



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОТОКОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Работа посвящена оценке системы мониторинга качества воды в основном русле р. Волга и ее рукавов на отрезке между городами Волгоград и Астрахань.

Введение

Участок реки от Волгограда до морского устья необычен в геоморфологическом и гидрологическом строении – здесь отсутствуют сторонние притоки, а естественный гидрологический режим нарушен. Это завершающая часть огромного водосборного бассейна, и оценка ее состояния с точки зрения антропогенного загрязнения представляет несомненную актуальность. Значительный объем гидроплютантов, обнаруживаемых в водоемах Астраханской области, поступает с предприятий, расположенных выше по течению: с территорий Волгоградской, Саратовской, Самарской областей, Нижнего Новгорода, Казани. Здесь формируется гидрохимический состав водного потока, впадающего в Каспийское море. Выявление оптимальности функционирования существующей системы экологического мониторинга является важным этапом данного исследования.

Материалы и методы исследования

Наблюдения по гидрохимическим показателям проводились на 5 водотоках, 9 пунктах, 11 створах (табл. 1).

Определение качества донных отложений исследовалось по основному руслу Волги в 5 створах один раз в год осенью (г. Волгоград, пристань Булгаково, с. Цаган Аман, пос. ЦКК, с. Ильинка).

Для интегральной характеристики загрязненности определялись классы качества воды по индексу загрязнения воды (ИЗВ).

С целью выявления корреляционных связей между территориально-временными параметрами (год, сезон и пункт отбора проб) и изменением гидрохимических показателей использовался многофакторный дисперсионный анализ. В качестве зависимых переменных были указаны среднесезонные значения показателей качества воды, а в качестве влияющих факторов – год, сезон и пункт отбора проб. Расчеты влияния каждого фактора проводились в программе по алгоритму [1].

А.О. Леонов*,
аспирант факультета
почвоведения,
Московский
государственный
университет
им. М.В. Ломоносова

Т.А. Трифонова,
доктор
биологических наук,
профессор,
факультет
почвоведения,
Московский
государственный
университет
им. М.В. Ломоносова

* Адрес для корреспонденции: a.leonov@hotmail.com

Результаты и их обсуждение

Пространственно-временная динамика гидрохимических показателей воды и донных отложений. Результаты по определению качества воды по различным сезонам и годам представлены в табл. 2, 3. При выявлении тенденции изменения загрязнения воды при переходе от принятых еще в СССР норм ведения хозяйственной деятельности к ныне существующим для анализа также были использованы данные 1986 г.

По сезонам отбора проб во все годы исследований наибольшая загрязненность вод отмечается зимой и весной. Наряду с причинами естественно-природного характера разница между сезонами по уровню загрязнения вод объясняется низким уровнем производственной культуры на промышленных и аграрных предприятиях бассейна, что является причиной смыва талыми водами поллютантов в речное русло.

Наиболее неблагоприятным годом по качеству воды в последний период наблюдений был 2002 г. Напротив, в 2003 г. отмечены 6,8 % встречаемости воды класса II «чистая». Начиная с 2004 г. наметилась тенденция улучшения качества воды по показателю

ИЗВ. С 2006 г. преобладал III класс качества «умеренно загрязненная» с соответствующим уменьшением встречаемости класса IV «загрязненная» и нулевыми значениями классов V «грязная» и выше.

В целом, в период с 1986 г. по 2008 г. загрязнение воды по водотокам не претерпевало значительных изменений. Это говорит, с одной стороны, о мощном процессе разбавления, а с другой – о высокой степени интегрированности всех водотоков Волго-Ахтубинской поймы. Однако очевидно, что загрязняющие вещества могут аккумулироваться донными отложениями и представлять опасность для района дельты, где течение замедляется, а процессы седиментации усиливаются.

Анализ загрязнения воды и донных отложений соединениями тяжелых металлов. Установлено, что загрязнение воды подвижными формами соединений цинка и меди частично связано с деятельностью Астраханского промышленного комплекса. Наибольшее значение имеет транзитное поступление данных поллютантов, которые являются одними из наиболее значительных загрязнителей вод Волго-Ахтубинской поймы и показывают самую высокую вариабельность.

Таблица 1

Пункты и створы наблюдений за состоянием загрязнения поверхностных вод

Водный объект	Пункт	Местоположение створа
р. Волга	г. Волгоград	0,5 км ниже Волжской ГЭС
	Пристань Булгаково	3 км ниже пристани Булгаково, на границе с Астраханской областью
	с. Цаган Аман	6,0 км ниже с. Цаган Аман, 133 буй
	с. Верхнее Лебяжье	в черте с. В. Лебяжье, 4,1 км ниже истока рук. Бузан
	г. Астрахань	ЦКК: 0,5 км выше г. Астрахань, 8,8 км выше север. окр. о. Городской, 0,5 км выше п. ЦКК
		ПОС: 1,5 км ниже г. Астрахань, 0,5 км ниже сб. сточн. вод правобережных очистных сооружений (ПОС)
р. Волга, рук. Ахтуба	Поселок городского типа Селитренное	0,5 км ниже пгт. Селитренное
	п. Аксарайский	1,0 км выше п. Аксарайский, 0,25 км ниже а/д моста, 0,2 км ниже сброса сточн. вод консервного завода
	с. Подчалык, приток Кигач	1,0 км ниже с. Подчалык, 0,5 км ниже впадения пр. Берекет
р. Волга, рук. Бузан	с. Красный Яр	0,5 км ниже с. Красный Яр, 2,3 км ниже гидропоста
р. Волга, рук. Кривая Болда	рук. Кривая Болда	0,5 км выше истока пр. Рычан
р. Волга, рук. Камызяк	г. Камызяк	0,8 км ниже г. Камызяк, 0,5 км ниже гидропоста

Примечание: курсивом обозначены створы, где производился отбор проб только донных отложений.

Таблица 2

Качество воды по сезонам (1986, 1999-2008 гг.)

Сезон	Классы качества, встречаемость, %					
	II Чистая	III Умеренно загрязненная	IV Загрязненная	V Грязная	VI Очень грязная	VII Чрезвычайно грязная
1986 г.						
Зима	0,0	0,0	25,0	62,5	12,5	0,0
Весна	0,0	0,0	44,4	44,4	11,2	0,0
Лето	0,0	10,0	80,0	10,0	0,0	0,0
Осень	0,0	0,0	90,0	10,0	0,0	0,0
1999-2008 гг.						
Зима	0,9	34,0	54,7	2,8	8,5	0,0
Весна	1,0	26,2	60,2	6,8	5,8	1,0
Лето	0,9	25,9	67,6	5,6	0,0	0,0
Осень	1,9	32,4	58,3	7,4	0,0	0,0

Таблица 3

Качество воды по годам (1986, 1999-2008 гг.)

Год	Классы качества, встречаемость, %					
	II Чистая	III Умеренно загрязненная	IV Загрязненная	V Грязная	VI Очень грязная	VII Чрезвычайно грязная
1986	0,0	2,5	60,0	31,7	5,9	0,0
1999	0,0	4,8	85,7	9,5	0,0	0,0
2000	2,3	4,8	79,1	11,6	2,3	0,0
2001	2,3	37,2	51,2	9,3	0,0	0,0
2002	0,0	11,6	32,6	20,9	32,6	2,3
2003	6,8	22,7	63,6	4,8	0,0	0,0
2004	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,0	11,4	88,6	0,0	0,0	0,0
2006	0,0	63,6	36,4	0,0	0,0	0,0
2007	0,0	48,8	51,2	0,0	0,0	0,0
2008	0,0	69,0	31,0	0,0	0,0	0,0

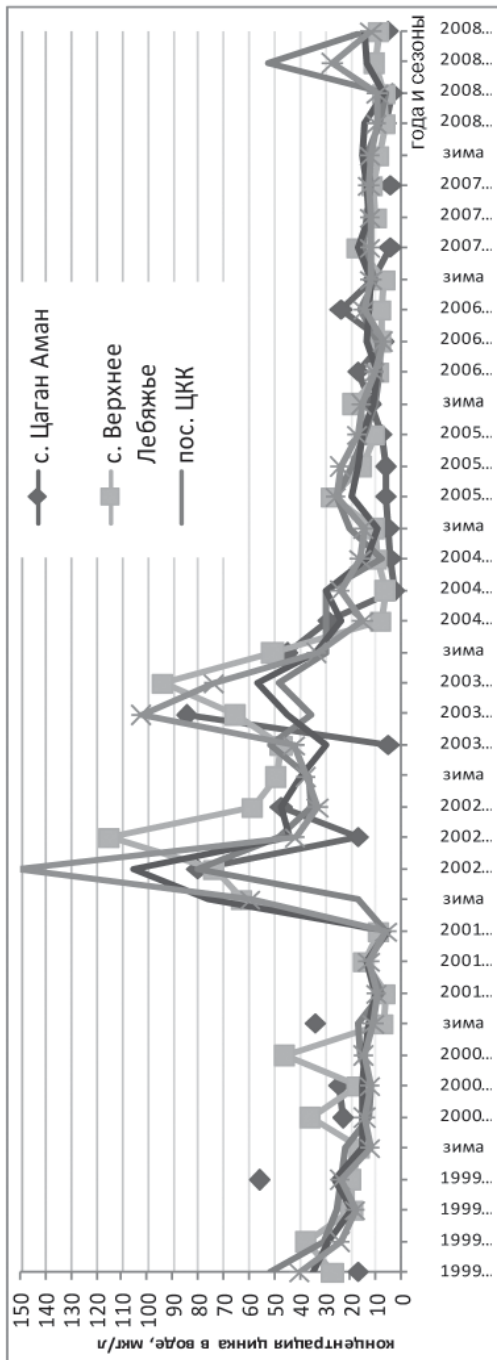


В некоторые периоды значения концентраций в воде достигали экстремально высоких отметок, превышая ПДК в сотни раз. В среднем содержание меди в исследуемые десять лет были стабильно выше ПДК и колебалось от 2,5 мкг/л до 12 мкг/л при ПДК 1 мкг/л. Содержание цинка также выше ПДК и в среднем колебалось в пределах 10-40 мкг/л. Пик загрязнения соединениями цинка за исследуемой период приходился на 2002-2003 гг. (до 22 ПДК), медью – на 2001-2002 гг. (до 41 ПДК) (рис. 1, 2).

Содержание ионных форм меди и цинка в донных отложениях достигло максимума в 2004 г. (26-27 мг/кг для меди и 70 мг/кг для цинка), что не повлияло на увеличение концентраций данных поллютантов в воде. Однако в 2005 г. наблюдалось повышение концентраций цинка и меди в воде несмотря на то, что сбросы с предприятий Астраханской области в этом году были незначительными, а концентрации в вышележащих створах значительно меньше, чем в нижележащих. Вероятнее всего, повышение концентраций цинка и меди повсеместно в воде в 2005 г. связано со вторичным загрязнением из донных отложений с задержкой во времени на один год (рис. 1, 2). Максимальное загрязнение воды солями ртути в течение исследуемого периода наблюдалось в 2001 г. и имело залповый характер во всех створах, затем отмечалась стабилизация концентраций на уровне 1-3 ПДК вплоть до 2008 г. Поступление токсиканта в воду имело залповый характер во всех створах. Прослеживается поступление солей ртути в воду с территории Астраханской области на участке от с. Верхнее Лебяжье до с. Ильинка. Можно предположить, что главный источник загрязнения имеет природное происхождение и связан с поступлением глубинных флюидов из земной коры, содержащих высокие концентрации тяжелых металлов и ртути [2, 3].

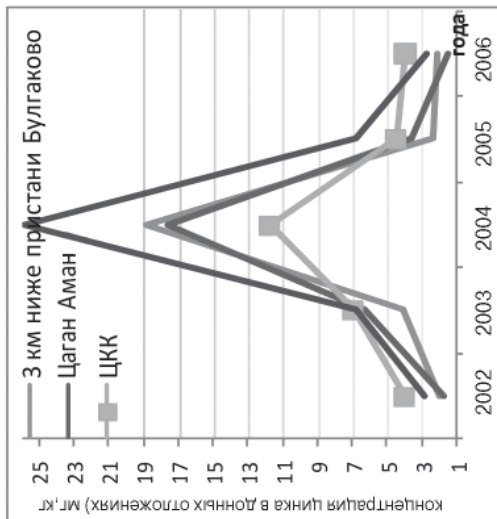
Таким образом, является целесообразным включить в мониторинг качества вод Волго-Ахтубинской поймы ежегодные исследования донных отложений, позволяющие определить источники поступления токсикантов в воду.

Оценка достоверности динамики показателей качества воды проведена с помощью многофакторного дисперсионного анализа. Исследовалась изменчивость показателей качества воды от влияния различных факторов, в качестве которых были обозначены: место отбора проб (фактор «пункт»), год отбора проб (фактор «год») и время отбора проб (фактор «сезон»). В целом данные многофакторного дисперсионного анализа под-

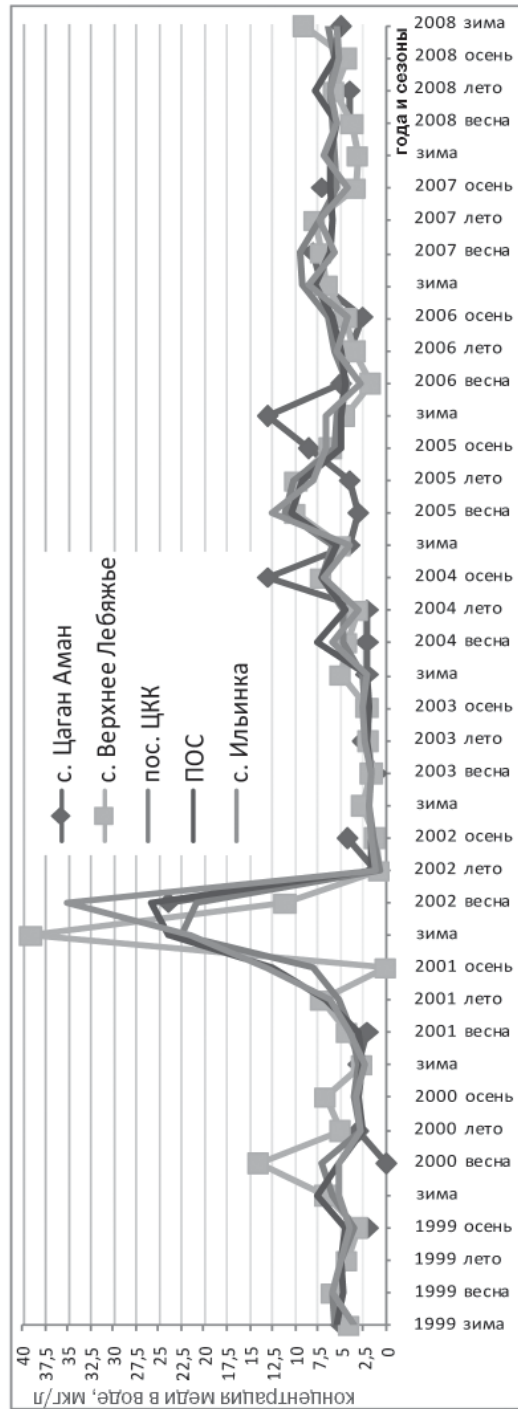


А

Рис. 1. Пространственно-временная динамика концентраций цинка в воде (а) и донных отложениях (б) (мкг/л).

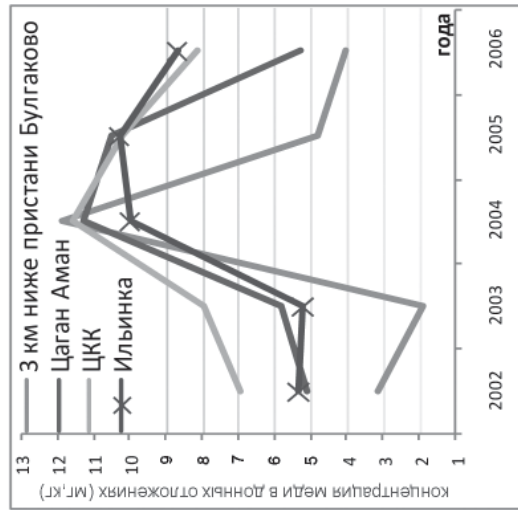


Б



А

Рис. 2. Пространственно-временная динамика концентраций меди в воде (а) и донных отложениях (б) (мкг/л).



Б

крепляют результаты гидрохимических исследований [4].

Исследована зависимость биомассы фитопланктона от содержания цинка и меди в донных отложениях.

Известно, что повышенное содержание ионов цинка и в особенности меди оказывает сильное угнетающее действие на гидробионты. С целью изучения влияния загрязнения из донных отложений подвижными формами соединений меди и цинка был проведен корреляционный анализ данных. Выявлено, что корреляция отсутствует в период, когда наблюдалось максимальное загрязнение донных отложений данными поллютантами (с 2002 по 2006 гг.). Для выявления зависимости использовались значения биомассы годом позже (с 2003 по 2007 гг.).

Результаты анализа зависимости биомассы фитопланктона от содержания меди и цинка в донных отложениях представлены на рис. 3, 4.

Выявлено, что при достижении концентрации меди в донных отложениях около 12 мг/кг и цинка около 23 мг/кг происходит резкое уменьшение биомассы в следующем году.

Проведенное исследование показало, что в основном русле Волги при зарегистрированном содержании концентраций цинка и меди в донных отложениях изменение биомассы зависит от содержания данных поллютантов в донных отложениях. Таким образом, можно констатировать, что вторичное загрязнение воды из донных отложений оказывает влияние на жизнедеятельность

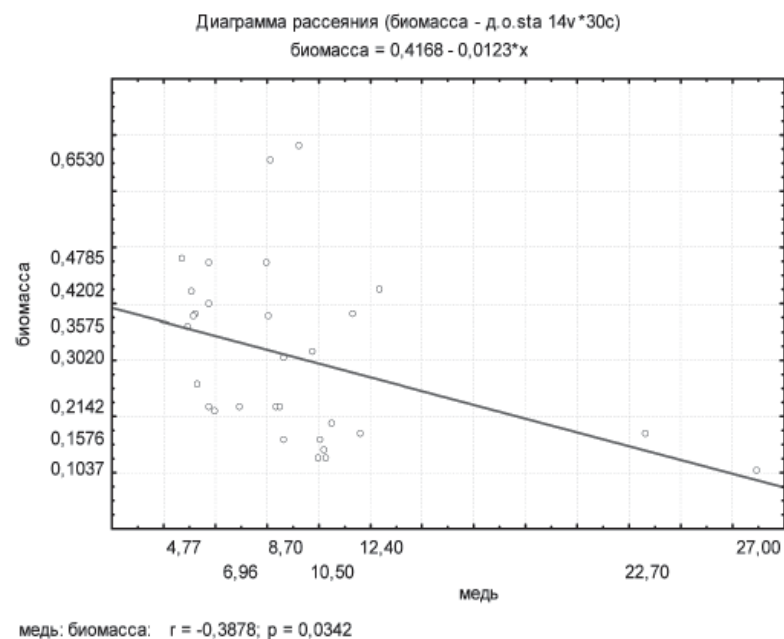


Рис. 3. Зависимость биомассы фитопланктона от содержания меди в донных отложениях р. Волги в пунктах Цаган Аман, ЦКК и Ильинка.

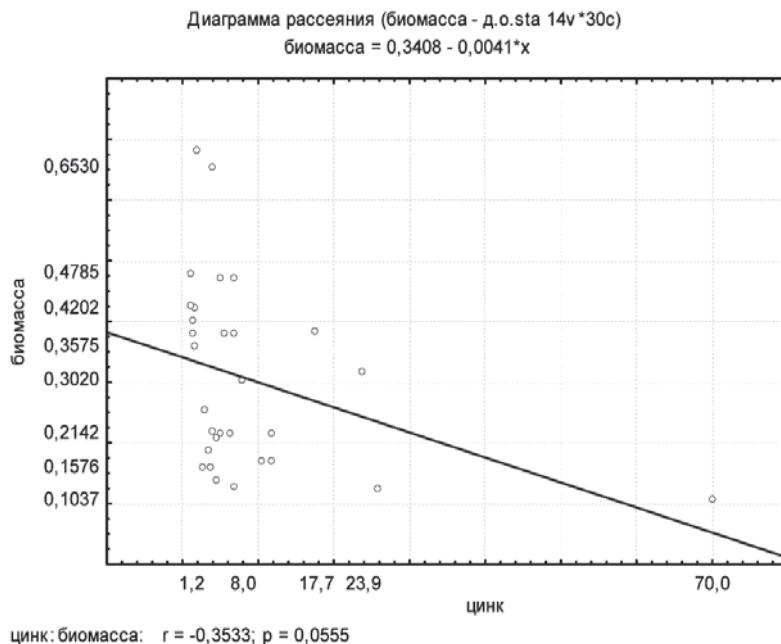


Рис. 4. Зависимость биомассы фитопланктона от содержания цинка в донных отложениях р. Волга в пунктах Цаган Аман, ЦКК и Ильинка.

фитопланктона Волго-Ахтубинской поймы и, следовательно, на качество воды.

Содержание в воде соединений азота и фосфора. Для оценки процессов эвтрофикации используется показатель соотношения содержания в воде азота и фосфора. Для идентификации и сравнительной оценки вклада каждого элемента в общую нагрузку на водоем был проведен расчет данного соотношения в водотоках Волго-Ахтубинской поймы. Соотношение концентраций азота и фосфора по сезонам 1999-2008 гг. приведено в табл. 4.

Соотношение концентраций азота и фосфора изменялось как по сезонам, так и по пунктам отбора проб. Общая тенденция изменений по сезонам характеризовалась максимальными значениями соотношения в весенний и летний периоды и минимальными – зимой и осенью (в среднем от 6:1 до 7:1). Несколько отличались результаты по пунктам ПОС, с. Ильинка и Аксарайский – для них не было выявлено существенного снижения значений соотношения в осенний период по сравнению с летним периодом. Данный факт можно объяснить относительно постоянным поступлением сточных вод с Правобережных очистных сооружений в течение года в пунктах ПОС и с. Ильинка и загрязнением Астраханского газового комплекса в пос. Аксарайский. Для пункта с. Верхнее Лебяжье свойственна также несколько иная картина динамики изменений по сезонам, а именно постепенное повы-

Таблица 4

Соотношение азота и фосфора в воде (1999-2008 гг.)

Пункт отбора проб		N:P				Среднее за год
		зима	весна	лето	осень	
р. Волга	с. Цаган Аман	2	6	12	9	7
	с. В. Лебяжье	4	12	13	15	11
	пос. ЦКК	8	14	16	6	11
	ПОС	7	14	10	10	10
	с. Ильинка	8	13	11	10	11
рук. Ахтуба	Селитренное	7	11	8	5	8
	Аксарайский	6	11	5	5	7
	Подчалык	5	9	8	4	7
рук. Бузан	Красный Яр	9	12	13	5	10
рук. Кривая Болда	Кривая Болда	7	8	10	5	8
рук. Камызяк	Камызяк	4	7	11	7	8
Среднее по сезонам		6	11	11	7	–

шение к осеннему сезону. Причиной может служить смыв стоков с животноводческих предприятий.

Разброс усредненных соотношений содержания азота и фосфора по пунктам отбора проб составлял от 7 до 11. Наивысших значений соотношение достигало в русле р. Волга ниже с. Цаган Аман, увеличиваясь с 7 (с. Цаган Аман) до 10-11 (с. Верхнее Лебяжье, п. ЦКК, ПОС, с. Ильинка). Рукав Бузан также характеризовался более высоким значением соотношения – 10:1. Наименьшие

значения зафиксированы для рукава Ахтуба (от 7 до 8), что связано с деятельностью Астраханского газового комплекса и активным смывом с сельхозугодий сельскохозяйственных препаратов и рукавов Кривая Болда и Камызяк. Таким образом, соотношение N:P в водотоках завершающего участка Волги большую часть времени года является оптимальным и находится в пределах от 7 до 15. Более низкие значения соотношения (меньше 7) зимой и осенью свидетельствуют о том, что в данный период активизируются процессы эвтрофикации.

Несмотря на существующие различия в соотношениях N:P, как по пунктам отбора проб, так и по сезонам, это не оказало существенного влияния на биомассу основных представителей фитопланктона, а именно, не привело к смене рангов отделов. Таким образом, по азотно-фосфорному режиму водотоки можно отнести к мезотрофным.

Заключение

Качество воды в водотоках Волго-Ахтубинской поймы, начиная с середины первого десятилетия XXI в., показывает устойчивую тенденцию к улучшению и оценивается III-IV классом (умеренно-загрязненная – загрязненная). В период с 1986 г. по 2008 г. уровень загрязнения воды по водотокам не претерпевал значительных изменений. Это говорит, с одной стороны, о мощном процессе разбавления, а с другой – о высокой степени интегрированности всех водотоков Волго-Ахтубинской поймы.





Воды Волго-Ахтубинской поймы загрязнены рядом загрязнителей, среди которых в настоящее время доминируют цинк, медь и ртуть. Выявлено, что имеет место вторичное загрязнение воды соединениями цинка и меди из донных отложений с задержкой во времени, равной одному году. Загрязнение цинком и медью в основном транзитное. Наибольшее загрязнение на протяжении всего времени исследования наблюдалось по основному руслу Волги в черте г. Астрахань и по водотокам рукавов Бузан (с. Красный Яр) и Ахтуба (пос. Аксарайский) в районе Астраханского газового комплекса. В русле Волги при зарегистрированных концентрациях цинка и меди в донных отложениях изменение биомассы зависит от прошлогод-

Ключевые слова:
мониторинг
качества воды,
Волго-Ахтубинская
пойма

него содержания данных загрязнителей в донных отложениях. По азотно-фосфорному режиму водотоки поймы можно отнести к мезотрофным. Зимой и осенью активизируются процессы эвтрофикации.

Литература

1. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. Учебное пособие. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. 464 с.
2. Богданов Н.А. Экологическое зонирование. Научно-методические приемы. Астраханская область, Астрахань, 1988. 176 с.
3. Леонов А.О., Ильзова Ф.Ш. Загрязнение ртутью р. Волги в нижнем течении // Труды 5-й международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов». Под ред. проф. Т.А. Трифоновой. Владимир: ВГУ, 2009. С. 396-400
4. Леонов А.О. Использование многофакторного дисперсионного анализа для оценки системы экологического мониторинга Волго-Ахтубинской поймы // Аграрная Россия, 2010. № 5, С. 42-46



A.O. Leonov, T.A. Trifonova

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF VOLGO-AKHTUBINSKAYA WATER MEADOW

The work is concerned with monitoring system assessment of water quality in the major course of the Volga river and

its streams. The investigation has been carried out between Volgograd and Astrakhan cities.

Key words: monitoring of water quality, Volgo-Akhtubinskaya water meadow