

ЗАГРЯЗНЕНИЕ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ р. ВОЛГИ

© 2020 г. В. Г. Петrenchенкова^а, *, И. Г. Радованова^а

^аКаспийский морской научно-исследовательский центр,
Астрахань, 414045 Россия

*e-mail: petrenchenkova.va@mail.ru

Поступила в редакцию 20.12.2018 г.

После доработки 04.03.2019 г.

Принята к публикации 11.04.2019 г.

Приведены данные по оценке загрязнения устьевой области р. Волги в 2016 г. По данным о распределении стока воды в Нижнюю Волгу и результатам государственного экологического мониторинга выполнен расчет концентрации загрязняющих веществ в воде и донных отложениях в устьевой области р. Волги. Результаты получены раздельно для дельты Волги, мелководной и глубоководной зоны устьевого взморья. Для комплексной оценки степени загрязнения изучаемых вод использовались алгоритмы расчета коэффициента комплексности, комбинаторного индекса загрязнения и удельного комбинаторного индекса загрязнения. Установлено, что в 2016 г. качество воды дельты Волги по комплексной оценке загрязненности оценивалось как “грязная”, вода мелководной зоны устьевого взморья оценивалась как “умеренно загрязненная”, а в глубоководной зоне устьевого взморья — как “чистая”.

Ключевые слова: дельта Волги, Каспийское море, загрязнение, сток.

DOI: 10.31857/S0321059620020121

ВВЕДЕНИЕ

Устьевая область Волги — одна из крупнейших в мире, в продольном направлении от вершины дельты до моря разделяется на три крупных региона: дельта (11000 км²), отмеляя (10000 км²) и приглубая (~28000 км²) зоны устьевого взморья [6].

Основной источник поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в устьевую область — сток речных вод. Контрольный створ, по которому рассчитывается поступление ЗВ в дельту, — пункт государственной наблюдательной речной сети у села Верхнелебязьке.

Вместе с волжскими водами в акваторию Каспийского моря поступает огромная масса ЗВ (фенолы, нефтепродукты (НП), тяжелые металлы (ТМ), СПАВ, органические вещества), поэтому влияние волжского стока на состояние морской среды северной части моря значимо [4].

Впервые оценка поступления ЗВ в вершину дельты Волги, на ее морской край и в Северный Каспий была выполнена на основе данных наблюдений за ЗВ в период 1978–1993 гг. [6]. Следующее обобщение, охватывающее период 1995–2004 гг., сделано в рамках международного проекта “Каспийской экологической программы”. На основе данных системы мониторинга Росгидромета из сводного отчета за 2006 г. по проекту № RER03G31 о ежемесячных и квартальных рас-

ходах воды и наносов, содержании ЗВ, проведен расчет потоков воды, взвеси и ЗВ в различных частях дельты Волги и на ее морском крае, осредненных за последние 10 лет по кварталам.

Оценка потоков ЗВ, поступающих из р. Волги в Каспийское море, по-прежнему остается актуальной. Расчет потоков ЗВ в дельту р. Волги за период 1997–2007 гг. [2] показал, что в последние годы исследований потоки некоторых веществ заметно уменьшились, особенно нефтяных углеводородов, хлорорганических веществ и ТМ — Си. Так, за период 2001–2007 гг. среднегодовой поток углеводородов уменьшился в 3.6 раза, а Си в 1.7 раза по сравнению с периодом 1977–1993 гг. Наибольшее снижение отмечено у хлорорганических пестицидов (ХОП) в период 2001–2007 гг., потоки гексахлорана уменьшились в 7.0–8.6 раз, а ДДТ — в 25 раз по сравнению с периодом 1983–1990 гг. Вместе с тем для ряда веществ (в частности, для Zn) наблюдалось увеличение потоков на 20–30%. Сравнение потоков ЗВ в вершине и на морском крае дельты показало, что для углеводородов, фенолов, Си и Zn за период 1977–2004 гг. их соотношение практически не изменилось, а для хлорорганических веществ (ДДЭ и ДДТ) это соотношение уменьшилось в 1.5–2.8 раз [2, 4].

Цель работы — комплексная оценка состояния и загрязнения воды и донных отложений (ДО) устьевой области р. Волги в 2016 г. С учетом того,

что на здоровье человека и на удовлетворение его жизненных потребностей оказывают воздействие не столько отдельные химические вещества, содержащиеся в поверхностных водах, сколько комплекс веществ, одновременно присутствующих в воде водных объектов, комплексная оценка состояния водного объекта весьма актуальна на текущий момент [9].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В дельте Волги, включающей в себя участок от вершины дельты до морского края, наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши проводятся на пунктах стандартной сети наблюдений (рис. 1). Наиболее часто наблюдения за загрязнением речных вод проводились на постах, расположенных в районе г. Астрахани. На других постах они были относительно редкими. С целью получения массивов данных, достаточных для характеристики загрязнения, показатели на различных постах объединены в более обширные группы в соответствии с принятым районированием (табл. 1).

Контроль качества вод дельты Волги осуществлялся лабораторией по мониторингу загрязнения поверхностных вод Астраханского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для этого в 2016 г. по методикам Гидрохимического института [1] были выполнены анализы проб воды.

Степень загрязненности изучаемых вод оценена с использованием коэффициента комплексности, комбинаторного и удельного комбинаторного индексов загрязнения [9].

Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды (КИЗВ) проводился по 18-ти ингредиентам (растворенный кислород, хлориды, сульфаты, ХПК, БПК₅, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, Fe, Cu, Zn, Hg, Mn, Ni, фенолы, нефтепродукты, СПАВ и сульфиды).

Для ориентировочной оценки стока растворенных ЗВ в море использовались следующие показатели:

средняя за рассматриваемый период концентрация ЗВ (C_i) в водах средней зоны дельты;

средний за рассматриваемый период сток воды (W), для расчета которого использовались данные наблюдений за расходами воды в вершине дельты (потери воды в дельте не учитывались).

При расчетах учитывалось распределение стока воды между восточной и западной частями дельты. При этом принималось, что во все сезоны года, кроме половодья, в западную часть дельты поступает ~65% воды, а в половодье эта цифра снижается до 55% [6].

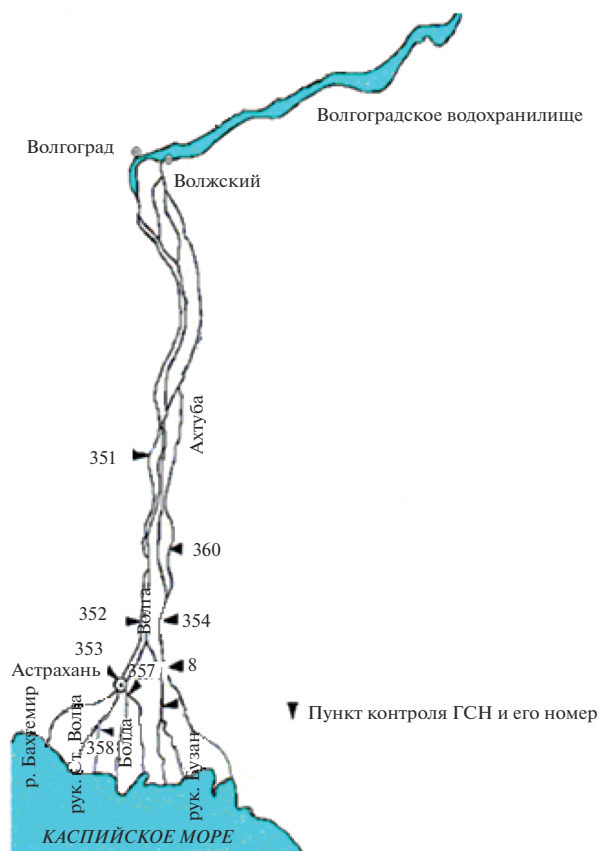


Рис. 1. Картограмма районирования Нижней Волги.

Сток растворенных ЗВ в море (P_i) рассчитан по формуле:

$$P_i = C_i W.$$

Комплексные экологические исследования мелководной зоны устьевого взморья Волги проводились в Северной части Каспийского моря в мелководной части с глубинами от 1 до 5 м. Экспедиционные работы велись летом и осенью, в ходе них отобраны пробы воды и ДО для определения содержания ЗВ (НП, ТМ). В ДО выявлялось содержание полихлорированных бифенилов (ПХБ) и ХОП. Химический анализ воды проводился по [8], ДО — по аттестованным методикам [5].

Оценка загрязнения глубоководной зоны устьевого взморья Волги в 2016 г. проводилась на участке в западной части Северного Каспия с глубинами от 5 до 30 м. Экспедиционные работы выполнялись в весенне-летний и летне-осенний периоды.

В соответствии с [8], часть анализов по показателям, не допускающим консервацию и хранение проб, проводились в судовой лаборатории сразу после отбора. Остальные пробы в законсервированном виде доставлялись в сертифицированные и аккредитованные береговые лаборатории для

Таблица 1. Принадлежность стационарных пунктов наблюдений за химическим составом воды к различным районам Нижней Волги

Водоток	Пункт наблюдений	Координаты пункта наблюдения		Район
		широта	долгота	
р. Волга	с. Цаган Аман	47°30′	46°44′	Пойма р. Волги
рук. Ахтуба	пгт Селитренное	47°08′	47°28′	Пойма р. Ахтубы
	п. Аксарайский	46°47′	47°58′	
рук. Волга	с. Верхнее Лебяжье	46°45′	47°48′	Дельта, вершина
р. Волга	г. Астрахань	46°25′	48°00′	Верхняя зона, западная часть
	г. Астрахань	46°16′	47°57′	
рук. Кривая Болда	рук. Кривая Болда	46°22′	48°10′	
протока Кигач	с. Подчалык	46°38′	48°17′	Верхняя зона, восточная часть
р. Волга	пос. Ильинка	46°12′	47°55′	Средняя зона, западная часть
рук. Камызяк	г. Камызяк	46°07′	48°04′	
рук. Бузан	с. Красный Яр	46°32′	48°21′	Средняя зона, восточная часть

последующей обработки и анализа. В морской воде и ДО определялись концентрации НП, СПАВ, фенолов, ТМ, ПХБ и ХОП.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Загрязнение дельты Волги

Результаты расчетов ЗВ показали, что для вод р. Волги (от с. Верхнелебяжье) и ее рукавов в дельте превышение ПДК наблюдалось по следующим показателям: Fe, Cu, Zn, Ni, Hg, фенолы, НП (табл. 2). По повторяемости случаев загрязненности и кратности превышения ПДК [7] загрязнение вод, в соответствии с [9], определено как “характерное”, по отношению к Ni — как “единичное”, а НП — как “критическое”.

В 2016 г. наибольшая средняя концентрация растворенных форм Fe (0.19 мг/л) зарегистрирована в вершине дельты (табл. 2). Максимальная концентрация Fe (0.79 мг/л) отмечена в верхней зоне западной части дельты (п. Ильинка). В западной части дельты концентрация Fe в воде была выше, чем в восточной, но ниже, чем в вершине дельты (табл. 3).

Максимальное содержание Cu в воде (14.7 ПДК) зафиксировано в верхней зоне западной части дельты Волги (район правобережных очистных сооружений) (табл. 2). Наибольшее положительное отклонение средней концентрации Cu в воде от среднего значения в вершине дельты Волги зарегистрировано в протоке Кигач (табл. 3). Самое низкое содержание Cu в воде отмечено в вершине дельты Волги и в рук. Кривая Болда. В целом, различия по содержанию Cu в воде между западной и восточной частями дельты отсутствуют (табл. 2).

В 2016 г. наибольшее положительное отклонение средней концентрации Zn в воде от среднего значения в вершине дельты Волги отмечено в средней зоне западной части дельты — рук. Камызяк (табл. 3). Наиболее низкая средняя концентрация Zn в воде (1.5 ПДК) зафиксирована в протоке Кигач (табл. 2). По разнице распределения водного стока между западной и восточной частями дельты видно, что основной сток Zn сосредоточен в западном секторе морского края дельты (табл. 2). Основной сток Ni, как и большинства металлов, сосредоточен в западном секторе морского края дельты (табл. 2). Наибольшее положительное отклонение средней концентрации Ni в воде от средней в вершине дельты Волги отмечено в верхней зоне западной части дельты (р. Волга) и в пойме р. Ахтубы (табл. 3). Максимальная средняя концентрация растворенных форм Ni (0.8 ПДК) зафиксирована в вершине дельты, а максимальное содержание (4.3 ПДК) отмечено в водах р. Волги (табл. 2).

В 2016 г. по основному руслу Волги во всех пунктах наблюдений по повторяемости случаев превышения ПДК и кратности превышения ПДК уровень загрязнения НП оказался “критическим”. Самая “грязная” вода была в вершине дельты (с. Верхнелебяжье). Там максимальная средняя концентрация НП составила 0.22 мг/л (4.4 ПДК) (табл. 2). В водах р. Волги и питаемых ею водотоков концентрация НП оказалась выше, чем в р. Ахтубе. По особенностям распределения водного стока между западной и восточной частями дельты видно, что основной сток НП сосредоточен в западном секторе морского края дельты (табл. 2). Также следует отметить, что в течение

Таблица 2. Результаты анализа загрязнения водотоков дельты Волги в 2016 г. (числитель – среднее значение концентрации ЗВ в единицах ПДК, знаменатель – минимальная и максимальная концентрация ЗВ в единицах ПДК)

ЗВ	ПДК, мкг/л	Вершина дельты (с. Верхне- лебяжье)	рук. Ахтуба	Дельта				
				западная часть			восточная часть	
				р. Волга	рук. Кривая Болда	рук. Камызяк	рук. Бузан	протока Кигач
Fe	100	$\frac{1.9}{0.8-7.7}$	$\frac{1.6}{0.7-4.9}$	$\frac{1.7}{0.6-7.9}$	$\frac{1.6}{0.7-3.7}$	$\frac{1.8}{0.7-7.6}$	$\frac{1.6}{0.7-4.6}$	$\frac{1.8}{0-3.9}$
Cu	1	$\frac{2.6}{0.3-8.0}$	$\frac{3.1}{0.4-9.1}$	$\frac{3.4}{0.3-14.7}$	$\frac{2.5}{0.6-11.2}$	$\frac{3.2}{0.3-8.6}$	$\frac{3.2}{0.3-10.1}$	$\frac{4.0}{0.4-5.0}$
Zn	10	$\frac{1.9}{0.6-7.2}$	$\frac{1.6}{0.5-5.6}$	$\frac{1.9}{0.2-9.8}$	$\frac{2.2}{0.8-5.8}$	$\frac{2.5}{0.5-6.4}$	$\frac{1.6}{0.5-4.6}$	$\frac{1.5}{0.6-3.3}$
Hg	0.01	$\frac{1}{0-3}$	$\frac{1}{0-3}$	$\frac{1}{0-3}$	$\frac{1}{0-2}$	$\frac{1}{0-3}$	$\frac{1}{0-3}$	$\frac{1}{0-2}$
Ni	10	$\frac{0.8}{0.1-2.0}$	$\frac{0.7}{0.1-1.8}$	$\frac{0.7}{0.1-4.3}$	$\frac{0.6}{0.1-2.2}$	$\frac{0.7}{0.1-1.8}$	$\frac{0.5}{0.1-1.3}$	$\frac{0.6}{0.1-1.8}$
Фенолы	1	$\frac{2}{0-6}$	$\frac{2}{0-3}$	$\frac{1}{1-5}$	$\frac{2}{1-4}$	$\frac{1}{1-3}$	$\frac{1}{1-2}$	$\frac{2}{1-3}$
НП	50	$\frac{4.4}{0.2-12.2}$	$\frac{3.8}{0-9.2}$	$\frac{4.0}{0-13.2}$	$\frac{3.6}{0-9.6}$	$\frac{3.8}{0.4-9.6}$	$\frac{3.6}{0-9.6}$	$\frac{3.8}{0.2-8.4}$

Таблица 3. Соотношение, %, средних концентраций ЗВ в крупных рукавах дельты Волги и в вершине дельты (с. Верхнелебяжье)

ЗВ	рук. Ахтуба	Дельта				
		р. Волга	рук. Кривая Болда	рук. Камызяк	рук. Бузан	протока Кигач
Fe	84.2	89.5	84.2	94.7	84.2	94.7
Cu	120.2	133.5	98.4	123	124.5	153.7
Zn	87.1	101.6	116.7	135.5	87.1	77.9
Hg	100	100	100	100	100	100
Ni	103.4	104.5	87.4	99.6	70.6	81.9
Фенолы	100	50	100	50	50	100
НП	86.4	90.9	81.8	86.4	81.8	86.4

года отмечался постепенный рост концентраций НП в воде.

В 2016 г. максимальное содержание фенолов – 6 ПДК отмечено в вершине дельты Волги. Средние концентрации фенолов по водотокам оказались близкими во всех районах дельты и не превышали 2 ПДК (табл. 2). Фенолы химически нестойки и в водной среде подвергаются активному распаду. Самоочищение воды от фенолов происходит путем их биохимического окисления под влиянием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Однако наличие нефтяного загрязнения замедляет распад фенолов, так как в результате

биodeградации нефтяных углеводородов образуются собственные фенолы, общее количество фенолов повышается [4].

Таким образом, в 2016 г. максимальные концентрации Cu, Zn и Ni были зафиксированы в водах в западной части дельты Волги, а Fe и НП – в вершине дельты. Загрязнение вод соединениями Hg в течение года было 0–3 ПДК (табл. 2). В 2016 г. число случаев высокого загрязнения соединениями Hg уменьшилось до 15 (в 2015 г. – 33).

В целом, качество вод в дельтовой части Волги от ее вершины (с. Верхнелебяжье) до морского

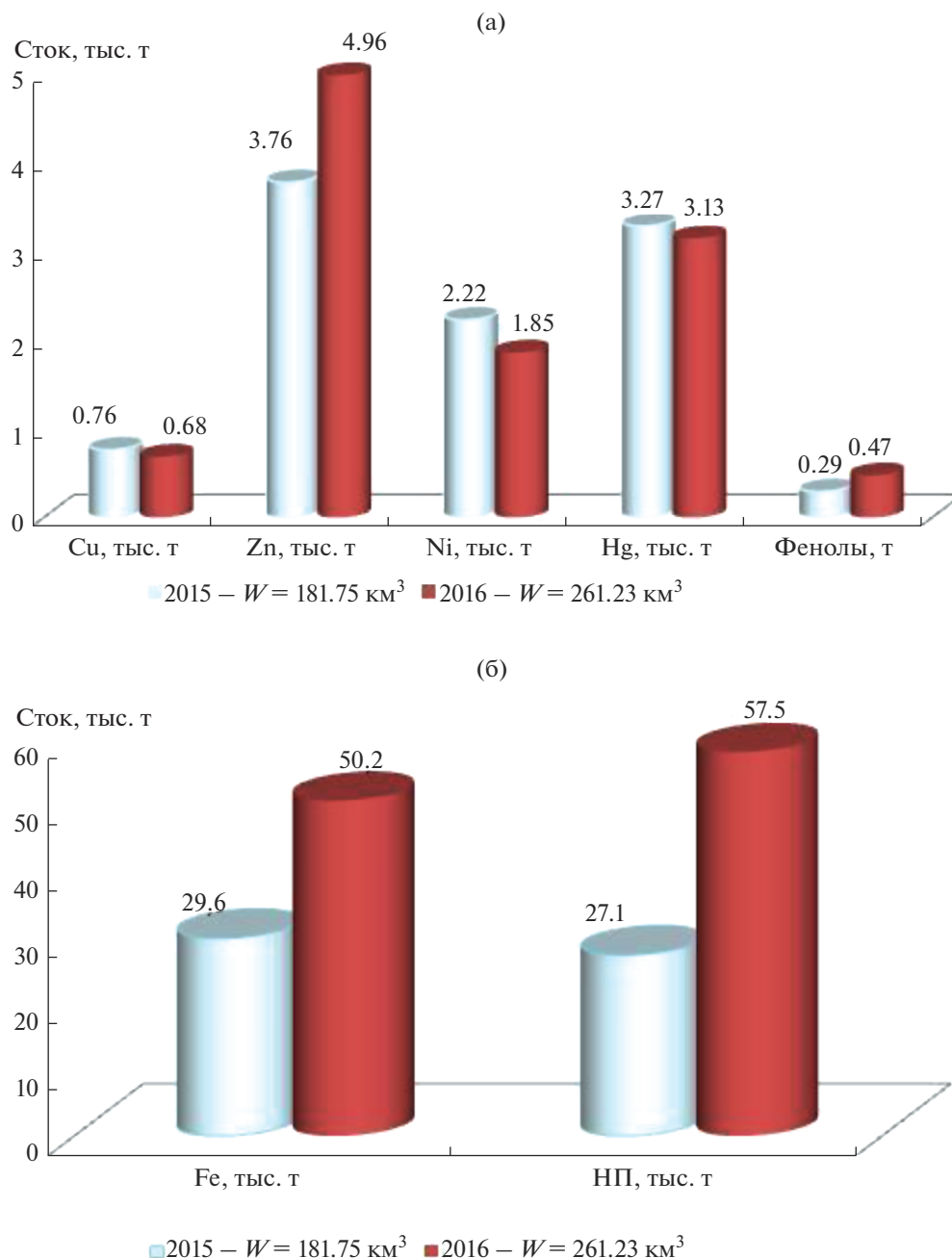


Рис. 2. Сток ЗВ в вершине дельты р. Волги в 2015–2016 гг. (W – сток р. Волги).

края в 2016 г., согласно КИЗВ [9], оценивалось 4-м классом, разрядом “а” – “грязная вода”.

По имеющимся данным также рассчитан сток ЗВ в 2015 и 2016 гг. На рис. 2 видно, что в 2016 г. сток Zn, Fe, фенолов и НП увеличился, а Cu, Ni и Hg – уменьшился по сравнению с предшествующим годом (на 10.5, 16.6 и 4.3% соответственно). Следует обратить внимание на то, что 2015 г. – маловодный, а 2016 г. – многоводный.

Загрязнение мелководной зоны устьевого взморья р. Волги

При анализе уровня загрязненности вод в мелководной зоне устьевого взморья р. Волги летом 2016 г. было зафиксировано большое количество случаев превышения ПДК у НП (табл. 4).

Осенью в поверхностном слое вод превышение норматива зафиксировано лишь в единичных случаях, а в придонном слое концентрация этих веществ не превышала ПДК [7] на всей исследуе-

Таблица 4. Результаты анализа загрязнения морской воды в мелководном районе Северного Каспия летом и осенью 2016 г. (числитель — средняя концентрация ЗВ в единицах ПДК, знаменатель — минимальная и максимальная концентрация ЗВ в единицах ПДК)

ЗВ	ПДК, мг/л	Лето		Осень	
		поверхность	дно	поверхность	дно
НП	0.05	$\frac{3.4}{2.4-4.5}$	$\frac{1.3}{0.6-4.3}$	$\frac{1.7}{0.5-1.1}$	$\frac{0.6}{0.5-0.9}$
Fe	0.05	$\frac{0.1}{0-1.1}$	$\frac{0.1}{0-1.1}$	$\frac{0.2}{0-1.2}$	$\frac{0.2}{0-1.1}$

мой акватории. Следует отметить, что максимальные концентрации НП в воде не достигали величин, двукратно превышающих норматив, поэтому случаев высокого загрязнения не обнаружено.

По выявленным превышениям установленно-го норматива по НП качество вод мелководной зоны летом было оценено как “характерное загрязнение низкого уровня”, которое осенью в поверхностном слое улучшилось до “единичного загрязнения низкого уровня”, а у дна концентрации НП были повсюду ниже ПДК.

Из других ЗВ, концентрация которых в воде превышала нормативные, следует отметить Fe, но для него превышение концентрации было незначительным, что позволяет оценить загрязнение воды этим металлом в оба сезона года как “неустойчивое, низкого уровня” (табл. 4).

По комплексному показателю качества вод — ИЗВ, рассчитанному в соответствии с [7], воды мелководной зоны устьевого взморья р. Волги оценивались в целом как “умеренно загрязненные”.

В ДО исследуемого участка в 2016 г. были отмечены превышения допустимых концентраций (ДК) НП и суммарного содержания ХОП группы ДДТ (дихлордифенил трихлорметилметан) (табл. 5).

По критериям устойчивости и кратности превышения ДК загрязнение ДО по НП летом 2016 г. оценивалось как “неустойчивое загрязнение низ-

кого уровня”, осенью — как “единичное загрязнение низкого уровня”.

Более существенным было загрязнение ДО хлорорганическими соединениями группы ДДТ. Максимальная суммарная концентрация ДДТ в ДО летом составила 0.005 мг/кг (2 ДК), а осенью — 0.006 мг/кг (2.4 ДК) (табл. 5). По критериям устойчивости и кратности загрязнение ДО суммой ДДТ летом и осенью 2016 г. оценивается как “характерное загрязнение среднего уровня”.

Оценка загрязнения глубоководной зоны устьевого взморья р. Волги

При анализе загрязненности морских вод глубоководной зоны устьевого взморья р. Волги превышение ПДК [7] фиксировано для НП, всех изомеров ДДТ и гексахлорана (ГХЦГ), отдельных конгенов ПХБ, толуола (табл. 6). Случаи достижения уровней высокого и экстремально высокого загрязнения здесь не отмечены.

Качества вод глубоководной зоны оценивалось по превышению установленного норматива для НП — как “характерное загрязнение среднего уровня”, но осенью ситуация несколько изменилась и качество воды уже оценивалось как “характерное загрязнение низкого уровня”; для изомеров ПХБ — как “неустойчивое загрязнение среднего уровня”, и так же осенью ситуация улучшилась и качество оценивалось как “единичное загрязнение низкого уровня”; для изомеров ГХЦГ — от “единичного загрязнения среднего уровня” до “неустойчивого загрязнения низкого уровня”; для метаболитов ДДТ — от “единичного загрязнения низкого уровня” до “характерного загрязнения среднего уровня”.

В 2016 г. превышение ДК ЗВ в ДО были отмечены у НП, суммы ДДТ и суммы ПХБ (табл. 7).

По выявленным превышениям установленно-го норматива загрязнение ДО суммой ДДТ весной оценивалось как “устойчивое загрязнение среднего уровня”, осенью — как “характерное загрязнение среднего уровня”; а загрязнение ДО суммарными ПХБ весной оценивается как “еди-

Таблица 5. Содержание ЗВ в ДО в мелководном районе Северного Каспия в 2016 г. (числитель — средняя, знаменатель — минимальная и максимальная концентрация ЗВ в ДО)

ЗВ	ДК	Концентрации	
		лето	осень
НП, мг/кг	50	$\frac{34}{19-53}$	$\frac{27}{7-58}$
Сумма ДДТ, мг/кг	0.0025	$\frac{0.003}{0.001-0.005}$	$\frac{0.003}{0-0.006}$

Таблица 6. Результаты анализа загрязнения морской воды в глубоководном районе Северного Каспия весной и осенью 2016 г. (числитель — средняя концентрация ЗВ, знаменатель — минимальная и максимальная концентрация в единицах ПДК)

ЗВ	ПДК, мкг/л	Весна		Осень	
		поверхность	дно	поверхность	дно
НП	50	$\frac{1.3}{0.9-2.3}$	$\frac{1.2}{0.8-2.5}$	$\frac{1.1}{0.8-1.5}$	$\frac{1.1}{0.8-1.9}$
α ГХЦГ	0.01	$\frac{0.5}{0-0.5}$	$\frac{0.1}{0-0.3}$	$\frac{0.1}{0-0.2}$	$\frac{0.1}{0-0.2}$
β ГХЦГ	0.01	$\frac{0.4}{0-2.8}$	$\frac{0.4}{0-1.7}$	$\frac{0.5}{0-1.7}$	$\frac{0.4}{0-1.3}$
γ ГХЦГ	0.01	$\frac{0.2}{0-2.0}$	$\frac{0.2}{0-1.3}$	$\frac{0.2}{0-1.0}$	$\frac{0.2}{0-0.7}$
ДДЕ	0.01	$\frac{0.3}{0-2.1}$	$\frac{0.5}{0-2.0}$	$\frac{0.5}{0.3-1.9}$	$\frac{0.4}{0-1.4}$
ДДД	0.01	$\frac{1.3}{0.7-3.8}$	$\frac{0.8}{0-3.1}$	$\frac{1.4}{0.9-2.7}$	$\frac{1.2}{0-4.0}$
ДДТ	0.01	$\frac{3.4}{2.4-4.5}$	$\frac{3.4}{2.4-4.5}$	$\frac{3.4}{2.4-4.5}$	$\frac{3.4}{2.4-4.5}$
ПХБ-52	0.01	$\frac{0.8}{0.3-3.3}$	$\frac{1.3}{0-6.3}$	$\frac{1.2}{0.8-3.2}$	$\frac{1.2}{0-3.6}$
ПХБ-101	0.01	$\frac{1.3}{0.9-3.1}$	$\frac{0.9}{0-4.0}$	$\frac{1.3}{0.8-2.7}$	$\frac{1.4}{0.1-4.5}$
ПХБ-153	0.01	$\frac{0.6}{0.3-2.2}$	$\frac{0.8}{0-3.5}$	$\frac{0.9}{0.6-2.5}$	$\frac{0.9}{0-2.9}$
ПХБ-138	0.01	$\frac{0.2}{0-0.9}$	$\frac{0.2}{0-0.9}$	$\frac{0.2}{0-1.1}$	$\frac{0.}{0-0.7}$
Толуол	500	$\frac{0.2}{0-1.0}$	$\frac{0.3}{0-1.3}$	$\frac{0.2}{0-0.9}$	$\frac{0.3}{0-1.3}$

ничное загрязнение низкого уровня”, осенью — загрязнение отсутствовало.

По международным критериям экологической оценки загрязнение ДО на исследуемом участке в 2016 г. не превышало допустимый уровень.

При расчете ИЗВ, согласно методическим указаниям по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод в районе исследуемого участка [9], использовались величины среднего содержания кислорода, БПК₅, НП и Cu.

В целом, морские воды в оба сезона 2016 г. оценивались как “чистые”, максимальные значения ИЗВ (рис. 3) были в северной части с малыми глубинами, где воды оценивались как “умеренно загрязненные”. Причиной этого — поступление сюда ЗВ со стоком р. Волги.

Таблица 7. Содержание ЗВ в ДО в глубоководном районе Северного Каспия в 2016 г. (числитель — средняя, знаменатель — минимальная и максимальная концентрация ЗВ в ДО)

ЗВ	ДК	Концентрация	
		весна	осень
НП, мг/кг	50	$\frac{19}{5-52}$	$\frac{18}{6-53}$
Сумма ДДТ, мг/кг	0.0025	$\frac{0.003}{0-0.011}$	$\frac{0.004}{0-0.013}$
Сумма ПХБ, мг/кг	0.02	$\frac{0.005}{0-0.022}$	$\frac{0.005}{0-0.016}$

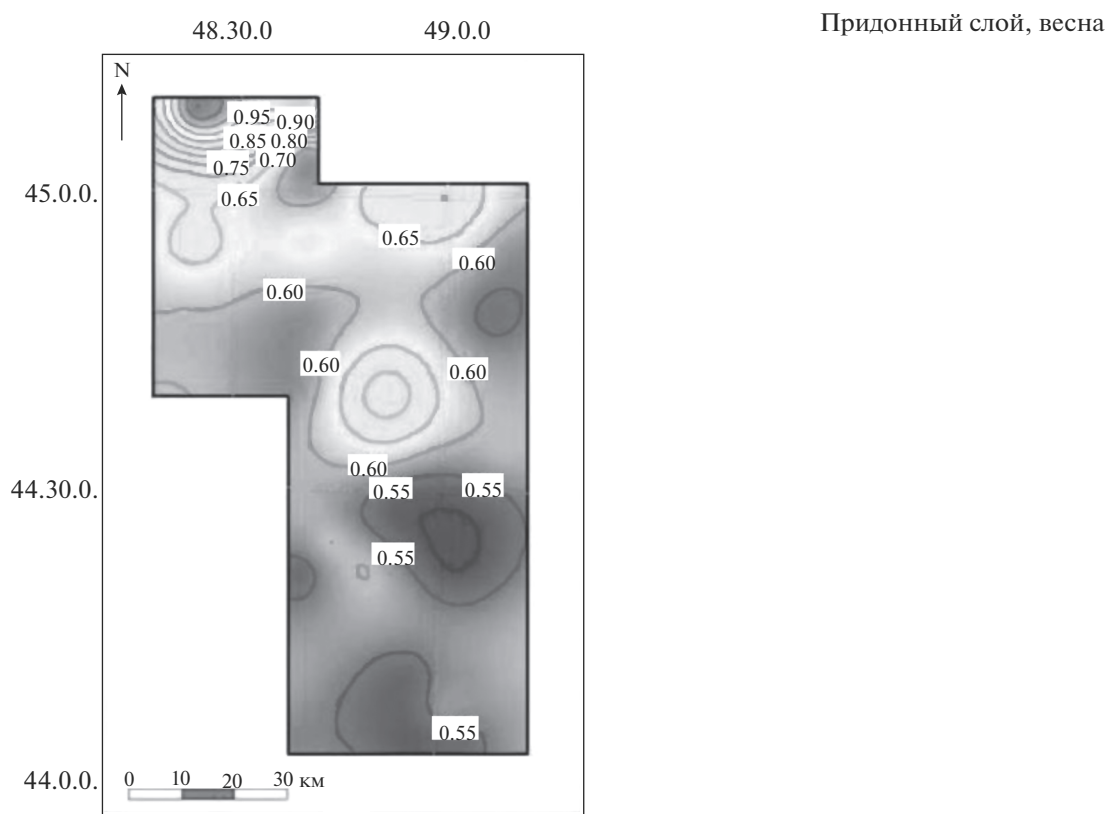
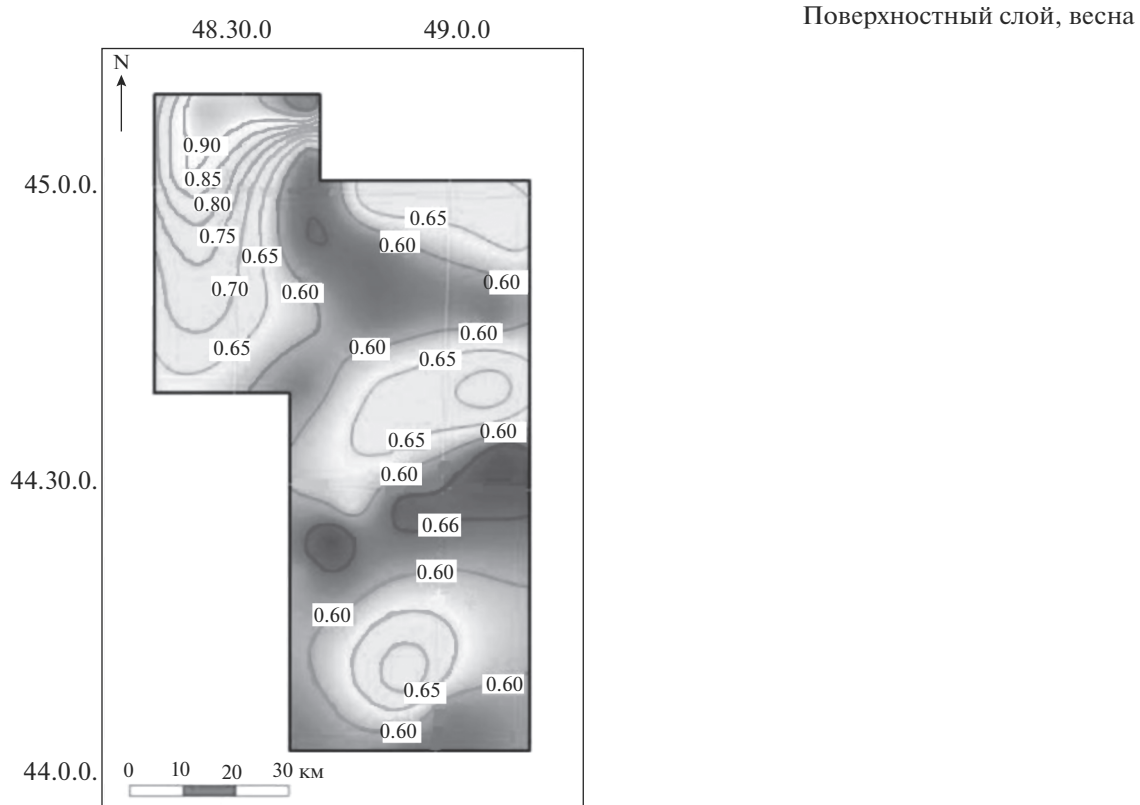
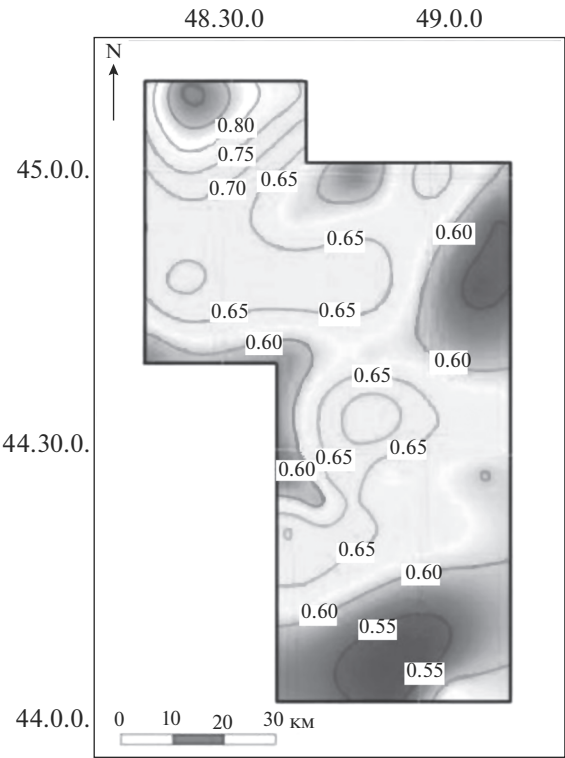


Рис. 3. Пространственное распределение индекса загрязнения вод (ИЗВ) в 2016 г.

Поверхностный слой, осень



Придонный слой, осень

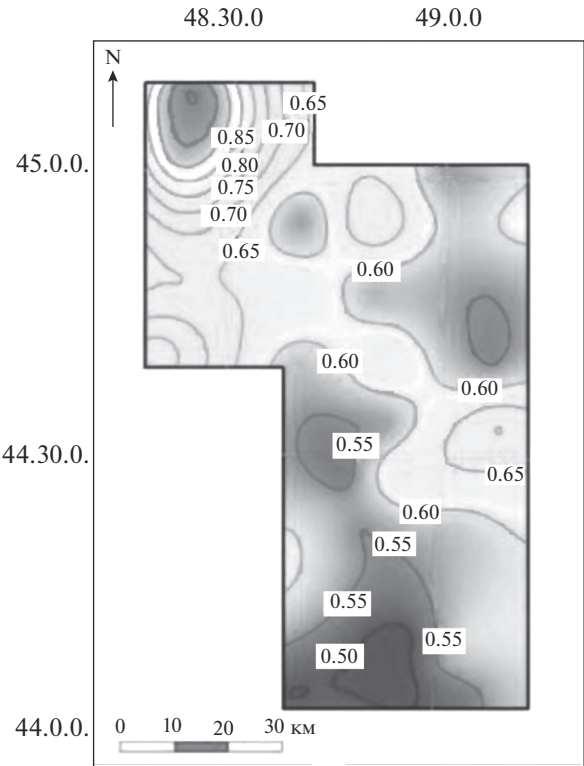


Рис. 3. Окончание

ВЫВОДЫ

В 2016 г. качество вод в дельте Волги по комплексной оценке загрязненности определено классом “грязная вода”. Превышение ПДК в волжских водах было зафиксировано по Fe, Cu, Zn, Hg, Ni, фенолам, НП. По большинству перечисленных ингредиентов загрязнение определяется как “характерное”, а по Ni – “единичное”.

В мелководной зоне устьевого взморья Волги в 2016 г. наблюдалось большое количество случаев превышения ПДК в воде по НП и Fe. На исследуемой акватории мелководной зоны устьевого взморья Волги воды оценивались по ИЗВ как “умеренно загрязненные”. В ДО отмечены превышения ДК по НП и суммарного содержания ХОП группы ДДТ.

В глубоководной зоне устьевого взморья Волги в 2016 г. превышение ПДК в морской воде отмечалось по НП, БПК₅, взвешенным веществам, ДДТ и ГХЦГ, отдельным конгенерам ПХБ. Морские воды как в поверхностном, так и придонном слоях оценивались как “чистые”, а в северной части с малыми глубинами – как “умеренно загрязненные”. В ДО превышения ДК по ЗВ отмечены у НП, суммы ДДТ и суммы ПХБ.

Загрязнение вод и ДО по НП, ТМ и легко разлагаемой органике типично для устьевой области р. Волги и наблюдается здесь в течение многих лет [3]. Повышенные концентрации ХОП свидетельствуют об постоянном поступлении пестицидов в море, где они могут находиться в течение длительного времени, поскольку трудно разлагаются в морской среде. Источники пестицидов, скорее всего, – не только речной сток и смыв с прибрежных территорий, но и атмосферный перенос.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боева Л.В. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Ч. I. Ростов-на-Дону: НОК, 2009. 21 с.
2. 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.
3. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Перекальский В.М. Современное состояние качества воды и донных отложений Нижней Волги: моделирование и оценка последствий экстремальных ситуаций // Сб. докл. Всерос. науч. конф. “Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения”. Барнаул, 2009. С. 242–251.
4. Загрязняющие вещества в водах Волжско-Каспийского бассейна / Отв. ред. В.Ф. Бреховских, Е.В. Островская. Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2017. 406 с.
5. Коршенко А.Н. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. Обнинск: Артифекс, 2012. 200 с.
6. Полонский В.Ф., Михайлов В.Н., Кирьянов С.В. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. М.: ГЕОС, 1998. 27 с.
7. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации “Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения”. 13 декабря 2016 г. № 552.
8. РД 52.10. 243.-92. Руководство по химическому анализу морских вод. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 129 с.
9. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Ростов-на-Дону: ГХИ, 2002. 47 с.