологического разреза, благоприятным качеством атмосферных осадков при их норме 550 мм/год, а также преобладающим типом загрязняющих веществ, представленных в основном органическими веществами (нефтепродукты, фенолы и др.), которые подвергаются хемо- и биодegradации.

Карбонатно-терригенный характер разреза с преобладанием глин определяет формирование многочисленных горизонтов межпластовых вод, которые препятствуют глубокому проникновению поверхностного загрязнения. При проявлении загрязнения грунтовых вод (вод первого от поверхности водоносного горизонта) они подвергаются плановой фильтрации и разгружаются в близкорасположенных долинах рек и ручьев, плотность которых достаточно высока. В меженные периоды все поверхностные водотоки являются областями разгрузки подземных вод и на качество последних они не влияют. В пределах водотоков возникшее загрязнение характеризуется узколокальным проявлением, так как поверхностные воды района также обладают высоким потенциалом самоочищения: разбавление чистыми водами (атмосферными, поверхностными, подземными), сорбция на взвешенных частицах, выпадение в осадок и др. Атмосферные осадки в районе не отличаются повышенными минерализацией и концентрацией компонентов-загрязнителей.

В марте 2019 г. авторами проведено опробование снежного покрова Нижнекамской промзоны. Пункты отбора проб располагались достаточно равномерно по всей ее площади на расстоянии 0,1–9 км от предприятий (табл. 7, рис. 2). Пробы отбирались на полную толщину снежного покрова. Наличие карбонатных пород в разрезе нейтрализует повышенную кислотность части объема атмосферных осадков уже на уровне почвенного слоя. В связи с этим за пределами предприятий на уровень грунтовых вод поступает чистое инфильтрационное питание с минимальной скоростью  $1,85 \cdot 10^{-4}$  м/сут (67,57 мм/год) [10].

Проявление вертикальной гидрогеохимической зональности обуславливает получение воды питьевого назначения практически в любой части Нижнекам-

Таблица 6

Объект	Глубина установки фильтра, м	Водовмещающие породы	Минерализация, мг/л	Общая жесткость, ммоль/л	pH	Концентрация, мг/л	
						$\text{HCO}_3^-$	$\text{Na}^+$
P <sub>2</sub> U <sub>1</sub>	20,7–24,5	Известняки, мергели	595/595	6,4/7,3	7,8/7,5	421/400	29,0/6,5
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	49,2–53,0 59,4–62,5	Песчаники, известняки	425/397	3,1/3,6	7,7/8,0	287/261	53,4/27
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	160–174	Песчаники, известняки	448/446	2,7/1,4	8,8/8,2	262/224	72,5/88
P <sub>2</sub> SS	229–233	Песчаники	433/517	2,3/0,5	9,9/8,8	287/221	67,9/143

Примечание. В числителе приведены данные на май 2016 г., в знаменателе – на октябрь 2016 г.



Таблица 7

Число проб	Минерализация, мг/л	Общая жесткость, ммоль/л	pH	Окисляемость, мгО/л	Тип воды
39	7,7–23,9 10,66±3,79	0,03–0,19 0,07±0,03	4,89–6,7 5,69±0,47	0,0–2,24 0,52±0,50	HCO <sub>3</sub> /Ca, HCO <sub>3</sub> /Na–Ca



Рис. 2. Расположение пунктов опробования снежного покрова и их номера

ской промзоны. Для водораздельных участков оптимальна установка фильтров водозаборных скважин на уровне водоносных горизонтов в составе нижнеказанского подъяруса (глубина 130–180 м). Подтверждением этого является постоянный в течение нескольких десятилетий состав и хорошее питьевое качество подземных вод добывающих скважин в большей части населенных пунктов вокруг Нижнекамской промзоны, а также высокое качество подземных вод в ее пределах. Так, в пределах одного из месторождений питьевых подземных вод, расположенного в северо-восточной части промзоны, три добывающие скважины эксплуатируются с 1992 г., признаков неблагоприятного изменения качества подземных вод нет, глубина установки фильтров составляет 140–160 м.

### Список литературы

1. Мусин Р.Х., Курьянов Н.А. О тенденциях в обращении с жидкими промышленными отходами нефтехимического производства в Республике Татарстан // Сергеевские чтения. Вып. 20. Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2018 г.). – М.: РВДН, 2018. – С. 85–90.
2. Войтович Е.Д., Гатиятуллин Н.С. Тектоника Татарстана. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1998. – 140 с.
3. Зайцев И.К. Гидрогеохимия СССР. – Л.: Недра, 1986. – 239 с.
4. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / под ред. Б.В. Букова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.

5. Мусин Р.Х., Калкманова Э.Г. Формирование состава подземных вод в верхней части гидrolитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 18–22.
6. Подземные воды Татарии / под ред. М.Е. Королева. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1987. – 189 с.
7. Сунгатуллин Р.Х. Комплексный анализ геологической среды: на примере Нижнекамской площади. – Казань: Мастер-Лайн, 2001. – 140 с.
8. Фридман Б.И., Задорожный И.М. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Сер. средневожжская. – М.: Недра, 1990. – 234 с.
9. Environmental state and buffering properties of underground hydrosphere in waste landfill site of the largest petrochemical companies in Europe / R.Kh. Musin, N.A. Kurlyanov, Z.G. Kalkamanova, T.V. Korotchenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – V. 33. – Is. 1. – Art. № 012019.
10. Мусин Р.Х., Мусина Р.З. О влиянии на гидrolитосферу полигонов захоронения промышленных отходов // Недропользование XXI век. – 2014. – № 1 (45). – С. 84–87.
11. Общая характеристика источников загрязнения атмосферного воздуха города Нижнекамска / А.Р. Шагидуллин, А.Ф. Гилязова, Г.Ф. Амриянова [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 3. – С. 30–35.

### References

1. Musin R.Kh., Kurlyanov N.A., *O tendentsiyakh v obrashchenii s zhidkimi promyshlennymi otkhodami neftekhimicheskogo proizvodstva v Respublike Tatarstan* (On trends in the management of liquid industrial wastes of petrochemical production in the Republic of Tatarstan), Proceedings of Sergeyev readings, 22 March 2018, Moscow: Publ. of RUDN University, 2018, pp. 85–90.
2. Voytovich E. D., Gatiyatullin N. S., *Tektonika Tatarstana* (The tectonics of Tatarstan), Kazan: Publ. of KSU, 1998, 140 p.
3. Zaytsev I.K., *Gidrogeokhimiya SSSR* (Hydrogeochemistry of the USSR), Leningrad: Nedra Publ., 1986, 239 p.
4. *Geologiya Tatarstana: Stratigrafiya i tektonika* (Geology of Tatarstan: Stratigraphy and tectonics): edited by Burov B.V., Moscow: GEOS Publ., 2003, 402 p.
5. Musin R.Kh., Kalkamanova Z.G., *The formation of the underground water in the upper part of hydrolithosphere in the Vostochno-Zakamsky region of Tatarstan* (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2016, no. 2, pp. 18–22.
6. *Podzemnye vody Tatarii* (Groundwater of Tatarstan): edited by Korolev M.E., Kazan: Publ. of Kazan University, 1987, 189 p.
7. Sungatullin R.Kh., *Kompleksnyy analiz geologicheskoy sredy: na primere Nizhnekamskoy ploshchadi* (Comprehensive analysis of the geological environment: the example of Nizhnekamsk area), Kazan: Master-Layn Publ., 2001, 140 p.
8. Fridman B.I., Zadorozhnyy I.M., *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Ser. Crednevolzhskaya* (State geological map of the USSR on a scale of 1: 200000. Series Middle Volga), Moscow, 1990, 234 p.
9. Musin R.Kh., Kurlyanov N.A., Kalkamanova Z.G., Korotchenko T.V., *Environmental state and buffering properties of underground hydrosphere in waste landfill site of the largest petrochemical companies in Europe*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016, V.33, no. 1, Article no. 012019.
10. Musin R.Kh., Musina R.Z., *About the influence of landfills for industrial wasty on hydrolithosphere* (In Russ.), Nedropol'zovanie XXI vek, 2014, no. 1 (45), pp. 84–87.
11. Shagidullin A.R., Gilyazova A.F., Amiryanova G.F. et al., *General characteristics of the open air pollution sources of Nizhnekamsk city* (In Russ.), Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii, 2015, no. 3, pp. 30–35.