

Научная статья
УДК 504.054:574.24
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-91-97>

Оценка состояния водоохраных зон р. Волги в районе п. Ильинка (Астраханская область)

Екатерина Геннадьевна Васильева^{1✉}, Ирина Викторовна Мельник²

^{1,2}Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, Katerina.84@mail.ru[✉]

Аннотация. Антропогенное загрязнение водоемов может представлять серьезную угрозу для экосистем и здоровья человека. Поллютанты передаются по пищевым цепям или непосредственно при использовании неочищенной воды, привносятся в почву через подземные воды или при разливах рек. Нарастание антропогенной нагрузки на гидросистемы рек, в особенности в их дельтовой части, в настоящее время приобретает угрожающий характер. Целью работы являлось изучение состояния прибрежных зон, в том числе оценка состояния растительности. Для реализации цели были использованы стандартные методики биотестирования и биоиндикации на территориях двух водоохраных зон – реки Волги и ерика Ножовский в районе п. Ильинка. Качество воды реки Волги в исследованном створе стабильно характеризуется как «грязная» (4 класс). Наблюдается превышение уровня предельно допустимых концентраций по нефтепродуктам, тяжелым металлам (ртуть, цинк, молибден), сульфидам, фенолам. В ходе исследования не обнаружено влияния качества воды на фитотоксичность почвы и показатели обилия произрастающей на территории растительности. Токсичность почвы в районе ерика Ножовский слабая и очень слабая – в районе р. Волга: всхожесть тест-объекта (кресс-салата) от 67 до 88 %, морфометрические показатели растений незначительно отличаются от контрольных групп. Мониторинговые площадки в течение летнего сезона характеризовались максимальными показателями встречаемости и обилия типичных представителей местной флоры – верблюжьей колючки обыкновенной (*Alhagi pseudalhagi*) и лопуха большого (*Arctium lappa*). Растительность в районах исследования обильна, ее состояние оценено как удовлетворительное.

Ключевые слова: водоохранная зона, загрязнение, растительность, проективное покрытие, биоиндикация, фитотоксичность почв

Для цитирования: Васильева Е. Г., Мельник И. В. Оценка состояния водоохраных зон р. Волги в районе п. Ильинка (Астраханская область) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 4. С. 91–97. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-91-97>.

Original article

Assessing state of water protection zones of Volga River within Ilyinka village area (Astrakhan region)

Ekaterina G. Vasilieva^{1✉}, Irina V. Melnik²

^{1,2}Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, Katerina.84@mail.ru[✉]

Abstract. Anthropogenic pollution of water basins may become a serious threat for ecosystems and human health. Pollutants are transferred through food chains or directly when untreated water is used, released to soil through subsoil waters or during floods. The increased anthropogenic load on rivers' hydrosystems, especially in their deltas, is becoming rampant these days. The goal of the research is to study the coastal areas and to assess the state of vegetation. To achieve this goal, standard methods of biotesting and bioindication were applied in the territories of two water-protection zones – those of the Volga River and the Nozhovskiy erik (shallow channel in the Volga delta – translator's note) near the Ilyinka village. The water quality in the Volga River, within the examined range, is stably characterized as “dirty” (4th class). The exceeded level of maximum permissible concentrations for petroleum products, heavy metals (mercury, zinc, molybdenum), sulfides and phenols is observed. The research has not revealed the impact of the quality of water on phytotoxicity of the soil and indices of abundance of the vegetation

that grows in this territory. Toxicity of soils is weak in the area of the Nozhovskiy erik, it is very weak in the area of the Volga River: the germination capacity of the test object (watercress) ranges between 67 and 88%, morphometric indices of plants do not differ much from those in control groups. Within the summer period the monitoring sites were characterized by the maximum frequency-abundance indices of typical representatives of the local flora, which are camel thorn (*Alhagi pseudalhagi*) and greater burdock (*Arctium lappa*). Vegetation in these areas is abundant, its state is assessed as satisfactory.

Keywords: water-protection zone, pollution, vegetation, projective cover, bioindication, soil phytotoxicity

For citation: Vasilieva E. G., Melnik I. V. Assessing state of water protection zones of Volga River within Ilyinka village area (Astrakhan region). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;4:91-97. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-91-97>.

Введение

Дельтовый участок Нижней Волги подвержен массивному воздействию хозяйственной деятельности человека в пределах Волгоградской и Астраханской областей [1]. В условиях роста добывающей и перерабатывающей промышленности увеличивается антропогенная нагрузка на гидросистемы бассейна Волги [2]. Проблемными факторами, влияющими на качество воды в реке, являются несанкционированные сбросы сточных вод, затонувшие и полузатонувшие объекты, а также наличие объектов размещения отходов в ее водоохранной зоне [2, 3].

Особый интерес представляют прибрежные участки реки, активно задействованные человеком. Так, в Астраханской области вблизи п. Ильинка, ниже по течению р. Волги, расположены производственные предприятия, а также объекты накопленного экологического ущерба – «Ильинские нефтяные ямы». Здесь высок риск попадания нефтепро-

дуктов в водоем, загрязнения почв и, в целом, деградации водных и наземных экосистем.

Целью исследований являлось изучение состояния водоохранной зоны р. Ножовский и р. Волги в районе п. Ильинка.

Согласно природоохранному законодательству Российской Федерации водоохранная зона – это территория, примыкающая к береговой линии водоема. В этой зоне осуществляется особый режим хозяйственной деятельности, накладываются ограничения на ее использование [4]. Зона имеет особое значение с точки зрения охраны объектов животного и растительного мира [5, 6].

Материалы и методы исследований

В ходе исследования проведен анализ состояния водоохранной зоны р. Волги и р. Ножовский в районе п. Ильинка (рис. 1).

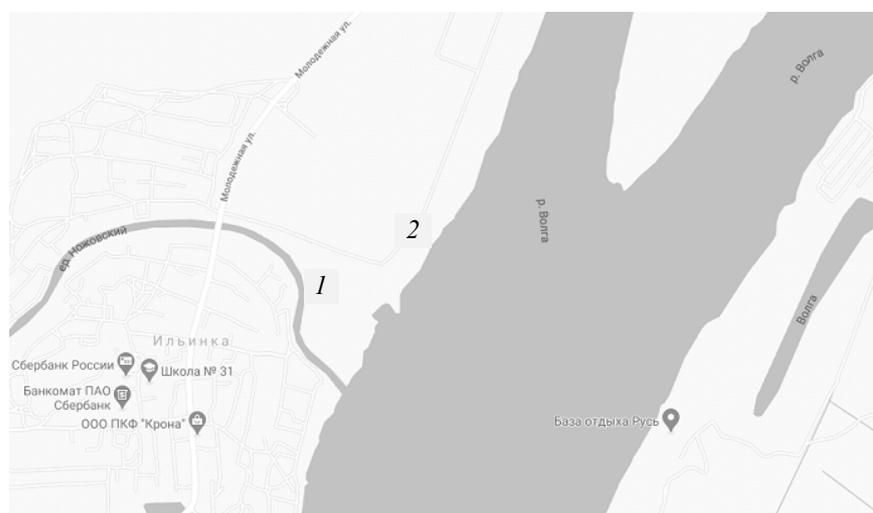


Рис. 1. Схема районов исследования:

1 – водоохранная зона р. Ножовский; 2 – водоохранная зона р. Волги в районе п. Ильинка

Fig. 1. Scheme of research areas:

1 – water protection zone of the Nozhovskiy erik; 2 – water protection zone of the Volga river near Ilyinka village

Исследования растительного покрова на территории водоохранной зоны проводились в июле 2020 г. Для оценки состояния растительного по-

крова определяли проективное покрытие растительности на почву по шкале численности Браун-Бланке и обилие видов растительных сообществ

согласно шкале Друде [7]. Состояние растений оценивалось по внешним визуальным признакам – наличию скручивания стеблей и листьев, их пожелтению и сухости, увяданию, проявлению хлорозов и некрозов. Образцы растений были отобраны по периметру исследуемых участков, а также в их центральной части.

При исследовании почвы территории использовали метод биотестирования, в результате чего была определена всхожесть и морфометрические параметры надземной и подземной частей тест-объекта – кресс-салата. Для определения фитотоксичности почв применяли следующую градацию: 100 % прорастания – проба не токсична, 80–90 % – очень слабая токсичность, 60–80 % – слабая, 40–60 % – средняя, 20–40 % – высокая токсичность, 0–20 % – очень высокая, близкая к летальной [8]. В качестве контрольного варианта использована почва, отобранная в парковой зоне п. Ильинка. Статистическая обра-

ботка материала включала в себя определение критерия достоверности результатов – критерия Стьюдента и ошибок средних величин – стандартные ошибки среднего.

Для изучения динамики загрязненности р. Волги в створе п. Ильинка проанализированы данные государственных докладов Службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области за 2015–2019 гг. [9].

Результаты исследований

Согласно данным Службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области, качество вод р. Волги по основному руслу в районе п. Ильинка стабильно характеризуется по показателю удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) 4-м классом как «грязная», разряд «а» (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Динамика качества вод р. Волги за 2013–2019 гг.
Dynamics of the water quality in the Volga River for 2013-2019

Год	Качество вод р. Волги в районе п. Ильинка	
	Индекс УКИЗВ	Класс загрязненности
2013	5,25	4 класс, «грязная», разряд «а»
2014	4,05	
2015	4,97	
2016	4,34	
2017	4,48	
2018	5,01	
2019	4,04	

С 2013 по 2019 гг. значение индекса варьирует в пределах от 4,04 (2019 г.) до 5,25 (2013 г.).

В течение всего периода исследований регистрируется превышение ПДК по многим мониторинговым показателям – это БПК₅, нефтепродук-

ты, тяжелые металлы и др. На рис. 2 представлены основные загрязнители воды в районе исследования в 2018 г., по которым отмечаются превышения ПДК в 1,2–3,6 раз.

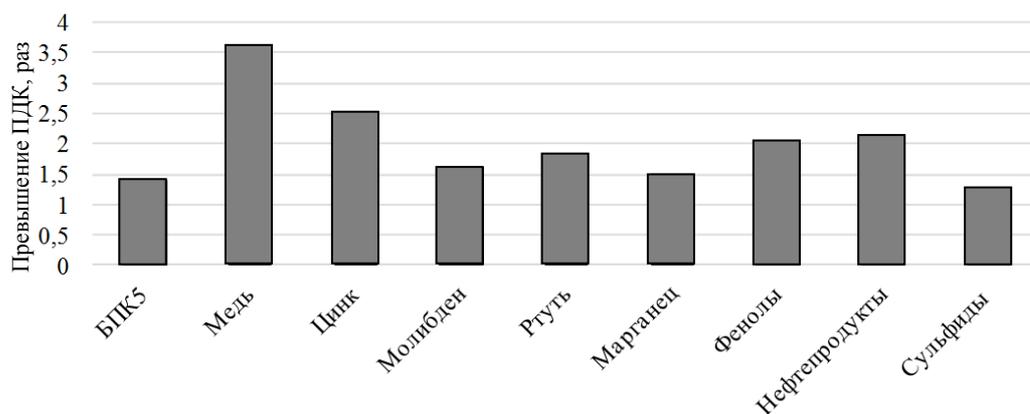


Рис. 2. Превышение предельно допустимых концентраций по основным загрязнителям р. Волги в створе п. Ильинка в 2018 г.

Fig. 2. Exceeding the maximum permissible concentrations for priority pollutants of the Volga River in the alignment of the Ilyinka village in 2018

Наиболее серьезные отклонения от нормативов наблюдаются по меди (превышение ПДК в 3,6 раз), цинку (превышение ПДК в 2,5 раз), нефтепродуктам (превышение ПДК в 2,1 раз), фенолу (превышение ПДК в 2 раза). Указанные поллютанты, в целом, характерны для исследуемого региона. Качество воды большинства водоемов в Астраханской области не соответствует нормативным требованиям по данным показателям. Напряженную экологическую обстановку формируют воды, загрязненные производственными и бытовыми стоками, а также неочищенные ливне-дренажные сточные воды [1].

В бассейне р. Волги насчитывается около 7 000 контролируемых водовыпусков, или отдельных (точечных) стационарных источников загрязнения, которые ежегодно сбрасывают около 2,5 км³ загрязненных сточных вод, кроме этого ежегодно выявляются и несанкционированные сбросы сточных вод. Проблемными факторами, влияющими на качество воды р. Волги, являются также затонувшие и полузатонувшие объекты и наличие объектов размещения отходов в водоохраных зонах [10].

Необходимо отметить, что в районе исследования существует риск загрязнения водоемов углеводородами, поскольку в непосредственной близости от

поселка расположены объекты накопленного экологического ущерба «Ильинские нефтяные ямы» – 19 резервуаров открытого типа с остатками нефтепродуктов. Ниже по течению действует ООО Природоохранный комплекс «Эко+», одним из видов деятельности которого на протяжении более 15 лет является зачистка всех типов судов от остатков нефтепродуктов и остатков отходов бурения. Это также увеличивает антропогенную нагрузку на данный участок водоема вследствие усиления судоходства.

Нефтяное загрязнение выделяется в отдельный вид загрязнения из-за сложного состава нефти (сотни различных углеводородных и гетероциклических соединений, содержащих азот, кислород, серу и микроэлементы). Соединения, входящие в состав масла, обладают различными свойствами, включая растворимость и реакционную способность. Многие компоненты масла токсичны. Длительное хроническое воздействие даже низких концентраций нефти представляет опасность для окружающей среды и человека [11]. Анализ динамики загрязнения р. Волги в створе п. Ильинка по данному поллютанту за 5 лет – с 2014 по 2018 гг. – представлен на рис. 3.

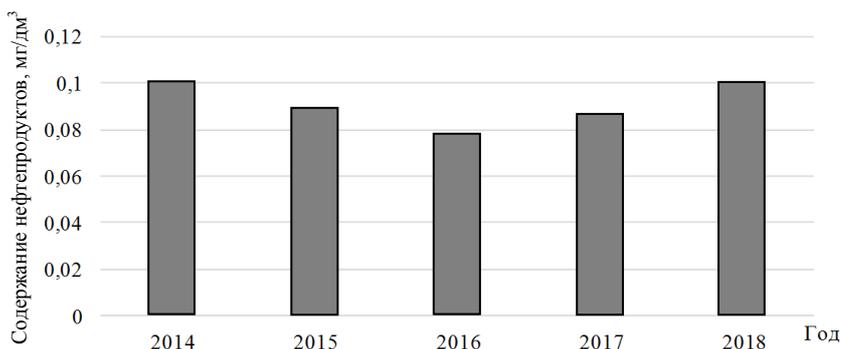


Рис. 3. Динамика загрязненности нефтепродуктами р. Волга в створе п. Ильинка за 2014–2018 гг.

Fig. 3. Dynamics of pollution with oil products of the Volga River in the alignment of the Ilyinka village in 2014–2018

Данные мониторинга свидетельствуют о регулярном превышении ПДК по нефтепродуктам в створе п. Ильинка. Максимальные среднегодовые концентрации в 0,1 мг/дм³ зарегистрированы в 2014 и 2018 гг. (превышение ПДК составило 2,2 раза). Для сравнения использована ПДК по нефтепродуктам для рыбохозяйственных водоемов (0,05 мг/дм³). Наиболее благоприятная по данному показателю обстановка отмечена в 2016 г. – превышение ПДК в 1,7 раза.

Проблема загрязнения бассейна р. Волги нефтью существовала еще в конце XX в. из-за утечек, возникших при транспортировке каспийской нефти. Данные многолетних мониторинговых исследова-

ний свидетельствуют о том, что для водоемов Астраханской области характерен повышенный фоновый уровень углеводов [2]. В некоторых водоемах в отдельные годы наблюдаются уровни загрязнения выше отмеченных в створе п. Ильинка. Так, на рукавах рек Камызяк, Кривая Болда в 2016–2017 гг. показатель превысил ПДК в 3–4,5 раза [12]. Кроме того, средняя загрязненность нефтепродуктами р. Волги по всем мониторинговым точкам в пределах Астраханской области в отдельные годы оказывается выше значений, зарегистрированных по створу п. Ильинка (рис. 4).

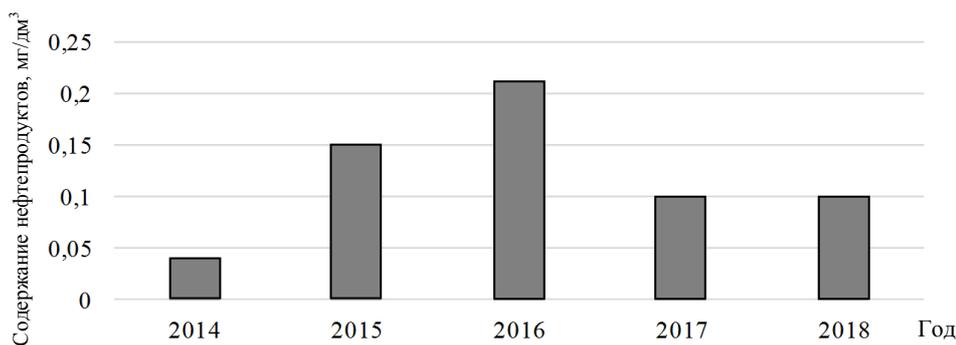


Рис. 4. Динамика загрязненности нефтепродуктами р. Волга (среднее значение по всем мониторинговым створам) за 2014–2018 гг.

Fig. 4. Dynamics of pollution with oil products of the Volga River (mean for all monitoring sites) in 2014–2018

Максимальные уровни содержания нефтепродуктов отмечены в 2016 г., когда отмечалось превышение ПДК в 4,2 раза. В 2015 г. обстановка по данному поллютанту также была неблагоприятной, и средние зарегистрированные превышения составили 3 ПДК.

Таким образом, загрязненность воды нефтепродуктами в р. Волга за 2014–2018 гг. носит устойчивый характер по всем мониторинговым створам, в том числе и в районе п. Ильинка. Продолжительный по времени характер загрязнения данным пол-

лютантом, по нашему мнению, не может не оказывать влияния на водные экосистемы.

Присутствие загрязнителей в водоемах обуславливает их попадание в почвы прибрежных водоохраных зон в результате сезонного подтопления и поднятия грунтовых вод.

Результаты биотестирования почвы в исследуемых зонах демонстрируют слабую (р. Ножовский) и очень слабую (р. Волга) степень токсичности (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Результаты биотестирования почвы

Soil biotesting results

Показатель	Тест-объект – кресс-салат		
	р. Волга в районе п. Ильинка	р. Ножовский	контроль
Длина корней, см	5,5 ± 0,3	3 ± 0,2	4,3 ± 0,3
Длина надземной части, см	17,5 ± 1,3	13 ± 1,5	18 ± 1,1
Вес надземной части, мг	1 300 ± 47	903 ± 25	1 200 ± 38
Вес корней, мг	800 ± 12	400 ± 19	750 ± 18
Фитотоксичность, %	88 ± 5,3 очень слабая	67 ± 0,7 слабая	92 ± 1,1 очень слабая

Растения показали хорошую всхожесть: первые всходы у кресс-салата появились на вторые сутки. По морфологическим параметрам отличались растения кресс-салата, выращенные на почве водоохраной зоны р. Ножовский – побеги были слабее, вес надземной (на 30 %) и подземной (на 50 %) частей растений меньше контрольных показателей. Растения, выращенные на почве водоохраной зоны р. Волги, визуально не отличались от контрольных.

Исследуемые районы водоохраных зон р. Волги и р. Ножовский обладают схожей растительностью. В водоохранной зоне р. Волги преобладающим видом является верблюжья колючка обыкновенная

(*Alhagi pseudalhagi*) (покрытие 74 %), часто встречается лопух большой (*Arctium lappa*), лютик едкий (*Ranunculus acris*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*). В водоохранной зоне р. Ножовский наиболее обильным видом также является верблюжья колючка обыкновенная (покрытие 77 %), часто встречаются лопух большой, полынь горькая, обильно произрастает древесная растительность – лох узколистый (*Elaeagnus angustifolia*), вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), шелковица черная (*Morus nigra*). Всего отмечено 13 видов растений, относящихся к трем жизненным формам – травянистые, древесные и кустарниковые растения (табл. 3).

Vasilieva E. G., Melnik I. V. Assessing state of water protection zones of Volga River within Puzinka village area (Astrakhan region)

Оценка растительного покрова водоохранных зон
Assessment of the vegetation cover in water protection zones

Вид растения	Река Волга в районе п. Ильинка		Ерик Ножовский	
	балл обилия* по Друде	проективное покрытие, %	балл обилия по Друде	проективное покрытие, %
Лютик едкий (<i>Ranunculus acris</i>)	cop 1	23	sol	4
Лопух большой (<i>Arctium lappa</i>)	soc	30	cop 1	44
Тамариск четырехтычинковый (<i>Tamarix tetrandra</i>)	sp	12	sol	8
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i>)	cop 1	18	sp	13
Верблюжья колючка обыкновенная (<i>Alhagi pseudalhagi</i>)	cop 3	74	cop 3	77
Рогоз широколистный (<i>Typha latifolia</i>)	cop 2	13	sp	11
Лох узколистный (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)	cop 3	9	cop 2	52
Сусак зонтичный (<i>Butomus umbellatus</i>)	sol	0	sol	0,5
Лебеда раскидистая (<i>Atriplex patula</i>)	cop 1	12	sol	7
Подсолнечник однолетний (<i>Helianthus annuus</i>)	sol	4	sol	0,8
Паслен черный (<i>Solanum nigrum</i>)	sol	7	sp	12
Вяз мелколистный (<i>Ulmus parvifolia</i>)	sol	8	sp	24
Шелковица черная (<i>Morus nigra</i>)	sol	9	sp	23

*Характеристика обилия, соответствующая баллу обилия: sol – очень редки; sp – рассеяно; cop 1 – довольно обильно; cop 2 – обильно; cop 3 – очень обильно; sor – сплошное распространение.

По результатам визуального осмотра явного угнетения растений на всех исследуемых площадках не обнаружено. Некроз листовой пластины обнаружен только у вяза мелколистного с поражением не более 10 % всех листьев, что является типичным для нашей климатической зоны.

Заключение

В периоды сезонного подтопления и поднятия грунтовых вод загрязнители попадают в почву, а затем и в растения [13]. Несмотря на то, что, по данным мониторинга, качество воды р. Волги в створе п. Ильинка в 2014–2018 гг. стабильно оценивается как «грязная», результаты проведенных исследова-

ний свидетельствуют о незначительном влиянии загрязнения на уровень фитотоксичности почвы и состояние растительности водоохранных зон р. Волги и ер. Ножовский в районе п. Ильинка. Фитотоксичность почв – слабая и очень слабая. Растительность в районах исследования обильна, ее состояние оценено как удовлетворительное. Это может свидетельствовать о приспособленности биоценозов к условиям хронического воздействия поллютантов. Данное обстоятельство следует использовать для восстановления загрязненных, в том числе и нефтепродуктами, почв водоохранных зон.

Список источников

1. Бреховских В. Ф., Волкова З. В., Монахов С. К. Динамика потоков загрязняющих веществ в дельте р. Волги // Вода: химия и экология. 2011. № 4. С. 9–17.
2. Быстрова И. В., Смирнова Т. С., Бычкова Д. А., Мелихов М. С. Экологические проблемы при освоении шельфа северо-западного Прикаспия // Геология, география и глобальная энергетика. 2018. № 4. С. 81–86.
3. Gusarov A. V. The response of water flow, suspended sediment yield and erosion intensity to contemporary long-term changes in climate and land use / cover in river basins of the Middle Volga Region, European Russia // Science of The Total Environment. 2020. V. 719. P. 134770.
4. Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2006. № 23. С. 2380.
5. Ходоровская Н. И., Ницкая С. Г., Машикова И. В. Роль водоохранной зоны в защите поверхностных водоемов от загрязнения и истощения // Изв. Челяб. науч. центра. 2003. Вып. 2 (19). С. 69–73.
6. Gómez-Baggethun E., Tudor M., Doroftei M., Covaliov S., Năstase A., Onără D.-F., Mierlă M., Marinov M., Doroşencu A.-C., Lupu G., Teodorof L., Tudor I.-M., Köhlerd B., Museth J., Aronsen E., Johnsen S. I., Ibram O., Marin E., Crăciun A., Cioacă E. Changes in ecosystem services from wetland loss and restoration: An ecosystem assessment of the Danube Delta (1960–2010) // Ecosystem Services. 2019. V. 39. P. 100965.
7. Новикова Н. М., Ильина И. С., Сафронова И. Н. О картографировании пойменной растительности Нижней Волги // Геоботаническое картографирование. 2000. № 1998-2000. С. 62–75.
8. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: ВЛАДОС, 2001. 288 с.
9. Об экологической ситуации в Астраханской области в 2019 году. Астрахань: Служба природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области, 2020. 218 с.
10. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». М.: НИИ-Природа, 2018. 298 с.
11. Кожевин П. А. Биологический компонент качества почвы и проблема устойчивости // Почвоведение. 2001. № 4. С. 44–48.
12. Об экологической ситуации в Астраханской области в 2017 году. Астрахань: Служба природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области, 2018. 232 с.

13. Chandrasekhar C., Ray J. G. Lead accumulation, growth responses and biochemical changes of three plant species exposed to soil amended with different concentra-

tions of lead nitrate // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2019. N. 171. P. 26–36.

References

1. Brekhovskikh V. F., Volkova Z. V., Monakhov S. K. Dinamika potokov zagriazniayushchikh veshchestv v del'te r. Volgi [Dynamics of pollutant fluxes in Volga delta]. *Voda: khimiya i ekologiya*, 2011, no. 4, pp. 9-17.

2. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Bychkova D. A., Melikhov M. S. Ekologicheskie problemy pri osvoenii shel'fa severo-zapadnogo Prikaspiya [Environmental problems in shelf exploration in north-western Caspian]. *Geologiya, geografiya i global'naya energetika*, 2018, no. 4, pp. 81-86.

3. Gusarov A. V. The response of water flow, suspended sediment yield and erosion intensity to contemporary long-term changes in climate and land use / cover in river basins of the Middle Volga Region, European Russia. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 719, pp. 134770.

4. Vodnyi kodeks Rossiiskoi Federatsii ot 03 iyunia 2006 g. № 74-FZ [Water Code of the Russian Federation dated June 03, 2006 No. 74-FZ]. *Sobranie zakonodatel'stva RF*, 2006, no. 23, pp. 2380.

5. Khodorovskaya N. I., Nitskaya S. G., Mashkova I. V. Rol' vodookhrannoi zony v zashchite poverkhnostnykh vodoemov ot zagriazneniya i istoshcheniya [Role of water protection zone in protection of surface water bodies from pollution and depletion]. *Izvestiya Cheliabinskogo nauchnogo tsentra*, 2003, iss. 2 (19), pp. 69-73.

6. Gómez-Baggethun E., Tudor M., Doroftei M., Covaliov S., Năstase A., Onăra D.-F., Mierlă M., Marinov M., Dorosencu A.-C., Lupu G., Teodorof L., Tudor I.-M., Köhler B., Museth J., Aronsen E., Johnsen S. I., Ibram O., Marin E., Crăciun A., Cioacă E. Changes in ecosystem services from wetland loss and restoration: An ecosystem assessment of the Danube Delta (1960–2010). *Ecosystem Services*, 2019, vol. 39, pp. 100965.

7. Novikova N. M., Il'ina I. S., Safronova I. N. O kartografirovani poimennoi rastitel'nosti Nizhnei Volgi [On mapping floodplain vegetation of Lower Volga]. *Geobotanicheskoe kartografirovanie*, 2000, no. 1998-2000, pp. 62-75.

8. Fedorova A. I., Nikol'skaya A. N. *Praktikum po ekologii i okhrane okruzhaiushchei sredy* [Workshop on ecology and environmental protection]. Moscow, VLADOS Publ., 2001. 288 p.

9. *Ob ekologicheskoi situatsii v Astrakhanskoi oblasti v 2019 godu* [On environmental situation in the Astrakhan region in 2019]. Astrakhan', Sluzhba prirodnopol'zovaniya i okhrany okruzhaiushchei sredy Astrakhanskoi oblasti, 2020. 218 p.

10. *Gosudarstvennyi doklad «O sostoianii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2017 godu»* [State report "On condition and use of water resources of the Russian Federation in 2017"]. Moscow, NIA-Priroda Publ., 2018. 298 p.

11. Kozhevnikov P. A. Biologicheskii komponent kachestva pochvy i problema ustoychivosti [Biological component of soil quality and problem of stability]. *Pochvovedenie*, 2001, no. 4, pp. 44-48.

12. *Ob ekologicheskoi situatsii v Astrakhanskoi oblasti v 2017 godu* [On environmental situation in Astrakhan region in 2017]. Astrakhan', Sluzhba prirodnopol'zovaniya i okhrany okruzhaiushchei sredy Astrakhanskoi oblasti, 2018. 232 p.

13. Chandrasekhar C., Ray J. G. Lead accumulation, growth responses and biochemical changes of three plant species exposed to soil amended with different concentrations of lead nitrate. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2019, no. 171, pp. 26-36.

Статья поступила в редакцию 05.05.2021; одобрена после рецензирования 12.10.2021; принята к публикации 23.11.2021
The article is submitted 05.05.2021; approved after reviewing 12.10.2021; accepted for publication 23.11.2021

Информация об авторах / Information about the authors

Екатерина Геннадьевна Васильева – кандидат биологических наук; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; Katerina.84@mail.ru

Ирина Викторовна Мельник – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; irina_1melnik@mail.ru

Ekaterina G. Vasileva – Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva street, 16; Katerina.84@mail.ru

Irina V. Melnik – Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva street, 16; irina_1melnik@mail.ru

