

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 1 / 2023, Vol. 15, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/36NZVN123.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Крыжановская, Г. В. Геоэкологическая оценка величины антропогенной нагрузки на городские аквальные комплексы (на примере рукава Кутум) / Г. В. Крыжановская, И. С. Шарова, М. С. Безуглова, И. В. Бузякова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/36NZVN123.pdf>

**For citation:**

Kryzhanovskaya G.V., Sharova I.S., Bezuglova M.S., Buzyakova I.V. Geocological assessment of the magnitude of anthropogenic load on urban aquatic complexes (using the example of the Kutum arm). *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(1): 36NZVN123. Available at: <https://esj.today/PDF/36NZVN123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 504.064.2; 504.4.054; 504.062.4

**Крыжановская Галина Викторовна**

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», Астрахань, Россия  
Доцент кафедры «Географии, картографии и геоинформатики»  
Кандидат географических наук, доцент  
E-mail: galajim@mail.ru  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=621294](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=621294)

**Шарова Ирина Сергеевна**

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», Астрахань, Россия  
Доцент кафедры «Географии, картографии и геоинформатики»  
Кандидат географических наук, доцент  
E-mail: kerina-best@mail.ru  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=616374](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=616374)

**Безуглова Марина Сергеевна**

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева», Астрахань, Россия  
Доцент кафедры «Географии, картографии и геоинформатики»  
Кандидат географических наук, доцент  
E-mail: marinadenis@yandex.ru  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=495635](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=495635)

**Бузякова Инна Валерьевна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,  
Москва, Россия  
Доцент кафедры «Инженерных изысканий и геоэкологии»  
Кандидат географических наук, доцент  
E-mail: buzyakova@mail.ru  
РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=128264](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=128264)

**Геоэкологическая оценка величины  
антропогенной нагрузки на городские аквальные  
комплексы (на примере рукава Кутум)**

**Аннотация.** Важным направлением исследования урбанизированных территорий является экодиагностика, при которой определяется и исследуется современное состояние селитебных территорий, изменения антропогенного характера, а также геоэкологические свойства аквальных комплексов. Целью данного исследования является определение количественных и качественных характеристик внутренних водоемов для дальнейшего мониторинга и прогнозирования их состояния.

В Астраханских водоемах в настоящее время имеются загрязнения как природного, так и техногенного характера. Из городской урбанизированной территории поступают в больших количествах антропогенные взвеси.

Актуальным и необходимым условием является выбор приоритетных критериев и показателей, которые более точно представят геоэкологические особенности исследуемого водного объекта в тесной взаимосвязи с показателями антропогенных и природных факторов окружающей среды.

Проектные ошибки размещения промышленных предприятий в неблагоприятных природных условиях, нерациональная жилая застройка селитебных территорий создают в будущем проблемы для эффективного развития городов и создания благоприятной среды жизни для населения.

Оценка качества поверхностных внутренних водоемов объединяет в себя методы химического и биологического мониторинга, которые в дальнейшем могут быть рекомендованы для целей совершенствования природоохранной деятельности на исследуемой урбанизированной территории.

Проведенные исследования позволили получить результаты концентрации различных химических веществ в водоемах. Это позволяет оценить уровень загрязнения в водотоках и влияние урбанизации на его экологическое состояние.

Данный водоем является важным источником обеспечения водных ресурсов города. В дальнейшем планируется разработка рекомендаций и предложений для уменьшения концентрации вредных химических веществ в городских водоемах.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг; урбосреда; аквальные комплексы; поллютанты; экологическое состояние водотоков; урбанизированные территории

## Введение

Астрахань представляет собой комплекс условий жизни людей, использующих эту урбосреду, с целью удовлетворения своих потребностей. Человек взаимодействует с урбанизированными образованиями в сфере производства материальных благ, а также в сфере потребления, в результате чего элементы селитебной территории качественно и количественно модифицируются в пространстве и во времени. Одним из таких элементов являются урбанизированные аквальные комплексы [1; 2].

Целью данной работы является определение уровня загрязнения тяжелыми металлами рукава Кутум, который является рукавом Волги в ее дельте, с применением комплексных методов мониторинговых исследований в период с 2017 по 2021 гг.

Рукав Кутум, прорезающий левобережную часть города с запада на восток, является одним из бесчисленных рукавов Волги. Кутум начинается со Стрелки, т. е. мыса, где от русла Волги отходит этот рукав, и протекает в межбугровых понижениях на восток и за пределами городской черты соединяется с рукавом Большая Болда. В настоящее время русло рукава Кутум в черте города зарегулировано. Протяженность в городской черте 4,8 км, ширина 30–90 метров, глубина 1,31–2,06 м, пересекает город с юго-запада и объединяется с каналом имени 1 Мая в юго-восточной части города.

Основными источниками поступления воды в рукав Кутум на участке восточнее дамбы являются: сброс нормативно-чистых вод Астраханской ГРЭС и ливне-дренажные стоки с территории городской застройки: микрорайонов Юго-Востока 1,2,3 и ул. С. Перовской.

Наблюдаются участки произрастания камыша, и мягкая водная растительность в летний период исследований занимала 20 % акватории.

Берега рукава Кутум укреплены уголковыми и шпунтовыми стенками. Набережная облицована, выведены устройства ливневых выпусков с прилегающих дорог и застеночного дренажа, а также образована территория «променадной» части набережной с планировкой откосов.

В данный момент в водоеме имеются загрязнения как природного, так и техногенного характера [3]. Городская урбанизированная территория сама по себе — источник поступления в городские водоемы антропогенных взвесей. Количественный показатель выноса взвесей с таких территорий в несколько раз превышает их объем, поступающий в водоток из окружающих природных ландшафтов сопоставимый по площади [4].

### Материалы и методы

В зависимости от почвенных, гидрологических, климатических и других особенностей формируется химический и антропогенно-измененный состав, а также свойства воды рукава Кутум. С интенсивностью биологических процессов, с сезонными колебаниями гидрометеоусловий связан состав воды и естественный характер ее изменения. В настоящее время актуальной проблемой является отсутствие банка данных информации о многолетних мониторинговых исследованиях водотоков Астраханской области, что не позволяет определить состояние конкретного внутригородского поверхностного водоема.

Актуальным и необходимым условием является выбор приоритетных критериев и показателей, которые более точно представят геоэкологические особенности исследуемого водного объекта в тесной взаимосвязи с показателями антропогенных и природных факторов окружающей среды [5]. Вследствие проведения экодиагностики рукава Кутум и определения конкретных геоэкологических ситуаций на акватории, использовались материалы мониторинговых, химико-биологических исследований состояния водотока, которые были определены в качестве экологически значимых, нарушение которых приводит к природоохранным проблемам.

Исследуемые водные образцы отбирались еженедельно. Точки отбора проб были установлены с учетом гидрометрических и морфометрических особенностей водоема, расположения источника загрязнения, объема и состава сбрасываемых сточных вод и в соответствии с правилами охраны поверхностных вод от загрязнения. Створы, располагались в непосредственной близости промышленных и хозяйственных объектов, а также объектов коммунально-бытового хозяйства:

- Створ 1. Петровская набережная (стрелка у ЗАГСа).
- Створ 2. Коммерческий мост по ул. Красная Набережная.
- Створ 3. Сапожниковский мост по ул. Красная Набережная.
- Створ 4. Красный мост по ул. Красная Набережная.
- Створ 5. Ямгурчевский мост по ул. Красная Набережная.
- Створ 6. Мост по ул. Магнитогорская.
- Створ 7. В районе ул. 2-я Камышовая.
- Створ 8. По ул. Хасьяновой (район слияния рукава Кутум и ерика Казачий).

Отбор и консервация проб поверхностных вод производились в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» а также Р 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод».

Загрязнение водоемов токсическими веществам в настоящее время можно отнести к основным, как по масштабам распространения, так и по силе воздействия на гидробионты. В качестве биологического метода было выбрано биотестирование по трофической цепи *in vitro* с применением в качестве тест-организмов: *Chlorella vulgaris*, *Poecilia reticulata* и *Daphnia Magna*. Свои преимущества и недостатки имела каждая группа организмов в качестве биологического индикатора, которые определили границы ее применения при решении поставленных задач.

*Chlorella vulgaris* играет в водных экосистемах важную роль, поскольку является поставщиком первичной продукции. Наличие и количество пигментов, в частности хлорофилла, а, его концентрация служит показателем состояния фитопланктона и позволяет судить и о трофности водного объекта, и о его токсичности, т. е. о качестве вод.

Исследования рукава Кутум, проводимые с использованием *Daphnia Magna*, дают интегральную оценку токсичности, вызываемую суммарным действием всего комплекса токсичных веществ, содержащихся в водотоке, с учетом их антагонистического и синергетического взаимодействия.

Метод биотестирования по исследованию состояния токсичности поверхностных вод водотока с применением в качестве тест-объекта *Daphnia Magna* основан на определении изменений выживаемости дафний при воздействии токсических веществ, содержащихся в тестируемой воде, по сравнению с контролем.

### Результаты исследований

Критерием оценки качества воды при использовании нашей модели являлись показатели роста микроводоросли хлорелла в пробах испытуемой воды. Биотестирование включало следующие операции: приготовление контрольных и опытных сред, внесение в них клеток тест-организма (клетки хлореллы штамма *Chlorella vulgaris*), изучение динамики роста клеток в течение 8 дней, сравнительный анализ полученных данных (табл. 1).

Таблица 1

#### Определение токсичности поверхностных вод водотока с применением в качестве тест-объекта *Chlorella vulgaris* в период с 2017 по 2021

Пробы	Количество клеток на 1 мл в сутки				
	0	2	4	6	8
Створ 1. Петровская набережная (стрелка у ЗАГСа)					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$17,4 \times 10^6 \pm 0,45$	$22,5 \times 10^6 \pm 0,52$	$22,5 \times 10^6 \pm 0,8$	$21,5 \times 10^6 \pm 0,65$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,56$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,39$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,4$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,2 \times 10^6 \pm 0,26$	$6,5 \times 10^6 \pm 0,35$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,6$	$3,5 \times 10^6 \pm 0,5$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,72$	$5,5 \times 10^6 \pm 0,15$	$4,1 \times 10^6 \pm 0,2$	$4,5 \times 10^6 \pm 0,8$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,43$	$6 \times 10^6 \pm 0,67$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,1$	$3,8 \times 10^6 \pm 0,4$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,1 \times 10^6 \pm 0,29$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,54$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,7$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,6$
Створ 2. Коммерческий мост по ул. Красная Набережная					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$14,4 \times 10^6 \pm 0,23$	$19,5 \times 10^6 \pm 0,72$	$21,3 \times 10^6 \pm 0,4$	$20,9 \times 10^6 \pm 0,22$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,52$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,1$	$4,8 \times 10^6 \pm 0,3$	$4,1 \times 10^6 \pm 0,1$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,4 \times 10^6 \pm 0,67$	$6,2 \times 10^6 \pm 0,26$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,2$	$3,2 \times 10^6 \pm 0,2$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,1 \times 10^6 \pm 0,13$	$4,5 \times 10^6 \pm 0,8$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,4$	$3,5 \times 10^6 \pm 0,2$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,8 \times 10^6 \pm 0,73$	$4,1 \times 10^6 \pm 0,6$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,7$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,9$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,4 \times 10^6 \pm 0,51$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,43$	$4,2 \times 10^6 \pm 0,5$	$3,5 \times 10^6 \pm 0,6$

Пробы	Количество клеток на 1 мл в сутки				
	0	2	4	6	8
<b>Створ 3. Сапожниковский мост по ул. Красная Набережная</b>					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$18,3 \times 10^6 \pm 0,29$	$21,6 \times 10^6 \pm 0,17$	$21,9 \times 10^6 \pm 0,7$	$22,8 \times 10^6 \pm 0,62$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$4,5 \times 10^6 \pm 0,8$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,1$	$4,2 \times 10^6 \pm 0,2$	$3,5 \times 10^6 \pm 0,5$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6 \times 10^6 \pm 0,61$	$5,4 \times 10^6 \pm 0,18$	$4,9 \times 10^6 \pm 0,9$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,5$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,6 \times 10^6 \pm 0,72$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,3$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,4$	$4,2 \times 10^6 \pm 0,76$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,5 \times 10^6 \pm 0,15$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,4$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,4$	$4,5 \times 10^6 \pm 0,8$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,28$	$5,5 \times 10^6 \pm 0,87$	$4,2 \times 10^6 \pm 0,7$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,6$
<b>Створ 4. Красный мост по ул. Красная Набережная</b>					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$16,7 \times 10^6 \pm 0,22$	$18,4 \times 10^6 \pm 0,52$	$23,1 \times 10^6 \pm 0,6$	$22,9 \times 10^6 \pm 0,38$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,4 \times 10^6 \pm 0,57$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,18$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,9$	$3,2 \times 10^6 \pm 0,7$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,4 \times 10^6 \pm 0,48$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,1$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,1$	$3,4 \times 10^6 \pm 0,9$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,6 \times 10^6 \pm 0,43$	$5,7 \times 10^6 \pm 0,5$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,63$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,2$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,72$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,1$	$4,1 \times 10^6 \pm 0,3$	$3,8 \times 10^6 \pm 0,8$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,3 \times 10^6 \pm 0,67$	$5,7 \times 10^6 \pm 0,43$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,9$	$3,2 \times 10^6 \pm 0,6$
<b>Створ 5. Ямгурчевский мост по ул. Красная Набережная</b>					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$17,9 \times 10^6 \pm 0,49$	$19,5 \times 10^6 \pm 0,22$	$21,5 \times 10^6 \pm 0,1$	$21,9 \times 10^6 \pm 0,78$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,2 \times 10^6 \pm 0,56$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,22$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,21$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,29$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,3$	$4,2 \times 10^6 \pm 0,27$	$3,3 \times 10^6 \pm 0,15$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,47$	$5,4 \times 10^6 \pm 0,21$	$4,9 \times 10^6 \pm 0,15$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,91$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,7 \times 10^6 \pm 0,3$	$6,2 \times 10^6 \pm 0,17$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,23$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,8$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,29$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,9$	$3,7 \times 10^6 \pm 0,6$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,24$
<b>Створ 6. Мост по ул. Магнитогорская</b>					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$12,7 \times 10^6 \pm 0,11$	$16,8 \times 10^6 \pm 0,47$	$19,4 \times 10^6 \pm 0,6$	$20,7 \times 10^6 \pm 0,25$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,79$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,18$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,9$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,29$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,56$	$5,5 \times 10^6 \pm 0,29$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,55$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,84$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,7$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,1$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,89$	$3,7 \times 10^6 \pm 0,29$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,4 \times 10^6 \pm 0,26$	$5,3 \times 10^6 \pm 0,15$	$4,7 \times 10^6 \pm 0,5$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,95$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,1 \times 10^6 \pm 0,36$	$5,7 \times 10^6 \pm 0,9$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,2$	$3,3 \times 10^6 \pm 0,11$
<b>Створ 7. В районе ул. 2-я Камышовая</b>					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$17,4 \times 10^6 \pm 0,43$	$20,8 \times 10^6 \pm 0,17$	$21,6 \times 10^6 \pm 0,3$	$21,9 \times 10^6 \pm 0,82$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,43$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,72$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,84$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,91$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,3$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,77$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,3$	$3,8 \times 10^6 \pm 0,76$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,2 \times 10^6 \pm 0,32$	$6,3 \times 10^6 \pm 0,19$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,1$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,59$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,3$	$4,3 \times 10^6 \pm 0,15$	$3,8 \times 10^6 \pm 0,9$	$3,1 \times 10^6 \pm 0,91$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,4 \times 10^6 \pm 0,29$	$4,9 \times 10^6 \pm 0,56$	$3,9 \times 10^6 \pm 0,8$	$3,3 \times 10^6 \pm 0,15$
<b>Створ 8. По ул. Хасьяновой (район слияния рукава Кутум и ерика Казачий)</b>					
Контроль	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$15,7 \times 10^6 \pm 0,28$	$17,5 \times 10^6 \pm 0,37$	$19,8 \times 10^6 \pm 0,8$	$20,5 \times 10^6 \pm 0,95$
2017	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,1 \times 10^6 \pm 0,26$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,3$	$4,4 \times 10^6 \pm 0,8$	$3,4 \times 10^6 \pm 0,9$
2018	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,8 \times 10^6 \pm 0,89$	$5,6 \times 10^6 \pm 0,7$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,3$	$3,6 \times 10^6 \pm 0,91$
2019	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,56$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,1 \times 10^6 \pm 0,7$	$4,6 \times 10^6 \pm 0,9$
2020	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$5,9 \times 10^6 \pm 0,19$	$4,8 \times 10^6 \pm 0,56$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,41$	$4,2 \times 10^6 \pm 0,76$
2021	$5 \times 10^6 \pm 0,6$	$6,1 \times 10^6 \pm 0,23$	$5,2 \times 10^6 \pm 0,51$	$4,5 \times 10^6 \pm 0,5$	$3,7 \times 10^6 \pm 0,96$

Согласно полученным нами данным, превышение ПДК некоторых соединений в речной воде рукава Кутум, оказывает прямое воздействие на рост штамма *Chlorella vulgaris*. Реакция организмов фитопланктона на токсическое воздействие водной среды оказалась сходной с реакцией зоопланктона и ихтиофауны в некоторых исследованиях. Но, с другой стороны, токсичное действие воды водоемов на фитопланктон выражено более ярко, чем на зоопланктон, что приводило к угнетению размножения *Chlorella vulgaris*. По данным токсикологических исследований, среднее увеличение роста клеток водоросли в пробах на пунктах не превышала уровень допустимый в контроле, а наоборот в 2–3 раза была меньше него. Таким образом результаты исследований указывают на неудовлетворительное состояние аквального комплекса.

Характеристики и параметры экологического состояния по комплексу биологических показателей показали гибель исследуемых тест-организмов в 50–70 % случаев от контроля (табл. 2). В контроле выживаемость тест-организмов была наивысшей, а после опыта в живых осталось 90–100 % особей [6].

Таблица 2

**Определение токсичности поверхностных вод водотока  
с применением в качестве тест-объекта *Daphnia Magna* в период с 2017 по 2021**

Точка отбора проб поверхностных вод	Дата биотестирования	Смертность тест-организмов в опыте, % к контролю (усредненные показатели)
Створ 1. Петровская набережная (стрелка у ЗАГСа)	2017	40
	2018	30
	2019	50
	2020	50
	2021	40
Створ 2. Коммерческий мост по ул. Красная Набережная	2017	50
	2018	40
	2019	40
	2020	60
	2021	50
Створ 3. Сапожниковский мост по ул. Красная Набережная	2017	50
	2018	60
	2019	40
	2020	50
	2021	70
Створ 4. Красный мост по ул. Красная Набережная	2017	70
	2018	80
	2019	80
	2020	70
	2021	70
Створ 5. Ямгурчевский мост по ул. Красная Набережная	2017	60
	2018	60
	2019	70
	2020	60
	2021	60
Створ 6. Мост по ул. Магнитогорская	2017	70
	2018	50
	2019	60
	2020	60
	2021	60
Створ 7. В районе ул. 2-я Камышовая	2017	60
	2018	50
	2019	50
	2020	60
	2021	50
Створ 8. По ул. Хасьяновой (район слияния рукава Кутум и ерика Казачий)	2017	60
	2018	60
	2019	70
	2020	70
	2021	60

Результаты токсикологического анализа поверхностных вод показали, что наиболее токсичны воды створов 4 и 6, где показатель жизнедеятельности испытуемых организмов при неразбавленной пробе был равен 20 % уже через 2 часа опыта и соответственно 70 % через 96 часов.

В исследовании ихтиофауны применялась методика по оценке выживаемости гуппи в качестве основных показателей при оценке влияния токсических веществ и определении ПДК для рыб (табл. 3).

Таблица 3

**Определение токсичности поверхностных вод водотока с применением в качестве тест-объекта *Roecilia reticulata* в период 2017–2021 гг.**

Точка отбора проб поверхностных вод	Результаты токсикологического анализа поверхностных вод по оценке выживаемости гуппи (усредненные показатели по годам)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Створ 1. Петровская набережная (стрелка у ЗАГСа)	8	7	8	7	8
Створ 2. Коммерческий мост по ул. Красная Набережная	7	8	8	8	8
Створ 3. Сапожниковский мост по ул. Красная Набережная	5	8	5	5	5
Створ 4. Красный мост по ул. Красная Набережная	7	8	9	7	6
Створ 5. Ямгурчевский мост по ул. Красная Набережная	7	7	8	6	8
Створ 6. Мост по ул. Магнитогорская	4	8	8	6	5
Створ 7. В районе ул. 2-я Камышовая	3	5	6	5	4
Створ 8. По ул. Хасьяновой (район слияния рукава Кутум и ерика Казачий)	2	9	7	6	3

В контроле выживаемость гуппи была наивысшей, она составила 9 особей из 10, в то время как в опытных растворах 4 и 6 выживаемость варьировалась в пределах 20 % по сравнению с контролем. 50 % выживаемость к концу опыта наблюдалась в створах 3 и 7. Не было обнаружено каких-либо различий в длине и массе тела гуппи в контроле и вариантах опытов. На данные показатели онтогенеза не влияли оксиды металлов в наноформе.

Данные показатели свидетельствуют о присутствии в водотоке загрязняющих веществ, наносящих значительный вред гидробионтам и способных аккумулироваться в организмах животных и передаваться по трофической цепи.

Результаты биотестирования, показав неудовлетворительную состояние водного объекта, предопределили проведение комплексного мониторинга, включающего в себя так же химические методы анализа водной среды [7; 8].

Лабораторный анализ показал, что содержание магния в створах сверх установленной нормы, и превышает ПДК в некоторых точках отбора проб почти в 4 раза с 2017 по 2019 гг. варьирование превышения ПДК по пунктам отбора проб остается на неизменном уровне, за исключением 2019 г. В весь период исследований за 2019 г. наблюдалось снижение концентрации марганца по многим пунктам. В 2021 г. концентрация магния опять превысила значения ПДК в 2 раза по трем пунктам [9]. Количество марганца в воде постоянно варьируется и изменяется в зависимости от сезона. Зимой и летом содержание тяжелых металлов в водоемах больше, что связано с застоем воды из-за слабого течения. Весной и осенью их концентрация снижается.

Уровень железа в водоеме имеет сезонный характер. Самые высокие концентрации наблюдались зимой и летом из-за стагнации вод, а вот весной и осенью уровень этого элемента заметно снижался по причине перемешивания водных масс. Значительное превышение ПДК по

данному металлу было зафиксировано лишь в двух точках отбора проб, расположенных вблизи частного сектора в 2017 и 2021 г.

Из всех анализируемых ионов металлов лишь свинец имеет стабильно низкие концентрации и характеризуется единичными случаями превышения ПДК. В речных водах объекта исследования концентрация свинца колеблется от сотых долей до 0.15 мг/дм<sup>3</sup>. Даже в некоторых створах, прилегающих к районам расположения мостов, концентрация его редко достигала 0.15 мг/дм<sup>3</sup>. В 2019 г. наблюдался резкий скачок содержания металла в водотоке, в 2020 г., снижение его отмечалось во всех пунктах в 4 раза. Учитывая суммарное содержание свинца в створах превышение ПДК составило 4 единицы.

Превышение ПДК меди и цинка в 2 раза в поверхностном водном объекте фиксируется в течение всего периода исследования, что свидетельствует о непрерывном загрязнении водоема.

С 2019 по 2021 г. наблюдалось трехкратное превышение ПДК по кадмию в четырех пунктах отбора проб [10].

### Выводы

Таким образом, была выявлена проблема превышения концентрации загрязняющих веществ во внутренних водных объектах. Данная проблема требует детального изучения причин ее возникновения и разработки путей решения. Исследуемый водоем является важным источником обеспечения водных ресурсов для населения и его следует поддерживать в удовлетворительном состоянии.

Проведенные исследования антропогенной нагрузки на водный объект позволили установить концентрации химических веществ в воде, а также оценить уровень загрязнения в водотоке и оценить влияние урбанизации на его экологическое состояние. И лишь сравнивая изменения во времени в зависимости от уровня антропогенной нагрузки изменения относительно референционных условий, возможна адекватная оценка и прогнозирование дальнейших изменений в связи с определенным типом и уровнем антропогенной нагрузки.

Большинство существующих на сегодняшний день экологических проблем внутренних водоемов связаны с отсутствием согласованной политики планирования, городского развития и управления. Особое внимание необходимо уделять, имеющим решающее значение географическим и геоэкологическим подходам, а также методам мониторинга и долгосрочного прогнозирования устойчивого развития окружающей природной среды.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Крыжановская Г.В., Шарова И.С., Безуглова М.С. Оценка факторов воздействия городской среды на внутренние аквальные комплексы // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы: матер. IV Междунар. научно-практ. конф. Астрахань: АГУ, 2021. С. 62–64.
2. Крыжановская Г.В., Безуглова М.С., Шарова И.С. Влияние техногенеза на качество поверхностных вод водотоков агломератов // Геоэкология. 2020. № 1. С. 32–36.

3. Дархангалиева К.Х., Крыжановская Г.В., Локтионова Е.Г., Чернышова А.С., Ерофеева Е.П. Источники воздействия на водные объекты в условиях городской среды // Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных трудов. Астрахань, 2019. С. 133–137.
4. Крыжановская Г.В., Шарова И.С., Безуглова М.С. Геоэкологические проблемы водотоков урбосреды в условиях интенсивного роста городов // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы. Материалы III Международной научно-практ. конф. 2020. С. 162–167.
5. Bezuglova M.S., Sharova I.S., Kryzhanovskaya G.V., Buzyakova I.V., Dmitrieva M.V. Geoinformation methods of geocological features of the territory study // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall / Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. p. 32086.
6. Чернышова А.С., Крыжановская Г.В., Локтионова Е.Г., Дархангалиева К.Х., Шакиев Е.Ж. Определение качества природных вод с применением тест-организмов // Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных трудов. Астрахань, 2019. С. 47–51.
7. Кондрашин Р.В., Крыжановская Г.В. Геоинформационное эколого-географическое картографирование на примере водных объектов // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: Матер. IV Междунар. научно-практ. конф. Астрахань, 2022. С. 109–112.
8. Шарова И.С., Крыжановская Г.В., Безуглова М.С. Геоинформационные мониторинговые наблюдения на территории астраханской области // Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных трудов. Астрахань, 2021. С. 13–15.
9. Крыжановская Г.В., Иолин М.М., Шарова И.С., Шведова И.Н., Борзова А.С. Геоэкологические исследования водоемов агломератов в условиях повышенного многопланового использования // Геология, география и глобальная энергия. 2018. № 3(70). С. 185–193.
10. Крыжановская Г.В., Шарова И.С., Безуглова М.С. Анализ состояния окружающей среды и природоохранной политики в астраханской области // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы. Материалы III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 286–291. <https://elibrary.ru/yqrbpx>.

**Kryzhanovskaya Galina Viktorovna**

Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

E-mail: galajim@mail.ru

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=621294](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=621294)

**Sharova Irina Sergeevna**

Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

E-mail: kerina-best@mail.ru

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=616374](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=616374)

**Bezuglova Marina Sergeevna**

Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russia

E-mail: marinadenis@yandex.ru

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=495635](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=495635)

**Buzyakova Inna Valeryevna**

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

E-mail: buzyakova@mail.ru

RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=128264](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=128264)

## **Geocological assessment of the magnitude of anthropogenic load on urban aquatic complexes (using the example of the Kutum arm)**

**Abstract.** An important area of research of urbanized territories is ecodiagnosics, in which the current state of residential territories, anthropogenic changes, as well as geocological properties of aquatic complexes are determined and investigated. The purpose of this study is to determine the quantitative and qualitative characteristics of inland reservoirs for further monitoring and forecasting of their condition.

Currently, there are both natural and man-made pollution in Astrakhan reservoirs. Anthropogenic suspensions come in large quantities from urbanized urban areas.

An urgent and necessary condition is the choice of priority criteria and indicators that more accurately represent the geocological features of the studied water body in close relationship with the indicators of anthropogenic and natural environmental factors.

Design errors in the placement of industrial enterprises in unfavorable natural conditions, irrational residential development of residential areas create problems in the future for the effective development of cities and the creation of a favorable living environment for the population.

The assessment of the quality of surface inland water bodies combines methods of chemical and biological monitoring, which in the future can be recommended for the purpose of improving environmental protection activities in the urbanized area under study.

The conducted studies allowed us to obtain the results of the concentration of various chemicals in reservoirs. This makes it possible to assess the level of pollution in watercourses and the impact of urbanization on its ecological state.

This reservoir is an important source of water supply for the city. In the future, it is planned to develop recommendations and proposals to reduce the concentration of harmful chemicals in urban reservoirs.

**Keywords:** ecological monitoring; urban environment; aquatic complexes; pollutants; ecological condition of watercourses; urbanized territories