

Zauralya. AN SSSR Uralskiy filial [Forest soils of the Northern taiga of the Urals and the Trans-Urals. Ural Branch, Russian Academy of Sciences], 1970, issue 76, pp. 3–17.

22. Adriano D. C. *Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals*, Springer, New York, NY, USA. 2nd ed. 2003.

23. Angelovičová Lenka, Bobuřská Lenka, Fazekašová Danica. Toxicity of heavy metals to soil biological and chemical properties in conditions of environmentally polluted area middle Spiš (Slovakia). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2015, vol. 10, no. 1, pp. 193–201.

24. Kelepertsis A., Argyraki A., Alexakis D. Multivariate statistics and spatial interpretation of geochemical data for assessing soil contamination by potentially toxic elements in the mining area of Stratoní, North Greece. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2006, no. 6 (4), pp. 349–355.

25. Wuana R. A., Okieimen F. E. *Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation*, 2011.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЕМОВ АГЛОМЕРАТОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО МНОГОПЛАНОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Крыжановская Галина Викторовна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: GalaJim@mail.ru

Иолин Михаил Михайлович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: miolin76@mail.ru

Шарова Ирина Сергеевна, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: is_sharova@ya.ru

Шведова Ирина Николаевна, старший преподаватель, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, e-mail: inshvedova@mail.ru

Борзова Анастасия Сергеевна, ассистент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: fler.16@mail.ru

В условиях интенсивных темпов урбанизации, при высоком уровне техногенного загрязнения и умеренном, резко континентальном климате показаны многочисленные факторы воздействия на гидрографическую сеть г. Астрахани. Селитебная территория представляет собой сложную экосистему, с повышенной концентрацией в пространстве промышленного производства и производства услуг, а также транспортных средств и повышенной рекреационной нагрузкой на акватории. Все это приводит к росту антропогенной нагрузки на водотоки и усиливает их загрязнение. Разносторонние исследования водоемов агломератов с применением различных методов в условиях интенсивного многопланового использования водных ресурсов является наиболее эффективным подходом в вопросах улучшения хозяйственных, социально-экономических и геоэкологических условий гидрографической сети города. Решить эту проблему позволяет проведение полевых и лабораторных исследований с применением химического метода анализа, поскольку он является системным и учитывает взаимодействие гео-, эко- и техносистем. Водоемы городской среды – классический пример геоэкологической системы, являясь природно-антропогенными объектами, представляющими собой как единое, так и разнонаправленное взаимодействие природных, техногенных и социально-экономических систем.

Ключевые слова: геоэкологические исследования, геохимический анализ, урбанизированные территории, экологический мониторинг, техносистема, исследование аквальных комплексов, динамика качества вод, внутригородские водоемы

**GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF WATER RESOURCES
OF THE AGGLOMERATES UNDER CONDITIONS
OF HIGH MULTIDIMENSIONAL USE**

Kryzhanovskaya Galina V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: GalaJim@mail.ru

Iolin Mikhail M., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: mio-lin76@mail.ru

Sharova Irina S., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: is_sharova@ya.ru

Shvedova Irina N., Senior Lecturer, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: inshvedova@mail.ru

Borzova Anastasia S., Assistant, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: fler.16@mail.ru

In the conditions of intensive urbanization rates, with a high level of technogenic pollution and moderate, sharply continental climate, numerous factors of influence on the hydrographic network of Astrakhan are shown. The residential area is a complex ecosystem, with a high concentration in the space of industrial production and production of services, as well as vehicles and increased recreational load on the waters. All this leads to an increase in anthropogenic load on watercourses and increases their pollution. Comprehensive studies of water bodies of agglomerates using different methods in conditions of intensive multifaceted use of water resources is the most effective approach to improving the economic, socio-economic and geoecological conditions of the hydrographic network of the city. This problem can be solved by conducting field and laboratory studies using a chemical analysis method, since it is a system and takes into account the interaction of geo-, eco- and technosystems. Water bodies of the urban environment are a classic example of the geoecological system, being natural and anthropogenic objects, which are both a single and multidirectional interaction of natural, man-made and socio-economic systems.

Keywords: geochemical analysis, urban areas, environmental monitoring, utility, study aquatic systems, the dynamics of water quality, urban water

Высокая антропогенная нагрузка на городскую речную систему города предопределила цель исследования: проследить динамику качества вод селитебных территорий с применением химического метода анализа.

Гидрографическая сеть города тесно связана с протекающей вдоль него на протяжении 22 км рекой Волгой. Город представляет собой островную систему из 11 островов, соединенных мостами [5].

В качестве объекта были выбраны основные крупные водоемы города Астрахань, испытывающие наибольшее антропогенное воздействие. Это река Волга (рукав Городской), рукав Кутум, Варвациевский канал (ранее Канал им. 1 Мая, соединенный с Приволжским Затонем), рукав Царев, рукав Прямая Болда, Канал Золотой Затон.

Водоемы в условиях городской среды используются человеком в многочисленных целях. Набережные водотоков в настоящее время выполняют рекреационную функцию, являясь одним из источников отдыха горожан и привлечения туристов, а также используются в коммунально-бытовых целях. По берегам реки Волги, рукавов Царев и Прямая Болда располагаются много-

численные стоянки для водного транспорта, от больших до маломерных судов. Большое количество автодорожных мостов, расположенных на небольшом удалении друг от друга и дорог вдоль водоемов повысило уровень загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами.

На поверхности аквальных комплексов города было обнаружено большое количество бытового мусора в виде стеклянных и пластиковых бутылок, различного упаковочного материала, ржавые металлические предметы, предметы одежды, палки и остатки деревьев, окурки и прочий мелкий мусор. Берега некоторых водоемов также покрыты густой прибрежной растительностью. В некоторые водоемы попадают моющие средства, так как летом в них нередко моют ковры и автотехнику. Вода внутригородских комплексов зачастую имеет неприятный запах. На некоторых участках рек, а точнее рукавов Царев и Прямая Болда, берегозащитные и гидротехнические сооружения разрушены, берега эродированы, качество воды в водоемах не соответствует санитарно-гигиеническим нормам, биологическое разнообразие водных организмов понижено [3, 4].

В полевых исследованиях проводилось изучение морфометрических характеристик водотоков (табл. 1), загруженность техногенными застройками, использование в целях рекреации и коммунальном хозяйстве.

Таблица 1

**Морфометрические характеристики исследуемых водотоков
г. Астрахани за 2017–2018 гг. (в городской черте)**

Название водотока	Средние значения		
	длина (км)	ширина (м)	глубина (м)
р. Волга	22	От 5200 до 1700	от 5–7 до 16
рук. Прямая Болда	8,78	200–250	от 3 до 12
рук. Царев	5,2	80–200	от 1 до 5
рук. Кутум (до слияния с Варвацевским каналом)	2,67	30–80	1,5–3,5
рук. Кутум (до слияния с ериком Казачий)	6,47	30–80	1,5–3,5
Канал им. Варвация (Канал 1 Мая с Приволжским затоном)	5,19	35–170	1–4

Исследования с использованием общепринятых и частных методик по оценке химического состава природных начал проводились еще с 2004 г. За время проведения исследований с водотоками города произошли существенные изменения, что, несомненно, сказалось и на результатах оценки качества поверхностных вод. До 2009 г. данные водотоки находились в неприглядном состоянии: заиленные русла рек, большое количество высшей водной растительности, свалки мусора по берегам, полуразрушенное берегоукрепление. В 2010 г. на водоемах была проведена реконструкция и работы по расчистке и дноуглублению, а также изменились и названия некоторых из них. Через разные участки каждого водотока проложены мосты, соединяющие каждую часть города [8].

После проведения реконструкционных работ, водоемы стали представлять собой культурно-рекреационную ценность.

Интенсивное использование поверхностных вод привело к деградации водной экосистемы, что в свою очередь заключается в неблагоприятном качестве поверхностных вод по результатам исследований, проводимых на водотоках.

Серия опытов по определению органолептических и химических показателей воды проводилась полевыми методами, непосредственно в пунктах отбора проб и на базе лаборатории экологического мониторинга АГУ в период с 2015 по 2018 г.

Исследования по определению органолептических и химических показателей проводили по стандартным методикам [6, 7].

Проведение опытов по оценке цветового показателя с оценкой динамики дало следующие значения: пробы воды в большинстве случаев имели желтоватую и зеленоватую окраску. Окраска воды в пробах обнаруживалась в стеклянных сосудах на уровне не менее 10 см, а в некоторых пунктах достигала отметки 14. Для водоёмов культурно-бытового окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 10 см. Зеленоватая окраска воды, присутствовавшая в пробах в основном в теплые сезоны проведения исследований, связана с явлением эвтрофикации. Желтоватая окраска, проявлявшаяся даже в конце осеннего и начале весеннего периодов исследований, явилась следствием присутствия солей железа.

После проведения экспериментов по оценке запаха воды были получены следующие значения: пробы воды в пунктах рукав Царев и рукав Прямая Болда имеют одинаковый плесневый запах воды, но разную интенсивность запаха. В других пунктах отбора проб запах воды в разные сезоны варьировался от болотного до землистого. Интенсивность запаха исследуемых вод была наиболее ощутима во время проведения исследований в летнее-осенний периоды и составляла от 3 до 5 баллов. Ранней весной и поздней осенью интенсивность запаха уменьшалась и варьировалась в пределах 1–2 балла.

Посторонний запах может говорить о присутствии в воде органики, которая вызывает падение концентрации растворенного в воде кислорода, что может неблагоприятно отразиться на ряде процессов самоочищения водоёмов.

Прозрачность водоемов определяли с помощью диска Секки. Вода исследуемых водоемов была оценена как слабо прозрачная (река Волга), слабо опалесцирующая (рукав Кутум и Варвациевский канал), слабо мутная (Рукава Царев и Прямая Болда). Варьирование прозрачности водоемов изменялось в холодные периоды проведения, но в основном оставалось на неизменном уровне за весь период проведения экспериментов.

По жесткости воды внутренних водоемов относятся к среднему классу. Карбонатная жесткость определялась наличием в водах городских водоемов двууглекислых солей кальция и магния и характеризовалась содержанием в воде гидрокарбоната кальция, который при кипячении воды разлагался на углекислый газ и практически нерастворимый карбонат.

Водородный показатель воды определялся по стандартной методике на универсальном ионнометре ЭВ-74. Усредненные данные по определению pH воды аквальных комплексов города представлены в таблице 2.

Таблица 2

Определение pH поверхностных вод

Период исследований	р. Волга	рук. Прямая Болда	рук. Царев	рук. Кутум	Варвациевский канал
2015	8,7	8,7	8,6	7,2	9
2016	5,3	5,9	8,9	6,4	9,1
2017	6	6,2	8,3	6,2	8,7
2018	6,2	5,3	6,9	8,8	9,4

Реакция среды зависит от величины гидролиза растворимых солей, входящих в состав воды. Водородный показатель природных вод, варьирующий в значениях 6,5–8,5, является оптимальным. Водородный показатель уменьшают сточные воды промышленных предприятий и повышают коммунально-бытовые.

При проведении исследований в поверхностных водах городских водоемов было зарегистрировано семь тяжелых металлов, концентрация некоторых из них превышала ПДК [5] в исследуемых пунктах отбора проб.

На основе результатов полученных исследований методами химического анализа были составлены таблицы по оценке качества поверхностных вод, позволяющие более наглядно оценить степень загрязнения аквальных комплексов. Помимо своей наглядности, таблицы являются необходимым инструментом в дальнейшей геоэкологической оценке состояния аквасреды города и могут быть применены в совокупности с другими методами анализа состояния водотоков для более детальной оценки поступления загрязняющих веществ в водоемы.

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах городских водоемов

Время отбора проб	Канал им. 1 Мая (мост по ул. Кирова)	р. Волга (17-я Пристань)	Приволжский затон (железнодорожный мост)	Рукав Царев (дамба)	Рукав Кутум (район рынка Большие Исады)	Канал Золотой Затон (район ОАО «Каспрыб-Холод-Флот»)	Рукав Прямая Болда (район Центрального стадиона)
Содержание цинка (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	8,00 ± 0,56	12,20 ± 0,85	10,00 ± 0,63	15,00 ± 1,05	13,00 ± 0,91	11,00 ± 0,77	8,00 ± 0,56
лето	13,00 ± 0,91	12,50 ± 0,88	13,50 ± 0,95	17,00 ± 1,19	18,00 ± 1,26	16,00 ± 1,12	15,00 ± 1,05
осень	10,00 ± 0,70	15,30 ± 1,07	12,00 ± 0,84	14,20 ± 0,99	10,00 ± 0,70	8,00 ± 0,56	9,00 ± 0,63
2016							
весна	11,00 ± 0,77	12,00 ± 0,84	12,05 ± 0,8	13,20 ± 0,90	12,20 ± 0,84	10,00 ± 0,63	11,30 ± 0,77
лето	13,00 ± 1,0	12,50 ± 0,88	12,70 ± 1,10	14,68 ± 1,02	13,80 ± 1,09	13,10 ± 0,62	11,00 ± 0,71
осень	9,00 ± 0,23	10,00 ± 1,05	12,00 ± 0,88	10,00 ± 0,75	11,10 ± 0,71	9,50 ± 0,60	7,80 ± 0,49
2017							
весна	9,00 ± 0,63	13,00 ± 0,91	13,00 ± 0,91	14,20 ± 0,99	13,40 ± 0,94	12,30 ± 0,86	9,00 ± 0,63
лето	15,00 ± 1,05	12,90 ± 0,90	16,00 ± 1,12	16,20 ± 1,13	17,00 ± 1,19	16,00 ± 1,12	12,00 ± 0,84
осень	11,00 ± 0,77	17,00 ± 1,19	11,50 ± 0,81	10,00 ± 0,70	10,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	7,00 ± 0,49
2018							
весна	12,00 ± 0,84	11,00 ± 0,77	12,00 ± 0,84	13,00 ± 0,91	15,00 ± 1,05	13,00 ± 0,91	10,00 ± 0,77
лето	14,60 ± 1,30	11,89 ± 0,76	14,30 ± 1,21	15,60 ± 1,30	16,00 ± 1,33	15,60 ± 1,23	10,00 ± 1,12
осень	11,00 ± 0,97	13,60 ± 1,09	11,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	10,00 ± 0,70	7,00 ± 0,49	6,00 ± 0,63
Содержание меди (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	6,30 ± 0,86	6,00 ± 0,63	7,00 ± 0,56		6,00 ± 0,84	7,00 ± 0,77	6,00 ± 0,77
лето	6,00 ± 1,12	6,00 ± 0,84	5,00 ± 0,35		6,00 ± 0,42	7,00 ± 0,91	7,00 ± 0,27
осень	11,00 ± 0,77	4,70 ± 0,49	2,00 ± 0,07		3,00 ± 0,14	4,00 ± 0,12	5,10 ± 0,35
2016							
весна	5,00 ± 0,41	6,50 ± 0,46	7,00 ± 0,49		7,00 ± 0,56	6,10 ± 0,39	5,00 ± 0,49
лето	5,00 ± 0,75	6,00 ± 1,33	7,00 ± 0,77		7,00 ± 0,72	6,11 ± 1,13	5,00 ± 0,77
осень	2,00 ± 0,96	3,00 ± 0,42	3,00 ± 0,29		4,00 ± 0,14	4,00 ± 0,40	3,05 ± 0,27
2017							
весна	4,30 ± 0,29	5,60 ± 0,31	6,20 ± 0,57		6,09 ± 0,22	5,70 ± 0,30	5,10 ± 0,49
лето	4,70 ± 0,36	6,10 ± 1,01	6,49 ± 0,71		6,21 ± 0,38	5,70 ± 0,93	5,00 ± 0,73
осень	2,10 ± 0,81	3,10 ± 0,12	3,15 ± 0,21		3,28 ± 0,17	4,12 ± 0,28	3,65 ± 0,18
2018							
весна	3,90 ± 0,11	5,20 ± 0,16	5,60 ± 0,46		5,19 ± 0,07	5,00 ± 0,10	4,10 ± 0,29
лето	4,17 ± 0,15	5,25 ± 0,22	5,89 ± 0,23		5,24 ± 0,24	4,20 ± 0,23	4,00 ± 0,52
осень	1,80 ± 0,13	3,12 ± 0,10	3,00 ± 0,03		3,01 ± 0,01	2,72 ± 0,37	2,25 ± 0,11

Время отбора проб	Канал им. 1 Мая (мост по ул. Кирова)	р. Волга (17-я Пристань)	Приволжский затон (железнодорожный мост)	Рукав Царев (дамба)	Рукав Кутум (район рынка Большие Исады)	Канал Золотой Затон (район ОАО «Каспрыб-Холод-Флот»)	Рукав Прямая Болда (район Центрального стадиона)
Содержание свинца (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	1,00 ± 0,07	0,90 ± 0,06	2,00 ± 0,14		2,20 ± 0,15	1,00 ± 0,07	1,30 ± 0,09
лето	3,00 ± 0,21	2,00 ± 0,14	6,78 ± 0,12		4,99 ± 0,14	3,00 ± 0,21	2,00 ± 0,14
осень	3,00 ± 0,87	2,20 ± 0,11	8,80 ± 0,62		9,10 ± 0,63	3,20 ± 0,22	4,00 ± 0,28
2016							
весна	1,00 ± 0,07	1,45 ± 0,10	2,80 ± 0,06		1,20 ± 0,08	1,00 ± 0,07	1,00 ± 0,07
лето	2,00 ± 0,14	2,80 ± 0,13	6,00 ± 0,42		3,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21	3,70 ± 0,26
осень	3,00 ± 0,35	2,80 ± 0,55	4,40 ± 0,10		2,90 ± 0,48	3,20 ± 0,22	2,70 ± 0,19
2017							
весна	0,80 ± 0,06	1,00 ± 0,07	1,60 ± 0,11		2,00 ± 0,14	0,70 ± 0,05	1,00 ± 0,07
лето	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14	2,50 ± 0,18		1,78 ± 0,12	1,00 ± 0,21	2,00 ± 0,14
осень	1,80 ± 0,13	3,00 ± 0,21	1,00 ± 0,07		8,80 ± 0,62	2,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21
2018							
весна	1,15 ± 0,10	1,10 ± 0,12	1,40 ± 0,05		1,60 ± 0,22	0,70 ± 0,05	1,00 ± 0,07
лето	3,10 ± 0,43	2,20 ± 0,35	2,10 ± 0,37		1,72 ± 0,10	1,10 ± 0,15	1,30 ± 0,14
осень	1,60 ± 0,05	2,50 ± 0,09	1,00 ± 0,35		2,80 ± 0,53	1,40 ± 0,14	2,00 ± 0,21
Содержание кадмия (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	0,67 ± 0,05	0,80 ± 0,06	1,00 ± 0,07	0,80 ± 0,06	0,30 ± 0,02	0,90 ± 0,06	0,50 ± 0,04
лето	5,00 ± 0,35	6,20 ± 0,43	5,00 ± 0,35	0,70 ± 0,05	2,00 ± 0,14	5,50 ± 0,39	6,00 ± 0,42
осень	2,00 ± 0,14	0,74 ± 0,05	1,20 ± 0,08	2,70 ± 0,04	0,90 ± 0,06	0,55 ± 0,04	0,34 ± 0,02
2016							
весна	3,00 ± 0,21	0,60 ± 0,04	0,20 ± 0,01	0,76 ± 0,05	0,67 ± 0,05	0,90 ± 0,06	1,20 ± 0,08
лето	3,00 ± 0,21	0,40 ± 0,03	1,80 ± 0,13	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	3,00 ± 0,21	0,80 ± 0,06
осень	0,80 ± 0,06	6,00 ± 0,42	1,00 ± 0,07	0,60 ± 0,04	2,00 ± 0,14	2,10 ± 0,15	2,10 ± 0,15
2017							
весна	1,60 ± 0,11	0,80 ± 0,06	1,00 ± 0,07	1,40 ± 0,10	0,60 ± 0,04	0,60 ± 0,04	0,90 ± 0,06
лето	4,70 ± 0,33	6,20 ± 0,43	5,00 ± 0,35	5,30 ± 0,37	6,70 ± 0,47	5,60 ± 0,39	1,00 ± 0,07
осень	0,70 ± 0,05	0,74 ± 0,05	1,20 ± 0,08	1,50 ± 0,11	1,80 ± 0,13	1,90 ± 0,13	1,00 ± 0,07
2018							
весна	1,30 ± 0,35	1,80 ± 0,26	1,00 ± 0,07	1,10 ± 0,10	0,80 ± 0,23	0,58 ± 0,10	1,00 ± 0,07
лето	2,70 ± 0,11	2,20 ± 0,40	2,05 ± 0,35	2,30 ± 0,37	4,70 ± 0,45	2,30 ± 0,31	0,70 ± 0,05
осень	1,70 ± 0,05	1,64 ± 0,25	1,20 ± 0,22	1,20 ± 0,40	1,20 ± 0,18	1,70 ± 0,63	2,00 ± 0,14
Содержание ртути (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	3,90 ± 0,27	4,00 ± 0,28	0,77 ± 0,05	1,00 ± 0,07	5,00 ± 0,35	1,10 ± 0,08	2,00 ± 0,14
лето	4,80 ± 0,34	6,10 ± 0,43	1,22 ± 0,09	7,00 ± 0,49	9,20 ± 0,64	3,00 ± 0,21	9,90 ± 0,69
осень	10,50 ± 0,74	10,78 ± 0,75	8,70 ± 0,61	2,00 ± 0,14	4,00 ± 0,28	1,00 ± 0,11	4,00 ± 0,28
2016							
весна	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	1,00 ± 0,07	3,00 ± 0,21	6,00 ± 0,42	7,00 ± 0,49	2,00 ± 0,14
лето	2,70 ± 0,19	6,30 ± 0,44	8,00 ± 0,56	7,00 ± 0,49	8,00 ± 0,56	10,00 ± 0,70	4,00 ± 0,28
осень	7,00 ± 0,49	9,00 ± 0,84	5,00 ± 0,35	5,00 ± 0,35	5,00 ± 0,35	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14
2017							
весна	2,00 ± 0,14	4,00 ± 0,28	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	1,00 ± 0,07	2,60 ± 0,18	3,00 ± 0,21
лето	3,00 ± 0,21	9,00 ± 0,63	9,00 ± 0,63	7,00 ± 0,49	8,00 ± 0,56	4,20 ± 0,29	6,00 ± 0,42
осень	4,00 ± 0,28	6,00 ± 0,42	4,00 ± 0,28	3,00 ± 0,21	5,00 ± 0,35	6,30 ± 0,44	2,00 ± 0,14
2018							
весна	2,20 ± 0,05	5,00 ± 0,35	2,50 ± 0,18	5,00 ± 0,35	4,00 ± 0,28	0,77 ± 0,05	5,00 ± 0,35
лето	3,10 ± 0,11	6,00 ± 0,42	5,60 ± 0,39	7,00 ± 0,49	6,10 ± 0,43	1,22 ± 0,09	7,00 ± 0,49
осень	3,90 ± 0,32	12,00 ± 0,84	3,20 ± 0,22	5,00 ± 0,35	10,78 ± 0,75	8,70 ± 0,61	5,00 ± 0,35

Время отбора проб	Канал им. 1 Мая (мост по ул. Кирова)	р. Волга (17-я Пристань)	Приволжский затон (железнодорожный мост)	Рукав Царев (дамба)	Рукав Кутум (район рынка Большие Исады)	Канал Золотой Затон (район ОАО «Каспрыб-Холод-Флот»)	Рукав Прямая Болда (район Центрального стадиона)
Содержание никеля (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	2,50 ± 0,18	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14	3,20 ± 0,22	4,00 ± 0,28	3,70 ± 0,26	2,80 ± 0,20
лето	2,00 ± 0,14	4,00 ± 0,28	5,00 ± 0,35	10,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	10,00 ± 0,70	8,00 ± 0,56
осень	11,00 ± 0,77	7,50 ± 0,53	1,60 ± 0,12	3,00 ± 0,21	3,10 ± 0,22	2,90 ± 0,20	2,00 ± 0,14
2016							
весна	1,70 ± 0,12	3,70 ± 0,26	2,50 ± 0,18	3,00 ± 0,21	2,60 ± 0,18	2,10 ± 0,15	3,00 ± 0,21
лето	2,00 ± 0,14	2,00 ± 0,14	8,00 ± 0,56	8,00 ± 0,56	9,00 ± 0,63	7,00 ± 0,49	3,00 ± 0,21
осень	9,00 ± 0,63	8,90 ± 0,62	3,00 ± 0,21	2,10 ± 0,15	3,40 ± 0,24	3,60 ± 0,25	6,00 ± 0,42
2017							
весна	1,50 ± 0,11	4,00 ± 0,28	2,00 ± 0,14	3,80 ± 0,27	2,70 ± 0,19	2,30 ± 0,16	2,50 ± 0,18
лето	1,40 ± 0,10	4,40 ± 0,31	6,00 ± 0,42	5,30 ± 0,37	7,00 ± 0,49	9,00 ± 0,63	5,00 ± 0,35
осень	7,00 ± 0,49	8,90 ± 0,62	2,00 ± 0,14	2,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21	2,80 ± 0,20	2,00 ± 0,14
2018							
весна	2,00 ± 0,14	4,20 ± 0,29	3,00 ± 0,21	3,50 ± 0,25	3,80 ± 0,27	3,00 ± 0,21	1,80 ± 0,13
лето	2,10 ± 0,15	4,90 ± 0,34	10,00 ± 0,70	8,00 ± 0,56	9,00 ± 0,63	8,00 ± 0,56	8,00 ± 0,56
осень	9,20 ± 0,64	8,00 ± 0,56	1,80 ± 0,13	1,90 ± 0,13	2,60 ± 0,18	2,60 ± 0,18	5,00 ± 0,35
Содержание кобальта (мг / дм ³) в воде внутренних водоемов г. Астрахани (n = 4)							
2015							
весна	2,20 ± 0,05	5,00 ± 0,35	2,50 ± 0,18	5,00 ± 0,35	4,00 ± 0,28	0,77 ± 0,05	5,00 ± 0,35
лето	3,10 ± 0,11	6,00 ± 0,42	5,60 ± 0,39	7,00 ± 0,49	6,10 ± 0,43	1,22 ± 0,09	7,00 ± 0,49
осень	3,90 ± 0,32	12,00 ± 0,84	3,20 ± 0,22	5,00 ± 0,35	10,78 ± 0,75	8,70 ± 0,61	5,00 ± 0,35
2016							
весна	0,80 ± 0,06	0,70 ± 0,05	0,80 ± 0,06	0,80 ± 0,56	0,70 ± 0,49	2,00 ± 0,14	0,67 ± 0,05
лето	1,30 ± 0,09	2,00 ± 0,14	2,00 ± 0,35	1,20 ± 0,08	3,00 ± 0,56	2,10 ± 0,43	2,00 ± 0,56
осень	2,00 ± 0,70	1,00 ± 0,07	1,30 ± 0,09	2,50 ± 0,60	2,00 ± 0,14	1,60 ± 0,11	1,13 ± 0,08
2017							
весна	1,00 ± 0,07	2,00 ± 0,01	1,50 ± 0,11		2,00 ± 0,14	1,00 ± 0,07	1,40 ± 0,10
лето	0,50 ± 0,04	1,140,00 ±	2,00 ± 0,28		2,00 ± 0,78	2,10 ± 0,15	2,20 ± 0,22
осень	1,00 ± 0,35	0,074,90 ±	2,00 ± 0,28		1,50 ± 0,11	1,20 ± 0,08	1,70 ± 0,12
2018							
весна	1,70 ± 0,12	0,77 ± 0,05	1,00 ± 0,07		0,80 ± 1,7	1,00 ± 0,07	1,00 ± 0,07
лето	2,00 ± 0,35	1,23 ± 0,09	2,00 ± 0,21		0,062,20 ±	3,00 ± 0,28	3,00 ± 0,28
осень	1,20 ± 0,08	1,70 ± 0,68	2,00 ± 0,18		0,222,10 ±	2,60 ± 0,18	2,00 ± 0,14

По средним показателям за весь период исследования суммарная концентрация тяжелых металлов в некоторых точках остается на достаточно высоком уровне, о чем свидетельствует неудовлетворительное качество воды в пунктах отбора проб. В воде присутствуют не только биохимические легкоокисляющиеся составляющие органических веществ, но и значительное количество трудно окисляющейся техногенной органики и неорганических восстановленных соединений.

Геохимическое исследование водотоков малых урбанизированных систем на примере г. Астрахань позволило выявить неблагоприятную обстановку, сложившуюся на водотоках города. Оценка качества вод на территории города начала проводиться еще в 2004 г. За это время был собран огромный фактический материал о составе поверхностных вод, загрязнении их различного рода поллютантами и проведен статистический анализ, позволивший выявить тенденцию варьирования загрязнения водоемов.

Гидрографическая сеть города взаимосвязана. Этим характеризуется большое распространение полотантов по всем водоемам. При оценке качества вод гидрохимическими методами мы учитывали протяженность водотоков, наличие загрязняющих объектов по берегам, зарегулированность многих водотоков сетью дамб и использование их в рекреационных целях. Интенсивное использование поверхностных вод привело к деградации водной экосистемы, что заключается в неблагоприятном качестве поверхностных вод по результатам исследований проводимых на водотоках.

Состояние малых водотоков урбосреды сегодня является важнейшим показателем экологического благополучия города, т.к. они являются неотъемлемыми элементами всей ландшафтно-архитектурной системы населенного пункта, поддерживают гомеостаз ландшафта. В связи с этим обусловлена необходимость постоянного мониторинга водных объектов в условиях урбосреды.

Список литературы

1. Болонина Г. В. Геоэкологическая оценка состояния водоемов агломератов в условиях городской среды / Г. В. Болонина, А. Н. Мармилов, Т. С. Чигина, Е. Н. Свечникова // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2015. – № 1 (56). – С. 171–179.
2. Дергачева А. С. Геоэкологическая характеристика гидрологической сети Астраханской области в условиях антропогенного воздействия / А. С. Дергачева, Д. Н. Худаева, Г. В. Крыжановская // *Инновации, технологии, наука : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. : Сукиасян Асатур Альбертович*. – 2015. – С. 248–250.
3. Крыжановская Г. В. Геоэкологическая оценка состояния поверхностных вод рукава Кизань Камызякского района Астраханской области с предложением мер по сохранению геоэкологического благополучия водотока и его акватории / Г. В. Крыжановская, И. С. Шарова, М. С. Безуглова, А. Н. Мармилов // *Современные проблемы обеспечения экологической безопасности : сб. мат-лов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. – Орел : Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, 2017. – С. 178–184.
4. Безуглова М. С. Физико-географические и геоэкологические особенности гидрографической сети Нижнего Поволжья и развитие водных видов туризма / М. С. Безуглова, И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2016. – № 4 (63). – С. 95–106.
5. Локтионова Е. Г. Экологические проблемы водопользования в условиях городской среды : монография / Е. Г. Локтионова, А. Н. Бармин, Л. А. Морозова, М. С. Гурьева, Г. В. Болонина. – Москва : КНОРУС ; Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2014. – 198 с.
6. Никитина Л. И. Определение качества воды по биологическим, физическим и химическим показателям / Л. И. Никитина. – Хабаровск, 2008. – 78 с.
7. Нормативы ПДК примесей в воде хозяйственного, питьевого и бытового назначения использования. – Режим доступа: <http://ozonika.ru/book/export/html/30>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. Шпейзер Г. М. Руководство по химическому анализу вод : метод. пос. / Г. М. Шпейзер, Л. А. Минеева. – Иркутск, 2006. – 55 с.

Reference

1. Bolonina G. V., Mamilov A. N., Chigina T. S., Svechnikova Ye. N. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya vodoemov aglomeratov v usloviyakh gorodskoy sredy [Geoecological assessment of the status of water bodies agglomerates in the urban environment]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2015, no. 1 (56), pp. 171–179.
2. Dergacheva A. S., Chudaeva D. N., Kryzhanovskaya G. V. Geoekologicheskaya kharakteristika gidrologicheskoy seti Astrakhanskoy oblasti v usloviyakh antropogennoy vozddeystviya [Geoecological characteristic of the hydrological network of the Astrakhan region in the conditions of anthropogenic influence]. *Innovatsii, tekhnologii, nauka : sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovation, Technology, Science. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], 2015, pp. 248–250.
3. Kryzhanovskaya G. V., Sharova I. S., Bezuglova M. S., Marmilov A. N. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya poverkhnostnykh vod rukava Kizan Kamzyakskogo rayona Astrakhanskoy oblasti

s predlozheniem mer po sokhraneniyu geo-ekologicheskogo blagopoluchiya vodotoka i ego akvatorii [Geoecological assessment of the state of surface waters of the kizan sleeve of the Kamyzyaksky district of the Astrakhan region with the proposal of measures to preserve the geoecological well-being of the watercourse and its waters]. *Sovremennye problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti : sbornik materialov Vserossiyskoy ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Modern problems of Environmental Safety. Proceedings of the All-Russian Intramural and Extramural Scientific and Practical Conference with International Participation], Orel, Orel State University named Ivan Turgenev Publ. House, 2017, pp. 178–184.

4. Bezuglova M. S., Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V. Fiziko-geograficheskie i geoeologicheskie osobennosti gidrograficheskoy seti Nizhnego Povolzhya i razvitie vodnykh vidov turizma [Physical and geographical and geological features of the hydrographic network of the Lower Volga region and the development of water tourism]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2016, no. 4 (63), pp. 95–106.

5. Loktionova Ye. G., Barmin A. N., Morozova L. A., Gureva M. S., Bolonina G. V. *Ekologicheskie problemy vodopolzovaniya v usloviyakh gorodskoy sredy* [Ecological problems of water use in the urban environment], Moscow, KNORUS Publ. House ; Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2014. 198 p.

6. Nikitina L. I. *Opreделение kachestva vody po biologicheskim, fizicheskim i khimicheskim pokazatelyam* [Determination of water quality by biological, physical and chemical parameters], Khabarovsk, 2008. 78 p.

7. *Normativy PDK primesey v vode khozyaystvenno- go, pitevogo i bytovogo naznacheniya ispolzovaniya* [Standards MPC impurities in the water of economic, drinking and domestic use]. Available at: <http://ozonika.ru/book/export/html/30>. Shpeyzer G. M., Mineeva L. A. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod* [Guide to chemical analysis of water], Irkutsk, 2006. 55 p.