



МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы экологических исследований / Methods of environmental studies

Оригинальная статья / Original article

УДК 504.4.054 (551.464)

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-3-202-213

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ

¹Жанна Н. Исеналиева*, ¹Ирина В. Волкова, ¹Вера И. Егорова,
²Наталья О. Мещерякова, ²Жанна А. Шкварникова

¹кафедра гидробиологии и общей экологии, Институт рыбного хозяйства,
биологии и природопользования Астраханского
государственного технического университета,
Астрахань, Россия, zhanna.is@list.ru

²Астраханский государственный заповедник, Астрахань, Россия

Резюме. Цель. Работа посвящена комплексному исследованию экологического состояния водных объектов дельты реки Волги. **Методы.** В рамках настоящей работы были использованы следующие методы: полевые (сбор, наблюдение, органолептический), унифицированные методики химического анализа основанные на колориметрическом, расчетном, фотометрическом, спектрометрическом методах. **Результаты.** На основании многолетних исследований (2010-2014 гг.) проведен сравнительный анализ динамики содержания гидрохимических показателей качества среды в водных объектах дельты реки Волги, расположенных в селитебной и фоновой зонах. Применен комплексный метод с изучением биологических показателей качества водной среды. Создана оцифрованная карта качества водных экосистем дельты реки Волги. Показано современное экологическое состояние изученных водотоков, определена степень их загрязнения, общий уровень трофности и сапробности. **Выводы.** Прделанная работа выявила неблагоприятную экологическую ситуацию, сложившуюся в водотоках г. Астрахани, а также в других исследованных водотоках на территории окрестных населенных пунктов. Среднегодовые концентрации токсикологических веществ в водотоках фоновой зоны в 10 раз меньше, чем в водотоках населенных пунктов. В результате работы на базе ArcGis 10.2.2 создана информационная среда «Eco-monitor», представляющая систематизированный свод сведений, качественно и количественно характеризующий экологическое состояние водотоков. Созданная на базе ArcGis 10.2.2 информационная среда системы мониторинга водотоков позволяет проводить временный и пространственный анализ, оценивать качество водотоков в разных контрольных створах.

Ключевые слова: гидрохимические показатели, водные объекты дельты реки Волги, экологическая информационная среда «Eco-monitor».

Формат цитирования: Исеналиева Ж.Н., Волкова И.В., Егорова В.И., Мещерякова Н.О., Шкварникова Ж.А. Разработка электронной карты экологического состояния водных объектов дельты реки Волги // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N3. С.202-213. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-3-202-213



DEVELOPMENT ELECTRONIC MAPS OF ECOLOGICAL STATUS OF WATER OBJECTS OF THE VOLGA RIVER DELTA

¹Zhanna N. Isenalieva*, ¹Irina V. Volkova, ¹Vera I. Egorova,
²Natalia O. Meshcheryakova, ²Zhanna A. Shkvarnikova

¹Department «Hydrobiology and General ecology»,
Institute of fisheries, biology and environmental management,
Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, zhanna.is@list.ru
² Astrakhan State Reserve, Astrakhan, Russia

Abstract. Aim. The aim of this work was the comprehensive study of the ecological state of water objects of the Volga River delta. **Methods.** The following methods were used: field (collection, observation, organoleptic), uniform chemical analysis techniques are based on colorimetric, settlement, photometric, spectrometric measurement methods. **Results.** On the basis of results of researches for 2010-2014 performed a comparative analysis of the dynamics of the content of hydro-chemical indicators of environmental quality in waters of the Volga River delta and the residential areas of the background. Applying an integrated approach to the study of biological indicators of water quality. Created digitized map of the quality of aquatic ecosystems of the Volga River delta. Displaying modern ecological condition of watercourses investigated, determined the degree of contamination, the overall trophic and saprobic. **Main conclusions.** The work has identified adverse environmental situation in water objects of the Astrakhan and the surrounding areas. Average annual concentrations of toxicological substances water objects in the background zone 10 times less than in the water objects of settlements. As a result of work on the basis of ArcGis 10.2.2 created information environment "Eco-monitor", which is a systematic set of information, and quantitatively characterizing the ecological status of water objects. Created on the basis of ArcGis 10.2.2 information environment monitoring system of waterways allows for a temporary and spatial analysis, to assess the quality of different streams in the control sections.

Keywords: hydrochemical indicators, the water objects of the Volga river delta, ecological information environment «Eco-monitor».

For citation: Isenalieva Zh.N., Volkova I.V., Egorova V.I., Meshcheryakova N.O., Shkvarnikova Zh.A. Development electronic maps of ecological status of water objects of the Volga river delta. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 3, pp. 202-213. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-3-202-213

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных стратегических сырьевых ресурсов каждого государства является пресная и чистая вода. Отсутствие экологизации промышленной сферы урбанизированных территорий нарушает устойчивое развитие водных экосистем, пагубно влияет на жизнедеятельность гидробионтов, снижает водохозяйственную, рыбохозяйственную и рекреационную функцию водных объектов. Дельта реки Волги – уникальный природный объект, самая большая речная дельта в Европе. Жемчужина Каспия, экосистема, включающая в себя множество эндемичных, редких и исчезающих видов флоры и фауны. Особую актуальность приобретают вопросы изучения современного экологического состояния водных объектов данного региона, исследования качественных свойств поверхностных вод, определения уровня пригодности воды для жизнедея-

тельности гидробионтов, а также степени загрязнения водоёмов, выявление источников антропогенного воздействия. В результате изучения данных вопросов возможно определить глобальные тенденции, происходящие в биосфере, спрогнозировать перспективное состояние водных объектов в контексте их назначения, спланировать природоохранные мероприятия по защите водных экосистем. В настоящее время мониторинговые исследования водных экосистем носят прикладной характер, однако, систематическое, долгосрочное изучение в рамках указанных тем позволит сделать выводы по таким фундаментальным вопросам, как круговорот различных соединений, в том числе антропогенного происхождения, скорость и характер процессов самоочищения водных объектов и мн. др., а результаты применить для устойчивого развития регио-



на исследования. Уровень изученности данной темы в регионе не позволяет в полной мере охватить все стороны указанной проблематики [1, 2], а отдельные исследования лишь свидетельствуют о той или иной степени загрязненности отдельных водоёмов [3-5]. В настоящей работе применен комплексный метод экологического мониторинга водных экосистем дельты реки Волги в сравнительном аспекте исследования урбанизированных акваторий и фоновой зоны, расширение числа гидрофизических и гидрохимических показателей качества, внедрены ГИС-технологии в управлении баз данных, создана информационная среда «Eco-monitor» на базе ArcGis 10.2.2, создана оцифрованная карта качества водных экосистем дельты реки Волги.

Цель работы состояла в комплексном исследовании экологического состояния водных объектов дельты реки Волги.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужила вода, отобранная из водотоков дельты реки Волги в основные гидрологические сезоны в 2010 – 2014 гг. с марта по ноябрь, тем самым охватывая зимнюю межень, весенне-летнее половодье, летне-осеннюю межень. Наблюдения проводились по следующим многолетним стационарам: р. Волга на участке от поселка Волжское до села Ильинка (основное русло); внутригородские каналы г. Астрахань; рук. Бузан в районе с. Красный Яр; рук. Камызяк в районе г. Камызяк; на водотоках двух участков Астраханского государственного заповедника: на Дамчикском участке исследования проводились в протоках Быстрая, Красивая, Грязнуха и Обжоровском – проток Обжоровский (рис. 1).

Среди показателей качества водной среды были выбраны приоритетные для данного региона: биогенные (минеральные формы фосфора и азота – нитратный, нитритный, аммонийный, кремниевая кислота) и токсикологические (тяжелые металлы – медь, цинк, железо, свинец, нефтепродукты, летучие фенолы, анионные поверхностно-активные вещества СПАВ). Важную роль в изучении экологического состояния водного объекта имеют параллельные исследования биологических показателей качества водной

В рамках указанной цели были определены следующие задачи:

1. исследование сезонной и годовой динамики основных гидрохимических (биогенных, токсикологических) показателей в исследуемых водных объектах;

2. проведение интегральной и комплексной оценки качества воды, сравнительного анализа экологического состояния аквальных комплексов дельты реки Волга, расположенных в урбанизированной и фоновой зоне;

3. выявление возможных взаимосвязей между абиотическими характеристиками вод и биотическим ответом экосистемы;

4. построение оцифрованной карты качества водных объектов «Ast-monitor» на базе ArcGis 10.2.2.

среды, которые указывают на вероятность опасного воздействия химических веществ на живые организмы, а в некоторых случаях служат прямым индикатором определенной степени загрязнения водной экосистемы. К последним относятся, в частности, некоторые виды высшей водной растительности. Результаты биоиндикационных изысканий сравнивались с классификатором индикаторной значимости высших водных растений по Г.С. Гигевичу [6], а данные гидрохимических исследований - с нормативами для водных объектов рыбохозяйственного назначения и с разрядной системой оценки качества поверхностных вод суши [7].

Исследования и обработка результатов проводились в химических лабораториях на базе Астраханского государственного биосферного заповедника, химико-аналитического отдела Центра лабораторного анализа и технических измерений по Астраханской области, и кафедры «Гидробиология и общая экология» АГТУ. Отбор проб воды производился согласно ИСО 5667-6:1990 [8]. Для определения качественных и количественных характеристик воды были использованы различные методы: органолептический [9-11], расчетный, фотометрический [12-14], экстракционно-фотометрический [15], ИК- спектроскопия

[16], атомно-адсорбционная спектрометрия [17, 18]. Метод определения суммарного содержания металлов является экстракционно – колориметрическим и унифицирован на основе ГОСТ 18293 [19].

Лабораторные изыскания всех исследованных показателей качества были выполнены согласно нормативным документам

[20]. Биоиндикационные исследования были выполнены посредством методов наблюдения, описания, сравнения, использовался метод биоиндикации Р. Пантле и Н. Букка [21]. Отобранные виды растений были определены по аннотированному списку видов и указателю высших водных растений [22, 23].



Рис. 1. Карта-схема расположения пунктов контроля в дельте р. Волга
Условные обозначения: ▲ – пункты контроля

Fig. 1. Map-scheme location of control points in river Volga delta
Symbols: ▲ – control points

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования гидрофизических параметров воды было выявлено, что наибольшие показания мутности и цветности отмечались в период весенне-летнего половодья по всем годам исследования, наименьшие значения данных показателей и высокие значения прозрачности наблюдались в зимнюю межень. В период максимального загрязнения водотоков гидроплютантами не соответствовал нормативу и запах воды (3-4 балла). В период превышения ПДК по СПАВ пеннестость анали-

зируемой воды была положительной. Значения данного показателя в пробах водотоков Астраханского государственного заповедника были преимущественно отрицательными, а в водотоках населенных пунктов - положительными (40-50 % анализируемых проб).

Концентрации нитратов в зависимости от сезонов года находились в пределах от 0 до 17 мг/л в поверхностных водах всех пунктов контроля (рис. 3) и не превышали ПДК (40 мг/л). В водотоках в период половодья содержание нитратов оказывалось



выше, чем в летнюю и зимнюю межень, видимо ввиду интенсивного течения и перемешивания различных слоев воды. Самая высокая концентрация нитратов среди водных объектов урбанизированных территорий была зафиксирована в рук. Городском (р. Волга основное русло), а в фоновой зоне - в протоке Быстрая в мае 2013 года.

В водоёмах нитраты обычно не концентрируются, поскольку они потребляются растениями. Их содержание в таких водоёмах определяется соотношением между поступлением в толщу воды извне и потреблением водными растительными организмами. Минимальное их содержание наблюдалось в вегетативный период, так как интенсивное развитие водной растительности обусловило почти полное потребление нитратов из воды. В течение четырех лет концентрации нитратов в период летней межени варьировали от 0 до 0,1 мг/л во всех водотоках.

Концентрации нитритного азота в водных объектах фоновой зоны находились в пределах от 0 до 0,05 мг/л, что не превышало ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения (0,08 мг/л). В урбанизированных водных объектах содержание нитритов выходило за рамки нормативных значений, что свидетельствовало о свежем загрязнении воды. Нитриты – промежуточная степень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов или, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака. Высокое содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях медленного окисления NO^{2-} в NO^{3-} , что в свою очередь указывает на загрязнение водоема. В зимней межени при низких температурах и недостаточном перемешивании вод биохимический процесс происходит медленно, то есть содержание нитритов в большинстве водоёмов в этот период выше, чем в теплые периоды. В протоках Быстрая и Обжорова наблюдались значительные концентрации нитритов (0,01 – 0,02 мг/л) по сравнению с другими протоками в период весенне – летнего половодья из – за поступление органических веществ из состава донных отложений. В период летне-осенней межени наблюдалось снижение концентрации нитритов.

Концентрация ионов аммония в водотоках фоновой зоны варьировали в пределах

от 0 до 0,2 мг/л, что не превышало ПДК (0,5 мг/л). При высокой температуре воды процесс разложения остатков растений и животных в донных отложениях протекает интенсивнее и образуется аммиак. Гидролиз части аммиака приводит к усилению содержания аммония. Поэтому в период половодья, когда вода и вещества из донных отложений перемешаются в толщу воды, и также при высоких температурах в летней межени отмечены во всех водоёмах более высокие концентрации аммония, чем в холодный осенний период. В период зимней межени аммоний отсутствует в большинстве водоёмов. Отмечено, что водотоки, гидрологически связанные с ериками, култуками и авандельтой имеют высокую концентрацию аммония (0,3 мг/л), поскольку в последних в большом количестве наблюдаются остатки растительных и животных гидробионтов во время половодья. Таким образом, в непроточных и малопроточных водоемах содержание аммония выше, чем в водотоках. Это явление можно объяснить двумя причинами. Первая причина – это вымывание из состава донных отложений временных водоемов плавов и интенсивная циркуляция воды, а вторая – это биохимические процессы.

Концентрации фосфатов – анионов превышало ПДК (0,15 мг/л) в трех протоках фоновой зоны: пр. Быстрая (1,2 – 3 ПДК во все периоды половодья от 2010 – 2014 гг.), Красивая (1,3 – 1,6 ПДК), Грязнуха (1,3 – 1,9 ПДК). В водных объектах селитебной территории превышение фосфатов наблюдалось во внутригородских водотоках г. Астрахани – р. Царев, проток Кутум, рук. Городской. Повышение концентрации фосфора неорганического объясняется интенсивным развитием диатомовых водорослей, которые способствуют «цветению воды» на этих исследованных водотоках, биологическими процессами в водных экосистемах и миграциями химических соединений из состава данных отложений.

Многолетняя динамика кремнекислоты показала увеличения содержания данного показателя в летний период, весенне-летнее половодье, и практическое отсутствие её во время зимней межени. Концентрации по сезонам года варьировали от 0 мг/л в рук. Бузан до 21 мг/л в р. Волга по основному руслу и пр. Быстрая.



По комплексу трофических показателей лидирующее положение занимают соединения азота и фосфора, высокая концентрация (6-10 ПДК) которых была присуща всем исследованным водотокам. Однако в водных объектах фоновой зоны их содержание составляло 3-4 ПДК. Также необходимо отметить высокую концентрацию сульфатов

во внутригородских водотоках (р. Волга основное русло в г. Астрахани) и кремнекислоты в водотоках заповедника.

Из комплекса исследованных токсических показателей были выявлены приоритетные в порядке убывания: нефтепродукты (рис. 2) > медь > железо > цинк > СПАВ > фенолы.

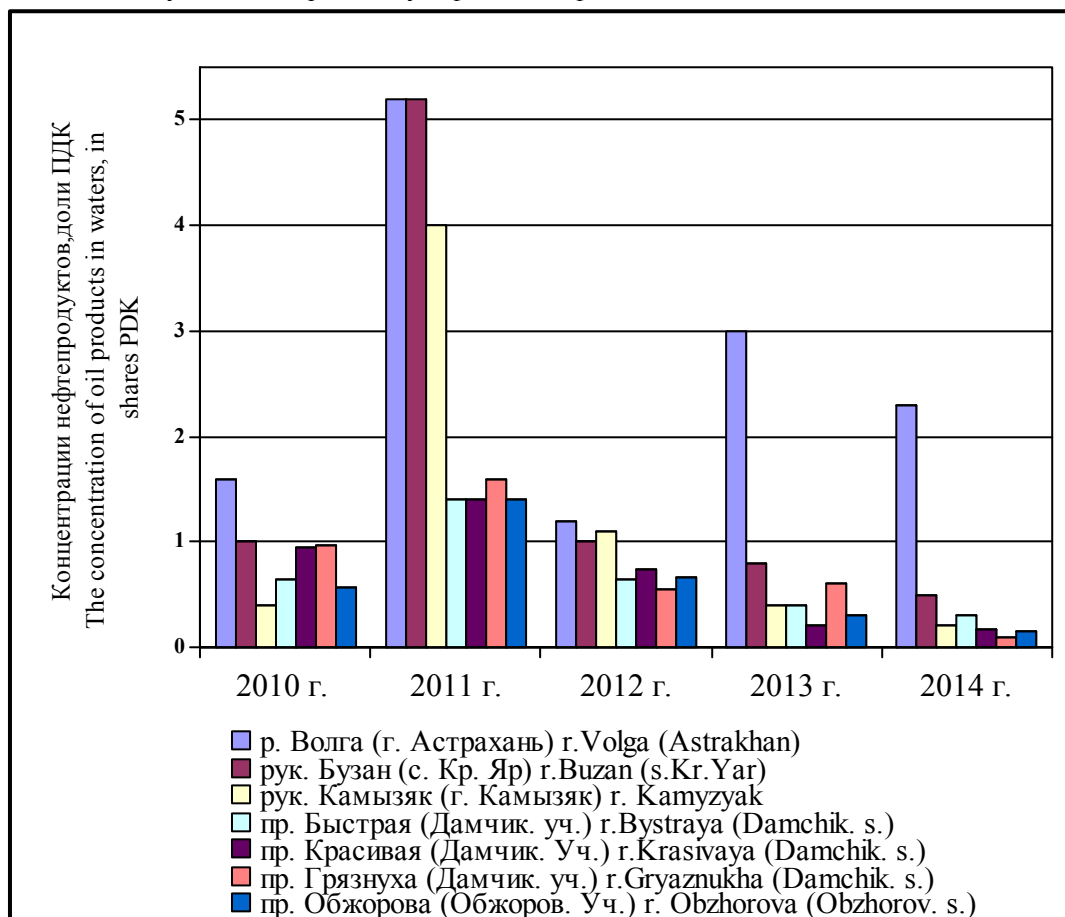


Рис. 2. Динамика концентрации нефтепродуктов в долях ПДК
Fig. 2. Dynamics of concentration of oil products in shares of PDK

Основными причинами загрязнения токсикологическими показателями вод дельты реки Волги нефтепродуктами являются интенсивное судоходство, деятельность нефтебаз, аварийные ситуации на флоте, вторичное загрязнение из грунтов, интенсивная миграция химических соединений из состава донных отложений. В изменении концентраций данного гидроплютанта прослеживается «скачкообразная» динамика: на протяжении 2010 – 2014 гг. содержание нефтепродуктов непрерывно росло и достигло своего пика в 2010 г. (5 ПДК), а в

2013 г. произошло резкое снижение концентрации нефтепродуктов до 3 ПДК, что по – видимому, связано с принятием на вышеперечисленных предприятиях природоохранных мероприятий и недопущения аварийных сбоев в технологическом процессе.

Соединения тяжелых металлов вносят существенный вклад в общий уровень загрязнения воды исследованных водотоков токсикологическими показателями (рис. 3). Так, за период 2010 – 2014 гг. воды р. Волга по основному руслу и рук. Бузан по суммарному содержанию суммы металлов (цинк,



медь, свинец) характеризуются как «весьма грязные», воды рук. Камызяк как «сильно загрязненные», воды водотоков фоновой зоны как «умеренно загрязненные» с переходом в разряд «сильно загрязненные». К 2013-2014 гг. наблюдалась тенденция снижения содержания тяжелых металлов в природных водах исследуемой акватории.

Многолетняя динамика загрязнителей (суммы металлов, нефти и нефтепродуктов) в водных объектах селитебной зоны явля-

лась скачкообразной, обнаруживая некоторое увеличение в период половодья, что указывает на сток из вышерасположенного створа, некоторое снижение к летне-осенней межени, что говорит о переходе данного загрязнителя в состав донных отложений и оседанию на грунт, однако некоторое увеличение к зимней межени, обнаруживает наличие источника в непосредственной близости к створу.

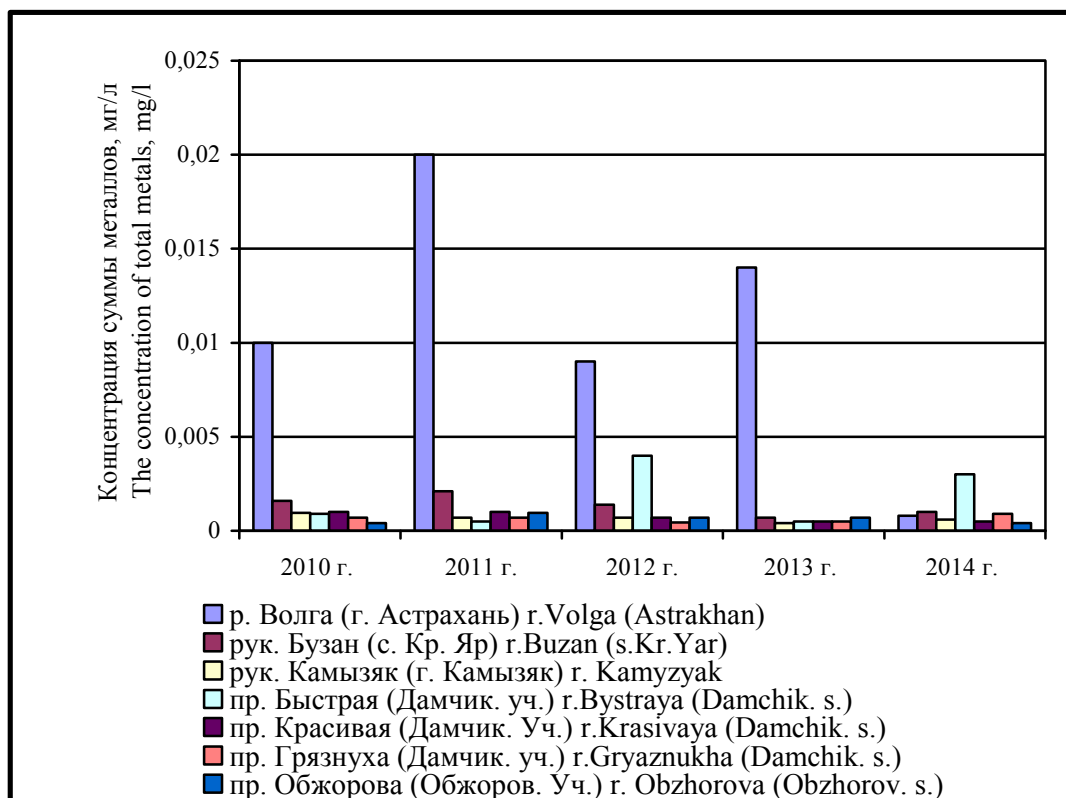


Рис. 3. Динамика концентрации суммы металлов, мг/л
Fig. 3. Dynamics of concentration of total metals, mg/l

Нами предложено управление базой данных мониторинга водотоков дельты р. Волги с помощью интегрированной программы ArcGis 10.2.2. ГИС-интерфейс системы фонового мониторинга водных объектов дельты р. Волги разработан с использованием пакета ArcGis 10.2.2. Пакет имеет 3 состава: ArcMap, ArcCatalog и ArcToolbox. ArcMap применяется для построения, появления, обработки и анализа карт. ArcCatalog используется при хранении, создания новых тем данных и управления базой данных. ArcToolbox содержит инструменты для обработки, ввода и вывода данных в других

форматах: MapInfor, MicroStation, AutoCad и др. Карта мониторинга составляет следующие данные: границы дельты реки Волги, месторасположение пунктов контроля, гидрографические параметры устьевой области р. Волги, результаты мониторинговых исследований водных объектов и др. Местоположение постов мониторинга находится в шейп-файле, характеристики постов – в атрибутивном файле, содержащем наименование поста, его принадлежность, дата отбора проб, объект наблюдения, количественные значения исследованных показателей качества (рис.4). Результаты контрольных изме-



рений хранятся в базе данных формата dbf и содержат: дату, код и наименование поста наблюдения, значения приоритетных показателей мониторинга для каждого периода исследования.

На рисунке 5 проиллюстрировано использование оцифрованной карты качества различных водных объектов дельты р. Вол-

ги, их территориальное расположение, значения исследованных показателей, дата, время анализа, сравнительная характеристика экологической ситуации в разных водных объектах для репрезентативной оценки экологического состояния акватории исследования.

FID	Shape *	Id	точка	дата	объект	тем	прос	pH	PK	БПК5	NO3	NO2	NH4	P	Нефть	метал	тсрфн
0	Point	0	проток Быстра - на границе у	14.05.2014	поверхностные воды	15,5	50	7,35	9,21	3,05	0,05	0,01	0	0,01	0,08	0,001	1,66
1	Point	0	на Дамчике	14.05.2014	поверхностные воды	15,4	48	7,3	9,2	3,5	0,6	0,013	0	0,04	0,08	0,01	1,6
2	Point	0	Лотосная площадка	14.05.2014	поверхностные воды	16,2	82	7,42	9,3	3,02	0,1	0	0	0	0,07	0,007	1,7
3	Point	0	пр. Тургановский - на слиянии	14.05.2014	поверхностные воды	15,9	45	7,26	8,94	3,56	0	0	0	0,02	0,03	0,006	1,79
4	Point	0	пр. Быстрая - на устье	14.05.2014	поверхностные воды	15,6	55	7,35	9,3	3,5	0,3	0,01	0	0,05	0,08	0,009	1,7
5	Point	0	пр. Тургановский - на устье	14.05.2014	поверхностные воды	15,6	50	7,3	9	3,6	0	0	0	0,2	0,04	0,006	1,8
6	Point	0	Дубная Бороздина - около Ни	14.05.2014	поверхностные воды	15,3	50	7,31	9,3	3,7	0,2	0,008	0	0,35	0,04	0,007	2,13
7	Point	0	пр. Дубная Бороздина - на ус	14.05.2014	поверхностные воды	15,8	55	7,5	9,35	3,7	0,2	0,01	0	0,3	0,05	0,007	2,1
8	Point	0	проток Овчинникова - на гран	16.05.2014	поверхностные воды	16,8	55	7	8,52	3,6	0	0	0	0,23	0,08	0,009	1,52
9	Point	0	на средней части протока О	16.05.2014	поверхностные воды	16,5	57	7,2	8,6	3,6	0	0	0	0,24	0,08	0,008	1,5
10	Point	0	устье протока Овчинникова	16.05.2014	поверхностные воды	16,9	55	7,1	8,55	3,7	0	0	0	0,24	0,08	0,009	1,52
11	Point	0	проток Обжорова - на границ	16.05.2014	поверхностные воды	16,7	50	6,5	8,2	3,6	1	0	0,03	0,05	0,05	0,01	1,77
12	Point	0	на Обжорова	16.05.2014	поверхностные воды	16,7	55	7	8,3	3,5	0,8	0	0	0,07	0,05	0,008	1,8
13	Point	0	устье протока Обжорова	16.05.2014	поверхностные воды	16,8	60	7,5	8,5	3,6	0,5	0	0	0,08	0,05	0,01	1,75
14	Point	0	пр. Судочья - на границе уча	16.05.2014	поверхностные воды	17,5	61	7,25	8,2	3,6	0,2	0	0,08	0,05	0,075	0,006	1,6
15	Point	0	пр. Судочья - средн. часть	16.05.2014	поверхностные воды	17,3	60	7,3	8,5	3,55	0,5	0	0,01	0,26	0,075	0,006	1,6
16	Point	0	пр. Судочья - на устье	16.05.2014	поверхностные воды	17,8	65	7,5	8,5	3,6	0,8	0	0,05	0,6	0,08	0,007	1,7
17	Point	0	пр. Лебяжья - на границе	16.05.2014	поверхностные воды	17	88	7	8,3	3,6	0,6	0	0,01	0,29	0,08	0,009	1,8
18	Point	0	пр. Лебяжья - средн. часть	16.05.2014	поверхностные воды	17,1	85	7,2	8,5	3,7	0,5	0	0,01	0,3	0,08	0,009	1,9
19	Point	0	пр. Лебяжья - устье	16.05.2014	поверхностные воды	17,5	90	7,5	8,5	3,75	0,5	0	0	0,2	0,08	0,01	1,85
20	Point	0	пр. Каменная - на границе уч	16.05.2014	поверхностные воды	17,3	60	7,25	8	3,6	0,2	0,004	0,04	0,1	0,08	0,007	1,6
21	Point	0	пр. Каменная - средн. часть	16.05.2014	поверхностные воды	17,1	65	7,2	8,2	3,6	0,5	0,001	0,01	0,1	0,075	0,007	1,6
22	Point	0	пр. Каменная - устье	16.05.2014	поверхностные воды	17,5	65	7,2	8,6	3,7	0,6	0,002	0,05	0,15	0,08	0,007	1,6

Рис. 4. База данных мониторинга водотоков
Fig. 4. Database monitoring of water objects

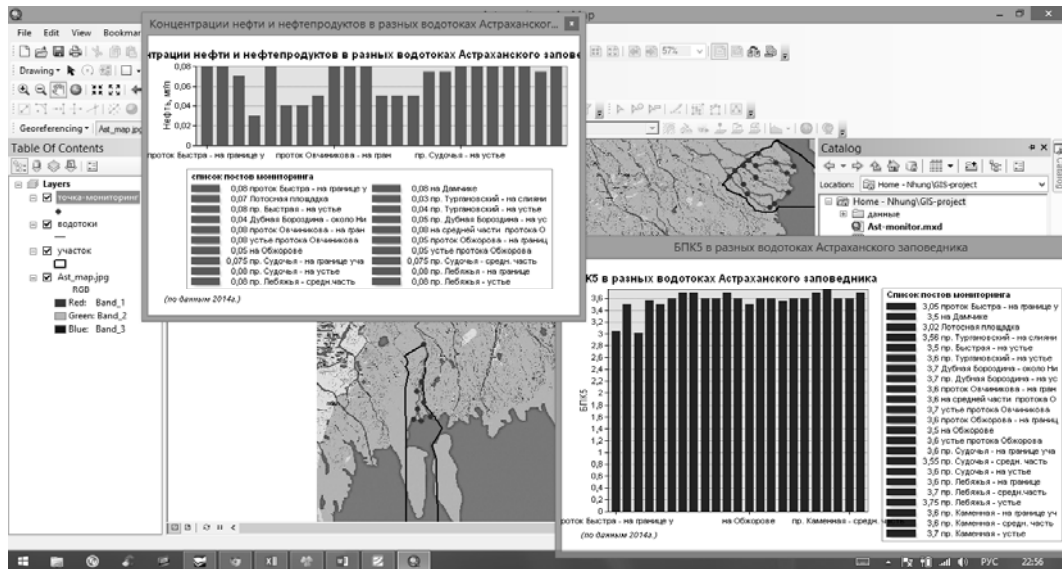


Рис. 5. Интегрированная геоинформационная система мониторинга водных объектов
Fig. 5. Integrated geoinformation system of monitoring of water objects



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проделанная работа выявила неблагоприятную экологическую ситуацию, сложившуюся в водотоках г. Астрахани, а также в других исследованных водотоках на территории окрестных населенных пунктов. Проведённая сравнительная характеристика содержания в природной воде токсичных веществ выявила тенденцию обострения экологической обстановки во временном и пространственном аспекте. В водных объектах фоновой зоны на территории Астраханского государственного заповедника наблюдается улучшение экологической ситуации по токсикологическим показателям, здесь отмечается несоответствие нормативам только по некоторым органолептическим показателям (превышением норм в 3 раза по мутности, прозрачности, наблюдаемое в период весенне-летнего половодья). Среднегодовые концентрации токсикологических веществ в водотоках фоновой зоны в 10 раз меньше, чем в водотоках населенных пунктов.

Благодарности: Авторы выражают искреннюю благодарность коллегам Астраханского государственного заповедника, Центру лабораторных анализов и технических измерений за организацию плодотворных многолетних производственных практик, в результате чего было возможно производить исследовательскую работу и многочисленные лабораторные изыскания.

В результате исследований на базе ArcGis 10.2.2 создана информационная среда «Eco-monitor», представляющая систематизированный свод сведений, качественно и количественно характеризующий экологическое состояние водотоков, а также предложена система мониторинга водотоков дельты реки Волги. С помощью ГИС удобно картографировать, оценивать деградацию и загрязнение окружающей среды, моделировать и прогнозировать экологические ситуации различных компонентов экосистемы в будущем и др. ГИС также повышает способность и скорость исследований, является эффективным средством экологического мониторинга. Созданная на базе ArcGis 10.2.2 информационная среда системы мониторинга водотоков позволяет проводить временный и пространственный анализ, оценивать качество водотоков в разных контрольных створах.

Acknowledgments: The authors express their sincere gratitude to the colleagues of the Astrakhan State Nature Reserve, the Centre laboratory analysis and technical measurements for the organization of long-term productive work practices, as a result of which it was possible to produce research work and numerous laboratory research.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды Астраханской области за 2010 год. Астрахань: Изд-во Службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области, 2011. 81 с.
2. Жилкин А.А., Свиридов А.В. Рациональное использование и охрана водных ресурсов Поволжья // Материалы Всероссийской конференции «Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации», Москва, 2003. С. 414-418.
3. Дебольский В.К., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Корчагина Я.П., Хрусталева Л.И., Чекмарева Е.А. Современная гидрохимическая характеристика реки Волги и ее водохранилищ // Вода: химия и экология. 2010. N11. С. 2-12.
4. Жижимова Г.В., Локтионова Е.Г., Леднева Н.Х. Экологическая оценка состояния внутренних водоемов города Астрахани // Проблемы региональной экологии. 2009. N2. С. 99-101.
5. Островская Е.В., Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Монахов С.К., Курапов А.А., Кочарян А.Г. Тяжелые металлы в системе «дельта Волги - Северный Каспий» // Юг России: экология, развитие. 2008. Т. 3, N4. С. 133-140.
6. Гигевич Г.С., Власов Б.П., Вынаев Г.В. Высшие водные растения Беларуси. Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана. Минск: Белорусский государственный университет, 2001. 231 с.
7. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, 2003. 463 с.
8. ИСО 5667-6:1990. Качество воды. Отбор проб. Часть 6. Руководство по отбору проб из рек и водных потоков. М.: Стандартиформ, 1992. 152 с.
9. ИСО 7027:1990. Качество воды. Определение мутности. М.: Стандартиформ, 1992. 89 с.



10. ИСО 7887:1994. Качество воды. Определение цвета. М.: Стандартинформ, 1996. 121 с.
11. РД 52.24.496-2005. Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений. М.: Стандартинформ, 2007. 180 с.
12. ИСО 10523:1994. Качество воды. Определение рН. М.: Стандартинформ, 1996. 43 с.
13. ПНД Ф 14.1:2.105 – 97. Методика выполнения измерений массовой концентрации летучих фенолов в природных и очищенных сточных водах фотометрическим методом после отгонки с водяным паром. М.: Издательство стандартов, 1997. 88 с.
14. Методическое руководство НАСН к спектрофотометру DR/2010. Методики выполнения измерений. М.: Изд-во НАСН, 1999. 135 с.
15. ПНД Ф 14.1:2.15 – 95. Методика выполнения измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в природных и очищенных сточных водах экстракционно-фотометрическим методом. М.: Издательство стандартов, 1996. 73 с.
16. ПНД Ф 14.1:2.5 – 95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в природных и сточных водах методом ИК – спектрометрии. М.: Издательство стандартов, 1995. 56 с.
17. ПНД Ф 14.1:2.4.139 – 98. Методика выполнения измерений массовых концентраций кобальта, нике-

- ля, меди, цинка, хрома, марганца, железа, серебра в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-адсорбционной спектрометрии. М.: Издательство стандартов, 1998. 54 с.
18. ПНД Ф 14.1:2.4.140 – 98. Методика выполнения измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, хрома в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-адсорбционной спектрометрии. М.: Издательство стандартов, 1998. 62 с.
19. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. СПб.: Изд-во Крисмас+, 2009. 217 с.
20. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. М.: Стандартинформ, 1984. 178 с.
21. Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. 1955. Bd 96, N18. 604 S.
22. Живогляд А.Ф. Сосудистые растения Астраханского заповедника (аннотированный список видов). М.: Агропромиздат, 1998. 18 с.
23. Папченков В.Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: Международная Академия бизнеса и новых технологий, 2001. 214 с.

REFERENCE

1. Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii prirodnikh resursov i okhrane okruzhayushchei sredy Astrakhanskoj oblasti za 2010 god [State report on the state of natural resources and environmental protection of the Astrakhan region in 2010]. Astrakhan, Service of Natural Resources and Environmental Protection of the Astrakhan region Publ., 2011, 81 p.
2. Zhilkin A.A., Sviridov A.V. Ratsional'noe ispol'zovanie i okhrana vodnykh resursov Povolzh'ya [Rational use and protection of water resources of the Volga region]. *Materialy Vserossiiskoi konferentsii «Ratsional'noe prirodoopol'zovanie i sel'skokhozyaistvennoe proizvodstvo v yuzhnykh regionakh Rossiiskoi Federatsii»*, Moskva, 2003 [Proceedings of All-Russia conference "Sustainable use of natural resources and agricultural production in the southern regions of Russia", Moscow, 2003]. Moscow, 2003, pp. 414-418. (In Russian)
3. Debol'skij V.K., Grigor'eva I.L., Komissarov A.B., Korchagina Ya.P., Khrustaleva L.I., Chekmareva E.A. Current hydrochemical description of Volga River and its reservoirs. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology]. 2010, no. 11, pp. 2-12. (In Russian)
4. Zhizhimova G.V., Loktionova E.G., Ledneva N.Kh. Ecological estimation of Astrakhan internal urban water reservoirs condition. *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology]. 2009, no. 2, pp. 99-101. (In Russian)
5. Ostrovskaya E.V., Brekhovskikh V.F., Volkova Z.V., Monakhov S.K., Kurapov A.A., Kocharan A.G. Heavy metals in system «Delta of Volga - Northern Caspian Sea. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South Russia: ecology, advancement]. 2008, vol. 3, no. 4, pp. 133-140. (In Russian)
6. Gigevich G.S., Vlasov B.P., Vynaev G.V. *Vysshie vodnye rasteniya Belarusi. Ekologo-biologicheskaya kharakteristika, ispol'zovanie i okhrana* [Higher aquatic plants in Belarus. Ecological and biological characteristics, use and protection]. Minsk, Belarusian State University Publ., 2001, 231 p.
7. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. *Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoi identifikatsii* [Quantitative hydroecology: system identification methods]. Tolyatti, Volga Basin Ecology Institute of the Russian Academy of Sciences Publ., 2003, 463 p.
8. ISO 5667-6:1990. *Kachestvo vody. Otbor prob. Chast' 6. Rukovodstvo po otboru prob iz rek i vodnykh potokov* [ISO 5667-6:1990. Water quality. Sample selection. Part 6: Guidance on sampling of rivers and water streams]. Moscow, Standartinform Publ., 1992, 152 p. (In Russian)
9. ISO 7027:1990. *Kachestvo vody. Opredelenie mutnosti* [ISO 7027:1990. Water quality. Definition of turbidity]. Moscow, Standartinform Publ., 1992, 89 p. (In Russian)



10. ISO 7887:1994. *Kachestvo vody. Opredelenie tsveta*. [ISO 7887:1994. Water quality. Definition of water color]. Moscow, Standartinform Publ., 1996, 121 p. (In Russian)
11. RD 52.24.496-2005. *Temperatura, prozrachnost' i zapakh poverkhnostnykh vod sushi. Metodika vypolneniya izmerenii* [RD 52.24.496-2005. Temperature, transparency, and the smell of surface water. Methods of measurement]. Moscow, Standartinform Publ., 2007, 180 p.
12. ISO 10523:1994. *Kachestvo vody. Opredelenie rN*. [ISO 10523:1994. Water quality. Definition of pH]. Moscow, Standartinform Publ., 1996, 43 p. (In Russian)
13. PND F 14.1:2.105 – 97. *Metodika vypolneniya izmerenii massovoi kontsentratsii letuchikh fenolov v prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vodakh fotometricheskim metodom posle otgonki s vodyanym parom* [PND F 14.1:2.105 – 97. The method of measurement of the mass concentration of volatile in nature and phenols effluent photometrically after steam stripping]. Moscow, Standards Publ., 1997, 88 p. (In Russian)
14. *Metodicheskoe rukovodstvo HACH k spektrofotometru DR/2010. Metodiki vypolneniya izmerenii*. [Methodological Guide to the spectrophotometer HACH DR / 2010. Methods of measurement]. Moscow, HACH Publ., 1999, 135 p.
15. PND F 14.1:2.15 – 95. *Metodika vypolneniya izmerenii massovoi kontsentratsii anionnykh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv v prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vodakh ekstraktsionno-fotometricheskim metodom* [PND F 14.1:2.15 – 95. The method of measurement of the mass concentration of anionic surfactants in natural and effluent extraction-photometric method]. Moscow, Standards Publ., 1996, 73 p. (In Russian)
16. PND F 14.1:2.5 – 95. *Metodika vypolneniya izmerenii massovoi kontsentratsii nefteproduktov v prirodnykh i stochnykh vodakh metodom IK – spektrometrii* [PND F 14.1:2.5 – 95. Methods of measurement of mass concentration of oil products in natural and waste waters by IR – spectrometry]. Moscow, Standards Publ., 1995, 56 p. (In Russian)
17. PND F 14.1:2.4.139 – 98. *Metodika vypolneniya izmerenii massovykh kontsentratsii kobal'ta, nikelya, medi, tsinka, khroma, margantsa, zheleza, serebra v pit'evykh, prirodnykh i stochnykh vodakh metodom atomno-adsorbtsionnoi spektrometrii* [PND F 14.1:2.4.139 – 98. Methods of measuring concentrations of weight of cobalt, nickel, copper, zinc, chromium, manganese, iron, silver for drinking, natural and waste waters by atomic absorption spectrometry]. Moscow, Standards Publ., 1998, 54 p. (In Russian)
18. PND F 14.1:2.4.140 – 98. *Metodika vypolneniya izmerenii massovykh kontsentratsii berilliya, vanadiya, vismuta, kadmiya, kobal'ta, medi, molibdena, mysh'yaka, nikelya, olova, svintsa, sarena, serebra, sur'my, khroma v pit'evykh, prirodnykh i stochnykh vodakh metodom atomno-adsorbtsionnoi spektrometrii* [PND F 14.1:2.4.140 – 98. Methods of measuring concentrations of weight of beryllium, vanadium, bismuth, cadmium, cobalt, copper, molybdenum, arsenic, nickel, tin, lead, selenium, silver, antimony, chromium in drinking, natural and waste waters by atomic absorption spectrometry]. Moscow, Standards Publ., 1998, 62 p. (In Russian)
19. Murav'ev A.G. *Rukovodstvo po opredeleniyu pokazatelei kachestva vody polevymi metodami* [Guidelines for the determination of water quality parameters field methods]. St. Petersburg, Krismas+ Publ., 2009, 217 p.
20. GOST 17.1.3.07-82. *Okhrana prirody. Gidrosfera. Pravila kontrolya kachestva vody vodoemov i vodotokov* [GOST 17.1.3.07-82. Protection of Nature. Hydrosphere. Quality control rules water reservoirs and streams]. Moscow, Standartinform Publ., 1984, 178 p. (In Russian)
21. Pantle F., Buck H. *Die biologische Uberwachung der Gewasser und die Darstellung der Ergebnisse*. Gas- und Wasserfach. 1955. Bd 96, no. 18, 604 p.
22. Zhivogljad A.F. *Sosudistye rasteniya Astrakhanskogo zapovednika (annotirovannyi spisok vidov)* [Vascular plants of the Astrakhan reserve (annotated list of species)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1998, 18 p.
23. Papchenkov V.G. *Rastitel'nyi pokrov vodoemov i vodotokov Srednego Povolzh'ya* [The vegetation cover of reservoirs and water objects of the Middle Volga]. Yaroslavl, International Academy of Business and New Technologies Publ., 2001, 214 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Жанна Н. Исеналиева* - аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии, Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», тел.: +7(937)1239351, почт. адрес: 416340, Россия, Астраханская область, г. Камызяк, ул. Кр. Набережная, д. 19, e-mail: zhanna.is@list.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS
Affiliations

Zhanna N. Isenaliyeva* - graduate student of the Department of hydrobiology and general Ecology, Institute of Fisheries, Biology and Environmental Sciences, Astrakhan State Technical University, phone: +7(937)1239351, address: 416340, Russian Federation, Astrakhan region, Kamyzyak, str. Krasnaya Naberezhnaya, 19, e-mail: zhanna.is@list.ru



Ирина В. Волкова - доктор биологических наук, профессор кафедры «Гидробиология и общая экология», зам. директора Института рыбного хозяйства, биологии и природопользования Астраханского государственного технического университета, Астрахань, Россия. E-mail: gridasova@mail.ru

Irina V. Volkova - doctor of biological sciences, professor of the Department of hydrobiology and general Ecology, Institute of Fisheries, Biology and Environmental Sciences, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia. E-mail: gridasova@mail.ru

Вера И. Егорова – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и ботаники, директор Института рыбного хозяйства, биологии и природопользования Астраханского государственного технического университета, Астрахань, Россия.

Vera I. Egorova - PhD, associate professor of the Department of zoology and botany, Director of the Institute of Fisheries, Biology and Environmental Sciences, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation.

Наталья О. Мещерякова – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Астраханского государственного заповедника, Астрахань, Россия.

Natalia O. Meshcheryakova - PhD, Senior researcher of the Astrakhan State Reserve, Astrakhan, Russian Federation.

Жанна А. Шкварникова – научный сотрудник Астраханского государственного заповедника, гидрохимик, Астрахань, Россия.

Zhanna A. Shkvarnikova - researcher of the Astrakhan State Reserve, Astrakhan, Russian Federation.

Критерии авторства

Жанна Н. Исеналиева проводила отбор проб воды в водных объектах населенных пунктов, химический анализ в лаборатории, работу с интегрированной программой ArcGis 10.2.2, свод и обобщение результатов исследований, написала рукопись и несет ответственность за плагиат; Ирина В. Волкова участвовала в анализе данных, определила общую научную концепцию рукописи, проводила редактирование и коррекцию статьи, Вера И. Егорова проводила многочисленные консультации первому автору статьи, определила научный дизайн статьи, провела верстку графической части статьи, Наталья О. Мещерякова проводила отбор проб воды из водотоков Астраханского государственного заповедника, участвовала в корректировке статьи; Жанна А. Шкварникова проводила часть химического анализа проб воды, непосредственно руководила работой с программой ArcGis 10.2.2.

Жанна Н. Исеналиева несет ответственность при возможном обнаружении плагиата и других неэтических проблем, Жанна Н. Исеналиева, Наталья О. Мещерякова, Жанна А. Шкварникова активно участвовали в сборе материала, в написании статьи, в анализе и интерпретации полученных данных исследования, Ирина В. Волкова, Вера И. Егорова проанализировали полученные данные, определили концепцию и научный дизайн статьи, производили редактирование и коррекцию рукописи до подачи в редакцию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Zhanna N. Isenaliyeva conducted sampling of water in water bodies, human settlements, chemical analysis in the laboratory, work with integrated software ArcGis 10.2.2, arch and synthesis of research results, wrote the manuscript and was responsible for the plagiarism; Irina V. Volkova participated in data analysis, set the overall scientific concept of the manuscript, carried out the edit and correct the article; Vera I. Egorova conducted numerous consulting the first author of the article, defined the research design of the article, conducted the graphic part of the article; Natalia O. Meshcheryakova conducted sampling of water from watercourses in the Astrakhan state reserve, participated in the adjustment of the articles; Zhanna A. Shkvarnikova spent part of the chemical analysis of water samples directly supervised the work with the ArcGis 10.2.2.

Zhanna N. Isenaliyeva bears liability for possible plagiarism and other unethical problems; Zhanna N. Isenaliyeva, Natalia O. Meshcheryakova, Zhanna A. Shkvarnikova actively participated in gathering material, writing articles, analysis, and interpretation of the survey data; Irina V. Volkova, Vera I. Egorova analysed data, defined the concept and research design of the article, made the edit and correction of the manuscript prior to submission to the editorial office.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 18.04.2016
Принята в печать 12.05.2016

Received 18.04.2016
Accepted for publication 12.05.2016