

УДК 556.5:543.721

КАЧЕСТВО ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ЧАПАЕВКА

© 2006 Л.А. Выхристюк, Ю.А. Ромашкова

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Обобщены материалы исследований (1990-1995, 2004 гг.) и литературных данных по химическому составу воды и донных отложений р. Чапаевка. Показана разная степень загрязнения поллютантами водотока на отдельных его участках. Выявлена адекватность состояния речных вод степени интенсивности антропогенного воздействия на выделенные зоны речного потока.

Река Чапаевка - левый приток Саратовского водохранилища является наиболее загрязненной и трансформированной рекой Нижнего Поволжья как результат мощного антропогенного пресса техногенного и сельскохозяйственного происхождения [1-3]. хозяйственная деятельность человека на водосборной площади привела к возникновению зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия на отдельных участках реки [4].

Антропогенная нагрузка на бассейн реки распределяется неравномерно; неосвоенные природные зоны практически отсутствуют, верхняя часть водосбора испытывает в основном сельскохозяйственный пресс; на нижнем участке сосредоточены промышленные предприятия. Соответственно, и река на своем протяжении получает неоднозначную нагрузку с водосборной площади. Верхний участок реки (ст. 1-12; рис. 1) подвержен влиянию сельскохозяйственных стоков, в нижнем течении (ст. 13-23, рис. 1) на первый план выходит техногенное воздействие, а в зоне подпора накладывается влияние менее загрязненных, по сравнению с речными, водных масс Саратовского водохранилища. С поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм в реку поступают, главным образом, биогенные вещества; за счет сточных вод промышленных

предприятий идет обогащение вод реки токсичными элементами органического и неорганического генезиса [5, 6].

Река Чапаевка с точки зрения современного состояния качества воды изучена недостаточно. Имеются данные российско-голландских исследований 1993 г. в нижней, приустьевой части реки [7], мониторинговых наблюдений на 2-х створах (1 км выше и ниже г. Чапаевска) Приволжского УГМС и Института «Средволгогипроводхоз» для всей реки, полученные в летнюю межень 1990 и 1991 гг. [8].

В летне-осенний сезон 1990-1992 гг. сотрудниками Института экологии Волжского бассейна РАН под руководством д.б.н Т.Д. Зинченко впервые проведено комплексное изучение экосистемы р. Чапаевка [1]. Из гидрохимических показателей определялись биогенные (нитратный, нитритный и аммонийный азот, минеральный и общий фосфор) и органические (по бихроматной окисляемости - БО и биохимическому потреблению кислорода - БПК₅) вещества, физико-химические показатели (рН, растворенный кислород), а также специфические органические соединения (нефтепродукты, фенолы). Последующие (1993-1995 гг.) исследования проводились по сокращенной программе; определялись показатели газового режима и органического вещества (ХПК и БПК₅), а в 2004 г. изучался химический состав воды реки на реперных станциях (ст. 3, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 15, 17, 18; рис. 1) в объеме работ 1990-1992 гг.*

* Анализ воды и донных отложений выполнен в лабораториях ИЗВБ РАН, Тольяттинской ГМО и ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» (г. Самара).

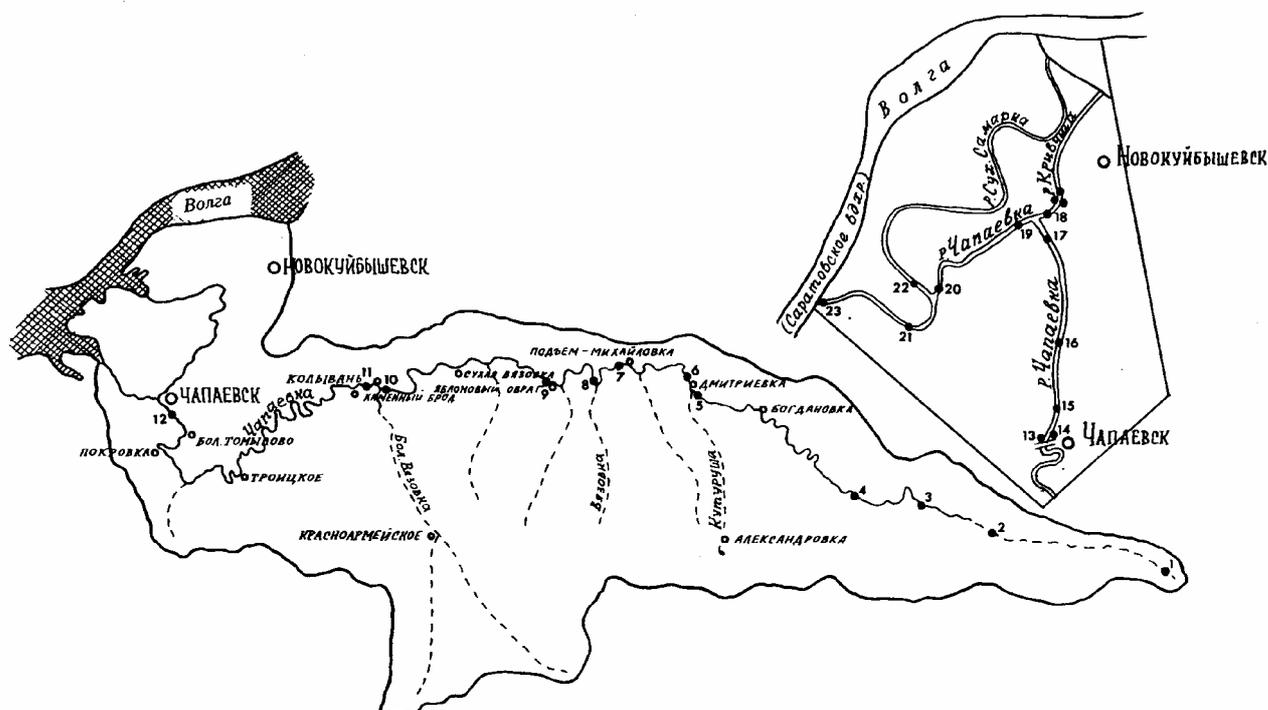


Рис. 1. Схема отбора проб воды и донных отложений в р. Чапаевка, 1990-1995 гг.

Общая минерализация воды. По соотношению главных ионов вода реки в верхней части, согласно классификации О.А. Алекина [9], относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция; ниже г. Чапаевска анионный характер меняется - преобладают хлориды и сульфаты. Сумма ионов изменяется в широких пределах: от 347 мг/л - в половодье до 2843 мг/л - в осеннюю межень [10]. Материалы института «Средволгогипроводхоз» [8] свидетельствуют не только о высокой

минерализации (по величине сухого остатка) в целом для реки в период летней межени, но и о достаточно четком тренде: нарастание ее величины от истока к устью - от 881 до 2271 мг/л. В приустьевом участке под воздействием водохранилищных вод происходит резкое снижение солености - до 307 мг/л. По жесткости вода реки характеризуется как жесткая (9,4-20,2 мг-экв./л), в приустьевой части смягчается - 4,4 мг-экв./л (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые показатели качества воды р. Чапаевка [8]

Местоположение станций отбора проб воды (см. рис. 1)	Взвешенное вещество, мг/л	Сухой остаток, мг/л	Жесткость, мг-экв./л
с. Подъем-Михайловка	25,8	881	10,7
с. Сухая Вязовка	2,2	1131	9,4
с. Каменный Брод	7,9	1171	10,0
с. Троицкое	6,7	1332	14,4
с/х "Прибой"	3,8	1502	15,9
с. Покровка	2,9	1629	13,0
с. Томылово	8,1	1415	20,0
Грузовой порт	18,0	2445	18,6
Лодочная станция	45,0	2263	18,7
500 м ниже лодочной станции	61,0	2271	20,2
500 м выше впадения р. Кривуша	26,3	1288	12,4
500 м ниже впадения р. Кривуша	24,5	729	8,2
Устье р. Чапаевка	5,7	307	4,4

Физико-химические показатели. Прозрачность воды реки изменяется в широких пределах (от 0,03 до 1,0 м) и имеет определенную направленность; от истока до плотины (рис. 2, ст. 1-10) идет увеличение ее зна-

чений. Ниже по течению (ст. 13-16), в связи с поступлением сточных вод г. Чапаевска, обогащенных минеральной и органической взвесью, прозрачность снижается, а затем в зоне подпора вновь увеличивается.

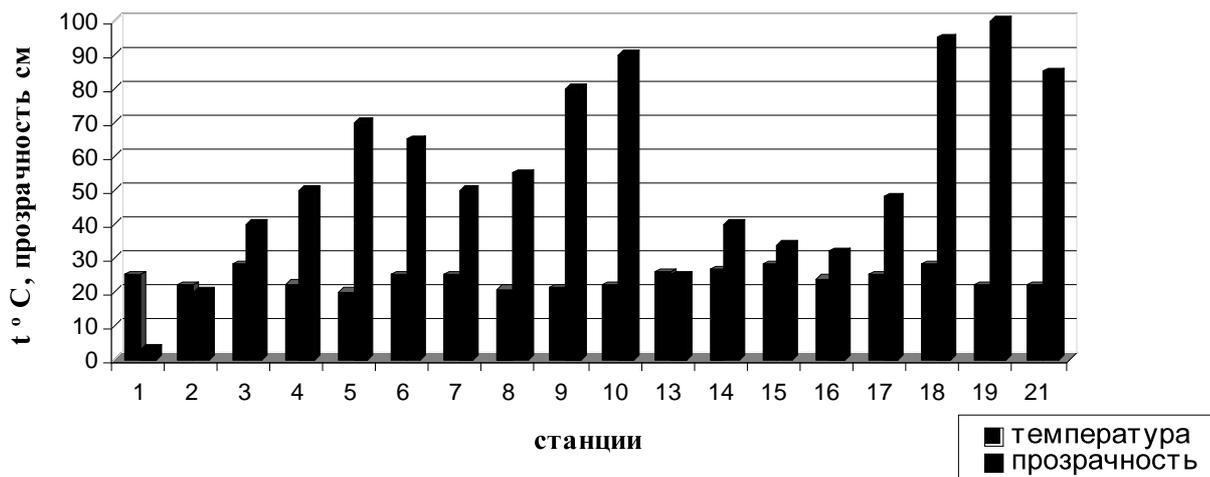


Рис. 2. Изменение температуры и прозрачности воды, июль 1990 г.

Концентрация водородных ионов во все периоды наблюдений (1990-1995 и 2004 гг.) не падала ниже 7,5, за исключением августа 1990 г., когда реакция воды на ст. 14 и 15, находящихся вблизи сброса промышленных стоков, была сдвинута в кислотную сторону (рН = 6,5-6,8). Максимальные значения рН характерны для летнего сезона при массовом развитии водорослей; среднегодовая величина

рН - 7,7. Изменчивость водородного показателя по длине реки в летний сезон (июль) невелика, коэффициент вариации равен 5% (табл. 2; рис. 3).

Насыщение воды кислородом в основном достаточное - 70-125%, но в летнюю межень концентрация его в районе влияния стоков г. Новокуйбышевска падает до 4,8 мг/л, а на ст. 15 достигает критического состояния - 3,8

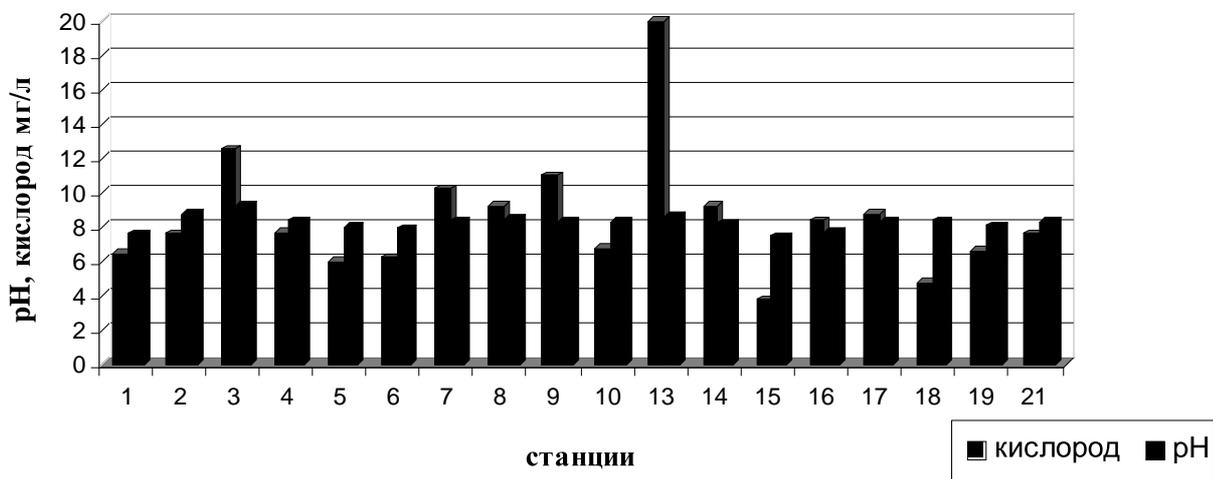


Рис. 3. Изменение содержания растворенного кислорода и величины рН в воде р. Чапаевка, июль 1990 г.

мг/л, или 49% насыщения. Определенной направленности в изменении содержания кислорода по длине реки не выявлено; характер его изменчивости неустойчивый, с относительно невысокой (42%) степенью вариативности (рис. 3; табл. 2).

Биогенные вещества. Исследуемая река загрязнена неорганическими соединениями азота, за исключением нитратной его формы, концентрация которой находится в диапазоне 0,02-0,71 мг N/л, что значительно ниже ПДК (рис. 4а).

Содержания аммонийного азота в нижней части реки и нитритного, практически на всем протяжении водотока, за период иссле-

дований превышали допустимые нормы в 1,1-12,0 и 1,5-25,0 раз соответственно. В сезонном аспекте наиболее высокие концентрации N-NH₄ (0,44-1,48 мг N/л) и N-NO₂ (0,090-0,500 мг N/л) характерны для весенне-летнего периода. К осени за счет использования растворенных форм азота в процессах фотосинтеза, количество их снижается в 2 и более раз: аммонийного - до 0,0-0,92 мг N/л, нитритного - до 0,0-0,076 мг N/л. Изменение концентраций N-NH₄ и N-NO₂ по течению реки существенны: в нижнем течении реки их значения в среднем выше, соответственно, в 1,4 и 2,3 раза по сравнению с верхним участком (табл. 3).

Таблица 2. Статистические характеристики химических показателей воды р. Чапаевка в летний сезон (июль 1990-1992 гг.)

Показатель	N	Хсредн.	Стандартное отклонение	Cv, %	min	max
Прозрачность, м	18	0,54	0,28	52	0,03	1,0
Температура, °C	18	24,1	2,5	10	20,2	28,0
Растворенный кислород, мг/л	18	8,50	3,6	42	3,8	20,2
pH	18	8,25	0,4	5	7,5	9,2
Фосфаты, мг/л	18	0,085	0,086	101	0,006	0,392
Фосфор общий, мг/л	18	0,223	0,177	79	0,090	0,884
Азот аммонийный, мг N/л	18	0,54	0,43	80	0,160	1,48
Азот нитритный, мг N/л	18	0,08	0,125	156	0,000	0,500
Азот нитратный, мг N/л	18	0,09	0,09	100	0,01	0,26
Органическое в-во*, мг O/л	20	72,1	36,1	50	23,3	133,7
Фенолы, мг/л	18	0,002	0,003	150	0	0,015
Нефтепродукты, мг/л	18	0,05	0,07	140	0,02	0,33

Примечание. * - по бихроматной окисляемости

Таблица 3. Концентрация химических веществ в воде разных участков р. Чапаевка

Ингредиент	Июль 1990-1992 г.		Среднегодовые значения (1993 г.) [13]	
	верхний участок (ст. 1-12)	нижний участок (ст. 13-18)	1 км выше г. Чапаевска	1 км ниже г. Чапаевска
pH	8,30	8,23	7,2	7,0
Растворенный кислород, мг/л	8,38	9,40	8,51	4,31
Растворенный кислород, %	100	117	-	-
Бихроматная окисл., мг /л	39,7	103,0	69,4	87,0
Азот нитритный, мг N/л	0,048	0,12	0,088	0,122
Азот нитратный, мг N/л	0,11	0,08	1,14	1,01
Азот аммонийный, мкг N/л	0,45	0,71	0,93	1,88
Фосфаты, мкг/л	60	123	нет данных	
Фосфор общий, мкг/л	205	268	112	142
Нефтепродукты, мг/л	0,03	0,11	0,15	0,17
Фенолы, мкг/л	0,8	7	4	13
Медь, мкг/л	нет данных		12	13
Цинк, мкг/л	нет данных		19	29
Общая взвесь, г/м ³	нет данных		34,9	47,7

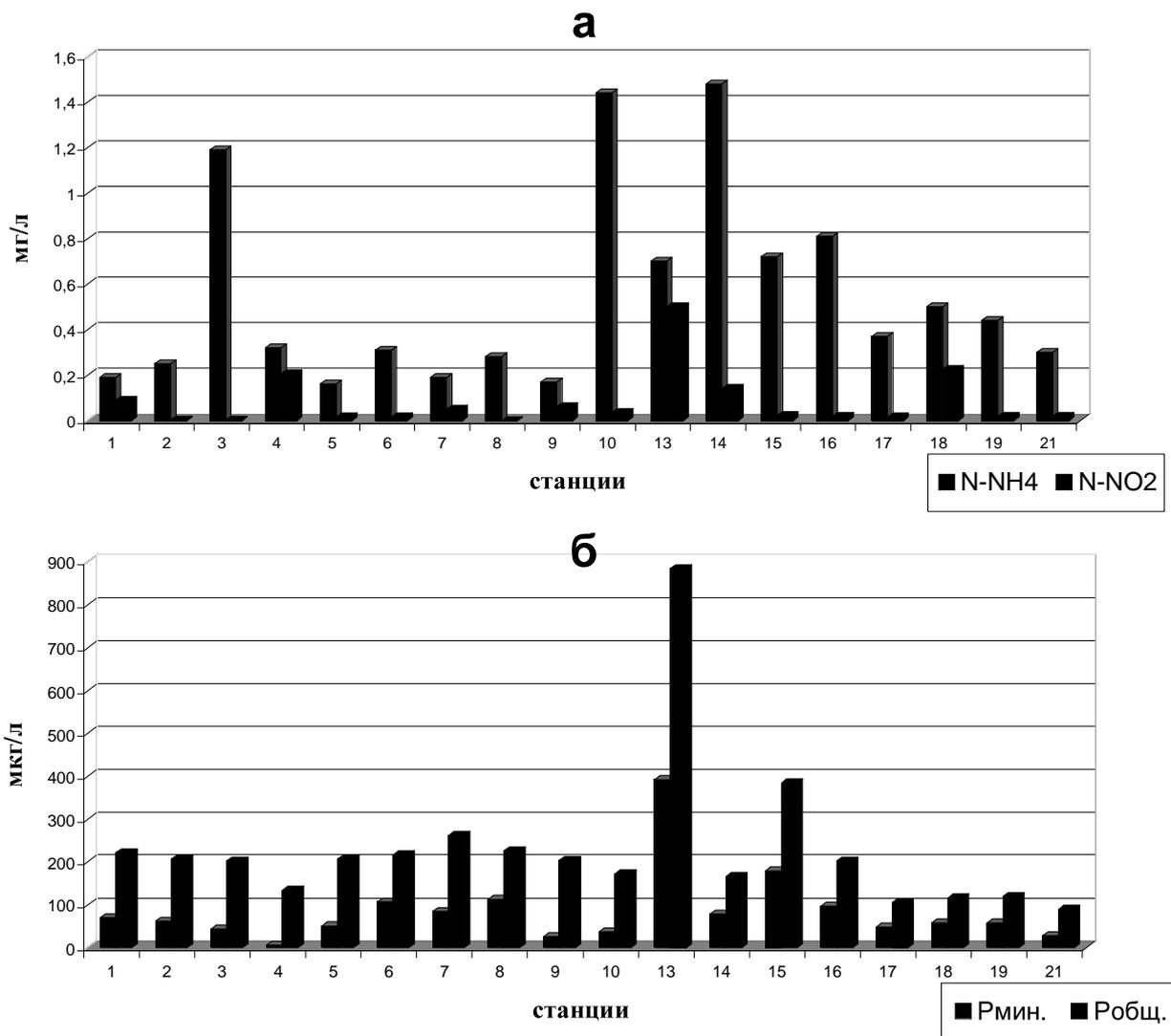


Рис. 4. Изменение концентрации минеральных форм азота (а) и фосфора (б) в воде р. Чапаевка, июль 1990 г.

Содержание минерального фосфора в основном ниже существующих нормативов, за исключением ст. 13, в воде которой фосфаты достигают почти 2 ПДК (392 мкг Р/л) как результат поступления их со сточными водами (рис. 4б). В целом для реки диапазон колебаний фосфора велик: для минеральной его формы - от 6 до 392 мкг Р/л, для общего фосфора - от 90 до 884 мкг Р/л; коэффициент вариации концентраций фосфора в первом случае достигает 98%, во втором - 77% (см. табл. 2).

Наиболее обогащен фосфором, особенно в августе, нижний участок реки, в том числе и приустьевая часть, находящаяся под влиянием подпорных вод Саратовского водохрани-

лища. Содержание общего фосфора в последнем находится в диапазоне 318-408 мкг Р/л. Для волжских водохранилищ позднелетнее повышение концентраций фосфора, происходящее за счет усиления в этот период деструкционно-продукционных процессов в воде и донных отложениях, обычное явление [11]. Высокое содержание фосфора сохраняется и осенью, за исключением истока.

По содержанию основных биогенных элементов (азота и фосфора), согласно W.D. Taylor et al. [12], р. Чапаевка в высокой степени эвтрофированный водоток.

Органическое вещество (ОВ). По содержанию суммарного органического вещества (по бихроматной окисляемости - БО), как и в

случае с биогенными компонентами, река разделяется на 2 участка - верхний и нижний. Концентрации ОВ в верхнем течении реки колеблется от 23,3 до 63,8 мг О/л; источником его являются в основном органические соединения аллохтонного (поверхностный сток) и в меньшей степени, автохтонного происхождения (первичная продукция).

В нижней части реки содержание ОВ значительно возрастает: в июле - до 91,1-133,7 мг О/л, в августе - до 163 мг О/л, прежде всего, за счет усиления роли в поставке органических веществ сточными водами городов Ча-

паевска и Новокуйбышевска. Концентрации ОВ здесь достигают показателей, характерных для грязных вод - 60-150 мг О/л, на некоторых станциях превышая их. Загрязнение органическим веществом воды приустьевой части сохраняется на уровне, отмеченном для нижнего течения реки - 89,1-131,0 мг О/л (рис. 5).

Содержание лабильных органических соединений, судя по БПК, повышено - 4,4-9,7 мг О/л; концентрации менее ПДК (2,0 мг О/л) встречаются крайне редко и в основном в верховье реки (табл. 4).

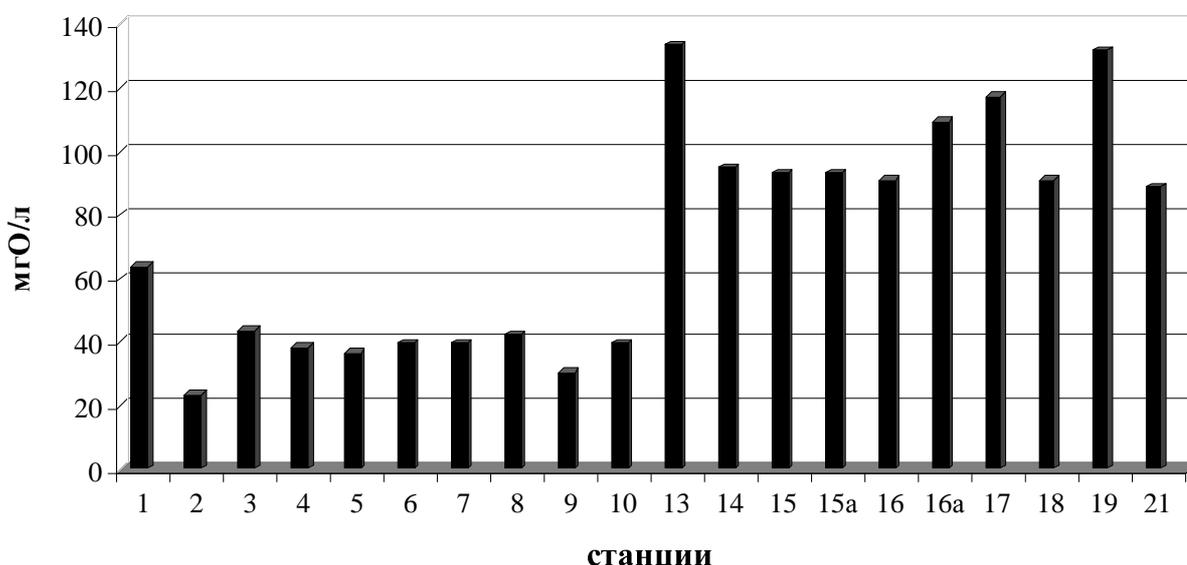


Рис. 5. Изменение содержания органического вещества в воде р. Чапаевка, июль 1990 г.

Таблица 4. Средние значения и пределы колебаний содержания лабильного органического вещества (БПК₅, мг О/л) в воде р. Чапаевка (1990-1992 гг.)

Значения	Участок		
	Верхний (ст. 1-10)	Нижний (ст. 13-18)	Устье (ст. 19-21)
Среднее	2,9	7,0	5,1
Минимальное	1,9	4,4	1,7
Максимальное	3,4	9,7	7,6

Высокие концентрации лабильной фракции ОВ, как показывают исследования ряда авторов [14-16], обусловлены воздействием, обогащенных органическим веществом, сточных вод и процессами эвтрофирования водных объектов. Величины показателей биохимического потребления кислорода широко используются для оценки загрязненности поверхностных вод (табл. 5) [17-19].

Таблица 5. Концентрации лабильного органического вещества в воде некоторых рек

Река	БПК ₅ , мг О/л		Источник
	Участок		
	чистый	грязный	
Москва	1,7	25,0	цит. по: [14]
Днепр	2,9	13,0	цит. по: [15]
Ижора	2,2	9,9	[16]

По концентрации лабильного ОВ вода р. Чапаевка на всем протяжении от истока до устья является умеренно загрязненной и загрязненной. Значение БПК₅ превышают установленные для природных водотоков нормы в 2,2-4,8 раз в нижнем течении и в 1,1-2,9 раза в - верхнем.

Загрязнена река и специфическими органическими соединениями - фенолами, нефтепродуктами, хлорорганическими пестицидами. Наиболее высокие их концентрации на участке реки ниже плотины: содержание фенолов составляет 2-15 ПДК (в среднем 5

ПДК), нефтепродуктов - 1-7 ПДК (в среднем 2 ПДК); в верхней части загрязнение реки фенолами и нефтепродуктами носит локальный характер (табл. 3; рис. 6 и 7).

Величины изомеров гексахлорциклогексана (альфа-, бета-, гамма-ГХЦГ) выше нормативов в десятки раз, что соответствует экстремально высокому уровню загрязнения воды; при ПДК для ГХЦГ, равном 0,01 мкг/л, концентрация хлорорганических пестицидов в июне 1993 г. достигала в районе сброса сточных вод 118-278 ПДК и только в устье р. Чапаевка снизилась до 0,17 мкг/л (17 ПДК).

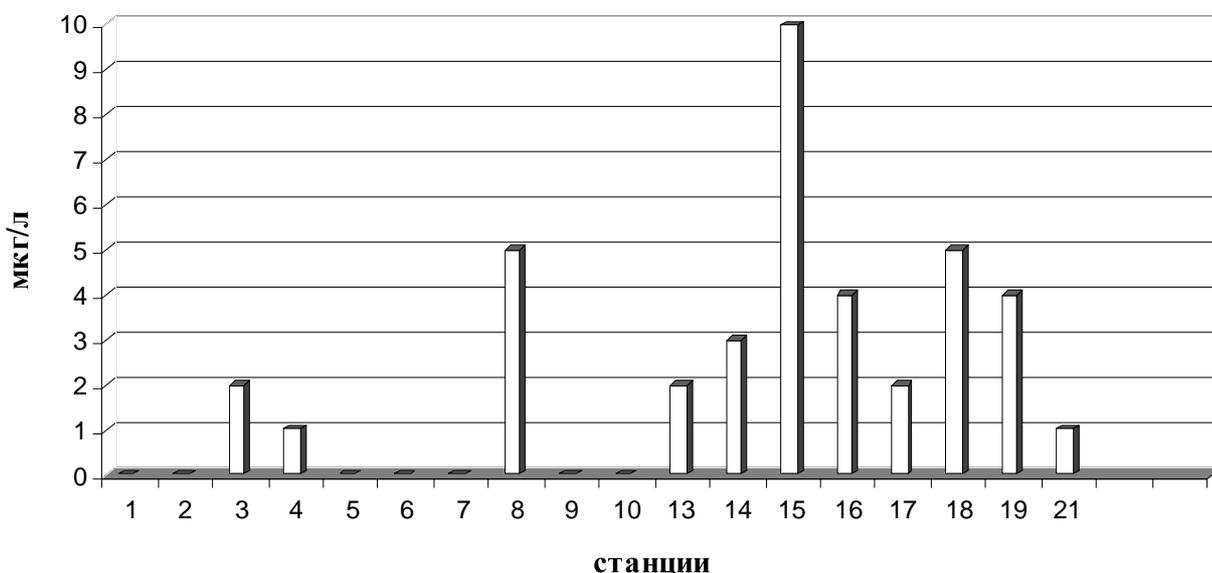


Рис. 6. Изменение концентраций фенолов в воде р. Чапаевка, июль 1990 г.

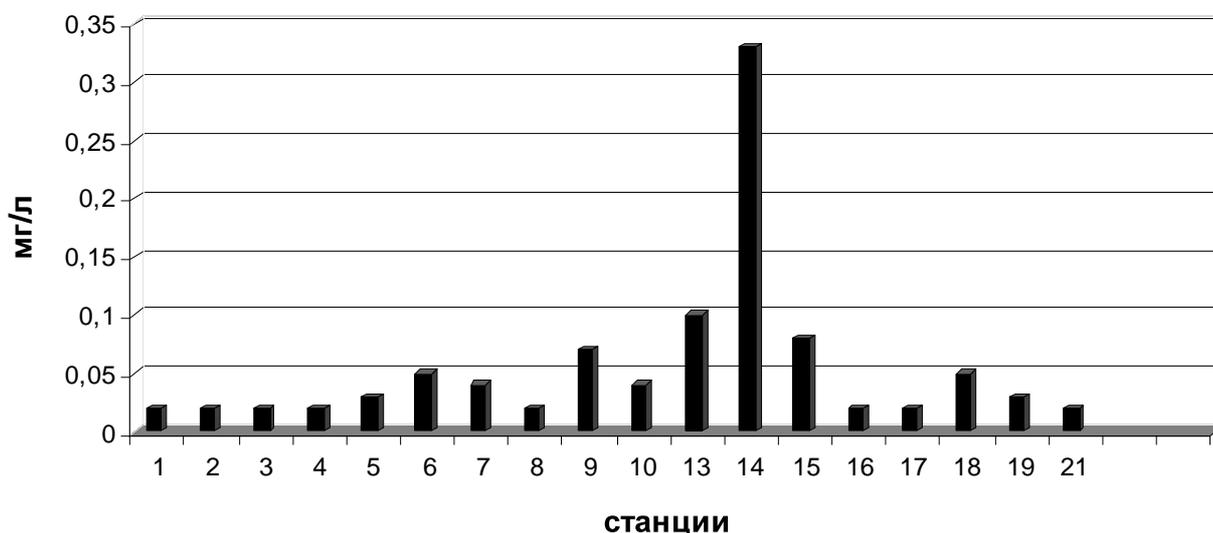


Рис. 7. Изменение концентраций нефтепродуктов в воде р. Чапаевка, июль 1990 г.

Уровень токсического загрязнения реки по содержанию *неорганических веществ* (тяжелых металлов) оценен по данным российско-голландских исследований [7], которые затронули участки реки в районах сброса сточных вод городов Чапаевска и Новокуйбышевска, и материалов наших исследований 2004 г. (табл. 6, рис. 8).

Превышение допустимых нормативов кон-

центраций тяжелых металлов в 1993 г. зафиксировано для меди (2,3-29,9 ПДК), марганца (4,2-17,7 ПДК) и свинца (1,3-1,9 ПДК); максимальные значения ПДК характерны для речных вод в местах сброса стоков, минимальные - для приустьевоего участка. Отмечено повышенное количество кадмия в устье реки (1,6 ПДК) и ртути (6 ПДК) - в отводном канале для сточных вод г. Чапаевска.

Таблица 6. Концентрация (мкг/л) тяжелых металлов в воде р. Чапаевка, июнь 1993 г.

Станции	Cu	Pb	Co	Cd	Cr	Mn	Zn	Hg
13	7.5	0.96	0.94	0.68	5.5	177	14.4	n.o*
14а	7.9	1.04	0.79	0.46	5.4	156	15.3	0.06
14	29.9	0.87	0.72	0.80	5.0	158	19.3	n.o
18	4.7	0.75	0.10	0.41	1.4	42	7.1	n.o
21	2.3	0.68	0.14	8.20	1.0	51	8.1	n.o
ПДК, мкг/л	1	100	10	5	-	10	10	0.01

Примечание. * - предел обнаружения.

К 2004 г. в местах непосредственного воздействия промышленных стоков городов Чапаевск (ст. 13, рис. 1) и Новокуйбышевск (ст. 18, рис. 1) на речной водоток, концентрации микрокомпонентов изменились неоднозначно. На станции 13 значительно снизилось со-

держание марганца и свинца, соответственно, в 3,5 и 2,3 раза; концентрация меди сохранилась на уровне 1993 г., а цинка - возросло в 3 раза. На станции 18 содержание всех исследуемых компонентов увеличилось (рис. 8).

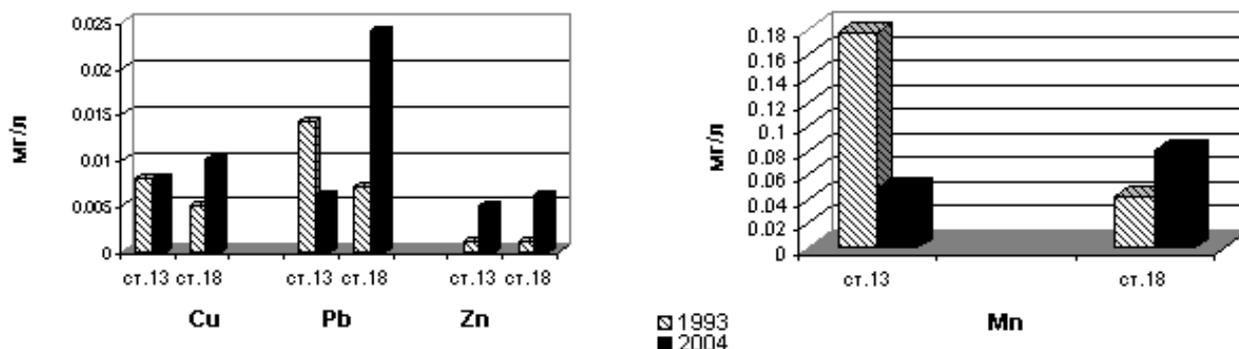


Рис. 8. Концентрации микроэлементов в воде р. Чапаевка

При определении состояния водной среды все чаще используют понятие «качество воды», под которым понимается пригодность ее либо для целей различных видов водопользования, либо, с экологических позиций, для жизни водных организмов, и характеризуется совокупностью различных показателей - гидрофизических, гидрохимических, гидробиологических.

Качество воды р. Чапаевка определялось для наиболее жесткого в гидрологическом отношении периода - летней межени. Выбор этого периода обоснован также и наиболее полной гидрохимической информацией - от истока до устья реки. В основу выделения классов качества воды реки положен, широко применяемый в системе Гидрометеорологической службы России индекс загрязнения

воды (ИЗВ) [20].

В табл. 7 представлено состояние воды р. Чапаевка на всем ее протяжении. На участке от истока до ст. 13 качество воды относительно стабильно; в основном «умеренно загрязненная». Ниже (ст. 13-18) состояние водных масс резко меняется, река переходит от умеренно загрязненной и загрязненной к грязной

и очень грязной. В приустьевой (ст. 19-21) широкой части водотока, за счет ускорения процессов седиментации минеральных частиц и вместе с ними сорбированных химических компонентов, а также разбавляющего влияния водохранилищных водных масс, происходит улучшение качества воды.

Таблица 7. Качество воды р. Чапаевка, июль 1990 г.

Выше г. Чапаевска			Ниже г. Чапаевска		
№ станции	Класс качества	Тип воды	№ станции	Класс качества	Тип воды
1	II	чистая	13	VI	очень грязная
2	III	умеренно загрязненная	14	V	грязная
3	III	умеренно загрязненная	15	IV	загрязненная
4	IV	загрязненная	16	IV	загрязненная
5	III	умеренно загрязненная	17	IV	загрязненная
6	III	умеренно загрязненная	18	V	грязная
7	III	умеренно загрязненная	19	IV	загрязненная
8	III	умеренно загрязненная	20	III	умеренно загрязненная
9	III	умеренно загрязненная	21	III	умеренно загрязненная
10	III	умеренно загрязненная			

Примечание. Класс качества воды определялся по 6 ингредиентам - растворенный кислород, азот аммонийный, азот нитритный, органическое вещество (по бихроматной окисляемости), фосфаты, нефтепродукты.

Оценка состояния воды р. Чапаевка по химическим ингредиентам адекватна интенсивности антропогенного воздействия [4] на

отдельные районы бассейна водотока (табл. 8).

Последующие исследования экологическо-

Таблица 8. Интенсивность антропогенной нагрузки на участки реки и качество воды

Антропогенная нагрузка			Качество воды	
Участок реки	Балл	Характеристика	Класс	Характеристика
I	9	слабая	II-III	чистая, умеренно загрязненная
II	13	умеренная	III	умеренно загрязненная
III	35	чрезвычайно большая	IV-VI	загрязненная, грязная, очень грязная
IV	18	значительная	III-IV	умеренно загрязненная, грязная

го состояния р. Чапаевка, выполненные российско-голландской экспедицией в 1993 г. и Институтом экологии Волжского бассейна РАН в 2004 г., позволили на примере наиболее уязвимых участков реки отметить произошедшие изменения в качестве воды (рис. 8 и 9). В связи с перепрофилированием военно-химических предприятий в ОАО «Средневолжский завод химикатов» и последующей его реорганизацией в ООО «Волгапромхим» с остановкой ряда производств, привело к снижению объема стоков и количеству в них пол-

лютантов (тяжелых металлов, органических и неорганических соединений) [3]. Снижение антропогенной нагрузки на водоток, привело к улучшению качества воды на участке ниже г. Чапаевска (табл. 9, ст. 13). В зоне влияния выброса сточных вод г. Новокуйбышевска (ст. 18) ситуация иная; увеличились концентрации тяжелых металлов, а биогенных и органических веществ, напротив, снизились (рис. 8, 9), что, однако, практически не нашло своего отражения в классе качества воды (табл. 9).

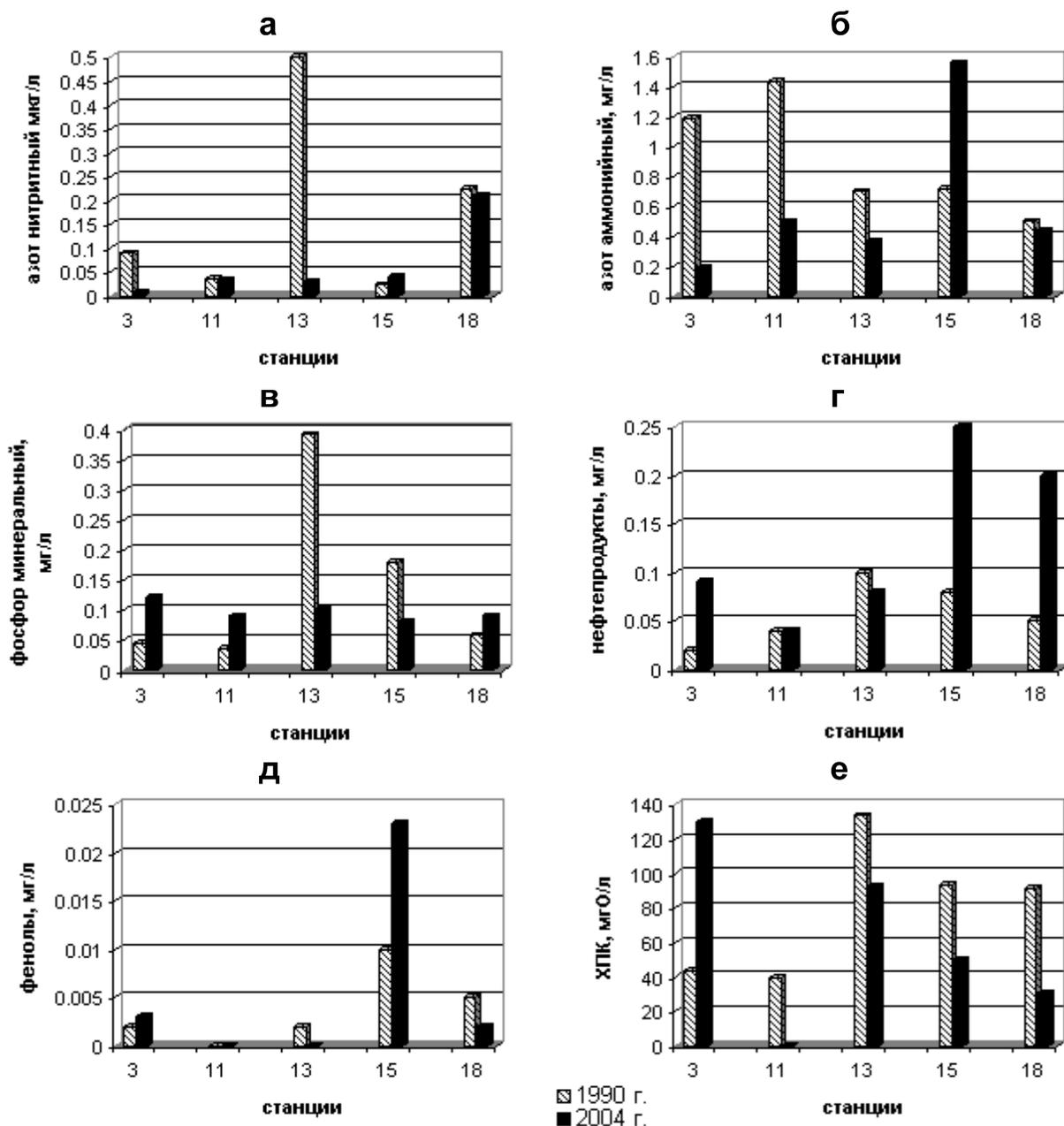


Рис. 9. Содержание форм азота (а, б), фосфатов (в), нефтепродуктов (г), фенолов (д) и органического вещества (е) в воде р. Чапаевка в разные годы

Заметные изменения в состоянии воды отмечены и в верховье реки (ст. 3), находящейся вне зоны техногенного воздействия. Концентрации фосфатов и органических ве-

ществ увеличилось в 3 раза (рис. 9в, 9е), содержание растворенного кислорода упало до уровня заморных значений - 0,98 мг/л (12% насыщения), что свидетельствует об усиле-

Таблица 9. Межгодовые изменения качества воды р. Чапаевка в районах сброса сточных вод городов Чапаевск (ст. 13) и Новокуйбышевск (ст. 18)

Годы	Ст. 13 (ниже г. Чапаевска)		Ст. 18 (ниже г. Новокуйбышевска)	
	Класс качества	Тип воды	Класс качества	Тип воды
1990, июль	VI	очень грязная	V	Грязная
1993, июль*	V	грязная	IV	Загрязненная
2004, июль	IV	загрязненная	V	Грязная

Примечание. * - по данным российско-голландского проекта «Волга» [7].

нии эвтрофирования этого участка реки, объясняемого возникновением пруда при перекрытии реки плотиной. В результате, произошли изменения морфологических показателей (площади водной поверхности, глубин и т. д.) и гидрологических условий (снижения скорости течений и более высокое прогревание воды в вегетационный период), что способствовало интенсификации фотосинтеза. Качество воды на этом отрезке водотока ухудшилось по сравнению с 1990 г. на два класса; относится к VI классу - «очень грязная».

Донные отложения (ДО). Донные осадки являются одним из важнейших абиотических компонентов экосистемы, отражающих совокупность биологических, химических и физических процессов, происходящих в водном объекте; они активно участвуют во внутриводоемных процессах; являются средой обитания организмов бентоса, продуктивность которого существенно влияет на многие звенья пищевой цепи. Роль донных отложений неоднозначна: с одной стороны, они благоприятствуют удалению веществ из водной толщи и тем самым способствуют улучшению качества воды, с другой - значительные запасы различных химических соединений в них при изменении условий водной среды могут стать источником вторичного загрязнения воды [21]. Грунты выступают, особенно в техногенных водных системах, в роли индикатора загрязнения. К сожалению, до настоящего времени в России не разработаны единые нормативные показатели предельно допустимого содержания химических веществ в донных отложениях, что затрудняет определение уровня их загрязненности. В этом направлении есть разработки Российского научного центра реабилитации и физиотерапии (ПДК для лечебных грязей), Концерна «ГЕОЭКОцентр» (фоновые значения для Московского региона), Института минералогии, геохимии и кристаллографии редких элементов (фоновые значения для донных отложений) [7]. В нормативном документе «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон

экологического бедствия» [22] степень химического загрязнения грунтов проводится по величине коэффициента донной аккумуляции (КДА).

В основе суждений о типе грунтов р. Чапаевка, их загрязнения химическими соединениями положены материалы наших исследований в июле 1990 г. (ст. 13-23, рис. 1) и российско-голандских по [7]. Исследованный участок - от плотины до устья - можно рассматривать как относительно замкнутый водоем с практически отсутствующим течением; обмен водных масс происходит за счет подпорного влияния Саратовского водохранилища. Такой гидрологический режим способствует накоплению мощных иловых отложений (серые и черные илы). Кроме иловых отложений, грунты реки на разных участках в зависимости от глубины и скорости течения представлены песками с разной степенью заиленности и затопленными почвами с остатками растительности; на ст. 18 (протока Кривуша) обнаружены мелкие шарики искусственного происхождения [1].

Биогенные компоненты. Максимальные величины содержания общего азота (0,57%) и органического вещества (6,99%) обнаружены в слабо заиленных песках с признаками присутствия нефти в техногенно-загрязненной протоке Кривуша (рис. 10, ст. 18). Повышение концентраций биогенных веществ в приустьевой части (ст. 21-23) реки связано с преобладанием тонкодисперсной фракции в гранулометрическом составе отложений; воздействие сточных вод проявляется в слабой степени. Концентрация фосфора в грунтах реки соответствует низкому уровню загрязнения; значений выше фона не обнаружено. Для азотных форм, напротив, характерно превышение фоновых показателей: нитратного азота - в 5-10 раз, аммонийного - в 3 раза (табл. 10).

Загрязнение нефтепродуктами и фенолами также высоко, их содержание находится в пределах 1527-9487 и 0,32-1,29 мг/кг, соответственно, при норме 1000 и 0,05 мг/кг. Накопленные количества хлорорганических соединений в грунтах ниже устья отводного канала и в протоке Кривуша превышают нор-

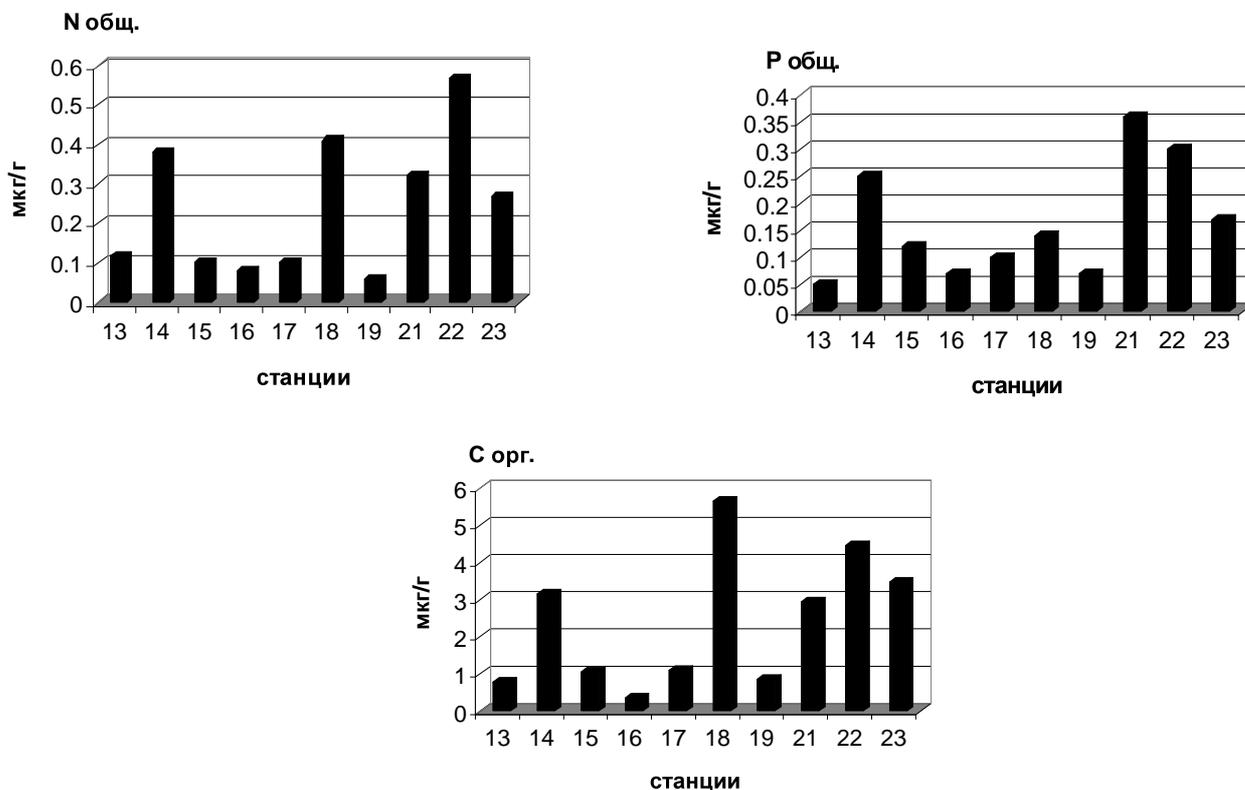


Рис. 10. Содержание биогенных веществ (в % на воздушно-сухой грунт) в донных отложениях нижней части р. Чапаевка, июль 1990 г.

мативы в десятки, сотни и тысячи раз [7].

Значительный уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами, фенолами, пестицидами на исследованном участке р. Чапаевка свидетельствует о мощном техногенном прессе. Основной фон загрязнения формируется за счет деятельности промышленного комплекса городов Чапаевск и Новокуйбышевск. Надо полагать, что при такой степени насыщения поллютантами донных осадков, возможно их возвращение в водную массу, что приведет к ухудшению качества речной воды.

Из *микроэлементов* донных отложений рассматривались медь, кадмий, хром, свинец, цинк, никель и ртуть на участке, находящемся в зоне максимального техногенного воздействия. Отмечается значительный размах концентраций для кадмия, никеля, хрома и ртути с максимальными значениями всех исследуемых показателей на участках ниже стоков г. Чапаевска - ст. 50 (13) и ниже стоков г. Новокуйбышевска - ст. 51 (18) (рис. 11). Содержание микроэлементов в грунтах превы-

шают фоновые значения в большинстве случаев в 1,3-3,4 раза; концентрации меди на всех исследуемых станциях ниже фона, а кадмия и ртути выше на ст. 51 (18) в 70 и 7 раз соответственно (табл. 10).

С целью оценки эффекта воздействия всех исследуемых элементов в донных отложениях на экосистему р. Чапаевка использовался суммарный показатель загрязнения (СПЗ), предложенный Институтом минералогии, геохимии и кристаллохимии редких металлов [7].

СПЗ определяется по формуле:

$$СПЗ = \sum \kappa_c - (n-1),$$

где κ_c - коэффициент концентрации, равный отношению фактического содержания вещества в ДО к его фону;

n - число суммируемых веществ, коэффициент которых выше 1.

Согласно числовому значению СПЗ, донные отложения по уровню загрязнения классифицируются следующим образом:

СПЗ < 8 - слабо загрязненные;

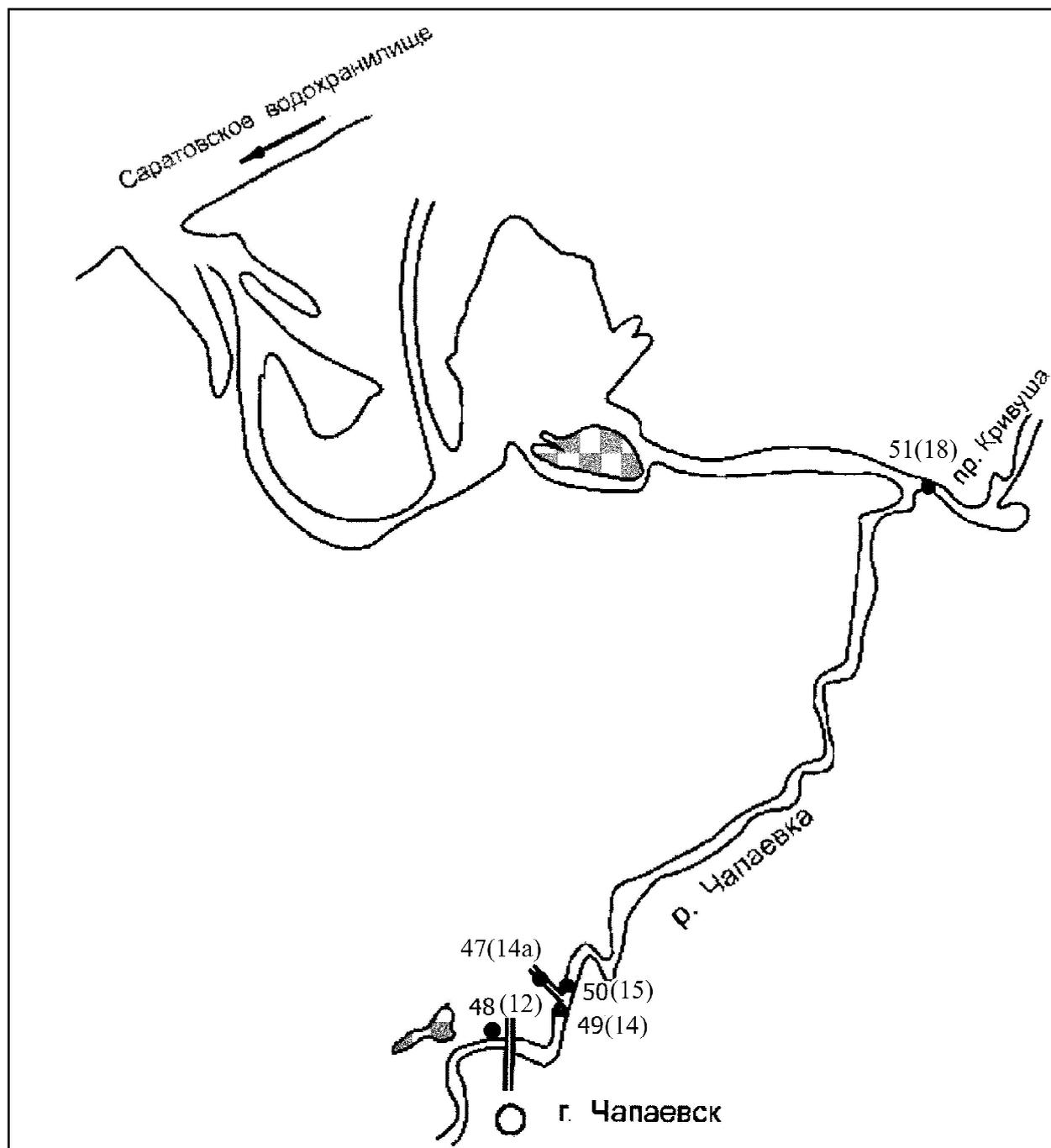


Рис. 11. Схема отбора проб донных отложений в р. Чапаевка [по: 7]
(в скобках номера станций, соответствующих рис. 1)

$8 < \text{СПЗ} < 16$ - допустимая степень загрязнения;

$16 < \text{СПЗ} < 32$ - умеренноопасная степень загрязнения;

$32 < \text{СПЗ} < 128$ - опасная степень загрязнения;

$\text{СПЗ} > 128$ - чрезвычайноопасная степень загрязнения.

Донные осадки р. Чапаевка в районе сброса сточных вод городов Чапаевск - ст. 50 (13) и Новокуйбышевск - ст. 51 (18) относятся к категории «*чрезвычайноопасная степень загрязнения*». В устье отводного канала - ст. 49 (14) - уровень загрязнения грунтов снижается и характеризуется: по СПЗ_1 как «*слабо загрязненные*», по СПЗ_2 - «*опасная степень загрязнения*» (табл. 11).

Таблица 10. Содержание (мг/кг) химических элементов в донных отложениях р. Чапаевка (по: [7])

Показатели	Станции					Норматив
	47 (14а)	48 (12)	49 (14)	50 (13)	51 (18)	
Кадмий	10,87	1,15	0,50	11,23	0,10	0,16*
Медь	4,30	2,31	4,90	5,10	9,30	21,0*
Никель	23,90	16,40	4,26	44,90	22,82	29,0*
Хром	54,80	38,15	10,30	96,11	50,80	28,0*
Свинец	24,80	14,20	13,30	23,87	23,45	10,0*
Цинк	13,00	20,05	13,00	14,0	39,0	30,0*
Ртуть	0,10	0,10	0,30	0,10	0,70	0,10*
Нефтепродукты	1706	9120	1527	8750	9487	1000**
Фенолы	0,34	0,62	0,32	1,23	1,29	0,05**
Нитратный азот	800	384	700	1200	1300	130*
Аммонийный азот	73,50	26,50	68,00	250,0	265,0	92,5*
Нитритный азот	0,60	0,30	0,60	1,00	2,00	-
Общий фосфор	240	311	210	400	420	800
ГХЦГ - альфа, мкг/кг	-	6,311	0,117	0,037	сл.	2,5**
ГХЦГ - гамма, мкг/кг	-	-	0,039	0,136	сл.	0,05**
ГХЦГ - бета, мкг/кг	-	7,738	0,175	0,011	н/о	1**

Примечание: Ст. 47-200 м от впадения отводного канала сточных вод в р. Чапаевка; ст. 48 - отсеченная часть р. Чапаевка; ст. 49 - устье отводного канала; ст. 50 - 1 км ниже устья отводного канала; ст. 51 - пр. Кривуша ниже впадения стоков г. Новокуйбышевска. Нормативные значения загрязняющих веществ: * - российские (Институт минералогии, геохимии и кристаллографии редких металлов); ** - голландские (намеченные нормы после 2000 г.).

Таблица 11. Коэффициенты концентраций загрязняющих веществ в донных осадках р. Чапаевка (по: [7])

Станции	Компоненты							
	Cd	Cu	Ni	Cr	Pb	Hg	Zn	СПЗ ₁
49 (14)	5,00	0,23	0,25	0,47	1,19	3,00	0,33	7
50 (13)	112,3	0,24	2,64	4,37	2,13	1,00	0,35	120
51 (18)	1,00	0,44	1,34	2,31	2,09	7,00	0,98	10
Станции	Компоненты						СПЗ ₂	
	Фосфор	Азот нитратный	Азот аммонийный	Фенолы	Нефтепродукты			
49 (14)	0,26	5,38	0,74	6,44	30,54	47		
50 (13)	0,50	9,23	2,70	24,52	175,00	341		
51 (18)	0,53	10,00	2,87	25,74	189,74	234		

Примечание: СПЗ₁ - включает тяжелые металлы, СПЗ₂ - аммонийный азот, нитратный азот, фенолы, нефтепродукты (н/п) и хлорорганические соединения.

Для оценки уровня загрязнения ДО р. Чапаевка токсичными тяжелыми металлами использовался и коэффициент донной аккумуляции (КДА), который отражает величину накопления поллютантов в осадках относительно водной массы ($KDA = C_d / C_w$, где C_d и C_w - концентрации элемента, соответственно, в донных отложениях и воде) и позволяющий определить экологическую ситуацию в районе наибольшей антропогенной нагрузки на реку [22].

Как видно из табл. 12 значения коэффициентов обогащения донных отложений реки медью, свинцом, кадмием, хромом и цинком

дает право охарактеризовать состояние грунтов «*чрезвычайная экологическая ситуация*», что показало практически полное совпадение с расчетными данными по СПЗ.

Таким образом, выявленные закономерности распределения физико-химических показателей, концентраций биогенных и органических веществ разного генезиса, тяжелых металлов в воде и донных отложениях позволили разделить р. Чапаевка на участки с разной степенью загрязнения поллютантами:

- первый участок - от истока до ст. 4 - характеризуется наименьшими концентрациями химических ингредиентов;

Таблица 12. Зоны экологической ситуации в донных отложениях р. Чапаевка

Компонент	Станции					
	49 (14)		50 (13)		51 (18)	
Cu	0,6·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация	0,2·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация	2,1·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация
Pb	1,3·10 ⁴	чрезвычайная экологическая ситуация	2,7·10 ⁴	чрезвычайная экологическая ситуация	3,1·10 ⁴	чрезвычайная экологическая ситуация
Cd	1,1·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация	1,4·10 ⁴	чрезвычайная экологическая ситуация	0,2·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация
Cr	1,9·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация	1,9·10 ⁴	чрезвычайная экологическая ситуация	1,4·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация
Zn	8,7·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация	0,7·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация	5,5·10 ³	чрезвычайная экологическая ситуация

- второй участок - от ст. 4 до плотины у г. Чапаевска - имеет повышенную прозрачность воды, обеднен органическими веществами, азотными минеральными соединениями, нефтепродуктами и фенолами;
- третий участок - от плотины до предустьевой части - с максимальными концентрациями в воде и донных отложениях большого спектра химических загрязнителей как результат техногенного воздействия;
- четвертый участок - устье р. Чапаевка - находится под влиянием водохранилищных

вод; испытывает меньший пресс сточных вод и, следовательно, менее нагружен поллютантами.

Наиболее экологически опасным является участок реки, расположенный вблизи сброса сточных вод промышленных узлов городов Чапаевск и Новокуйбышевск. Вода и донные отложения здесь содержат кадмий, фенолы, нефтепродукты, хлорорганические соединения в количествах, значительно превышающих нормативы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологическое состояние бассейна реки Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (Биологическая индикация). Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 3. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1997.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Самарской области в 1993 году. Самара, 1994.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Самарской области в 2003 году. Самара, 2004.
4. Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Шитиков В.К. Методологический подход к оценке экологического состояния речных систем по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. Т. 2, № 2.
5. Выхристюк Л.А., Варламова О.Е. Химический состав воды и донных отложений // Экологическое состояние бассейна реки Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (Биологическая индикация). Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 3. Тольятти. ИЭВБ РАН, 1997.
6. Выхристюк Л.А., Червякова Н. Г., Цыкало В.А. Экологическое состояние бассейна реки Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (Биологическая индикация). Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 3. Тольятти. ИЭВБ РАН, 1997.
7. Волга: Независимые исследования. Н. Новгород, 1994.
8. Основные положения по использованию и

- охране водных ресурсов реки Чапаевка: Краткий ТЭР-схема. Пояснительная записка № 1018478-39-00-ПЗ. Самара, 1992.
9. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л., 1953.
 10. Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Приволжского УКГС. Самара, 1988.
 11. *Выхристюк Л.А.* Биогенная нагрузка и гидрохимический режим // Экология фитопланктона Куйбышевского водохранилища. Л.: Наука, 1989.
 12. *Taylor W.D., Lambou V.W., Williams L.R., Hern S.C.* Trophic state of lakes and reservoirs // Environ. water Quality operational studies Technical report. 1980. № 3.
 13. Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Приволжского УКГС. Самара, 1994.
 14. *Скопинцев Б.А.* Содержание органического вещества в некоторых водах Подмосковья // Докл. АН СССР. 1948. Т. 61, № 2.
 15. *Бульон В.В., Кожанова Т.С., Морев Ю.Б.* Физико-географические и гидрохимические особенности реки Тюп и Тюпского залива озера Иссык-Куль // Гидробиологические исследования на реке Тюп и Тюрпском заливе озера Иссык-Куль. Л., 1977.
 16. *Бульон В.В., Никулина В.И.* Роль фитопланктона в процессах самоочищения в водотоках // Гидробиологические основы самоочищения вод. Л., 1976.
 17. *Драчев С.М.* Признаки загрязнения и оценка состояния водоемов // Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. М., 1964.
 18. *Жукинский Л.А., Оксюк О.П., Олейник Т.Н., Кошелева С.И.* Принципы и опыт строения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1981. Т. 12, № 2.
 19. *Оксюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. и др.* Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4.
 20. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомитетом СССР от 22.09.86. № 250-1163.
 21. *Выхристюк Л.А., Варламова О.Е.* Донные отложения и их роль в экосистеме Куйбышевского водохранилища. Самара, 2003.
 22. *Критерии оценки* экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992.

QUALITY OF WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE RIVER CHAPAEVKA

© 2006 L.A. Vikchistyuk, Y. A. Romashkova

Institute of Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences, Togliatti

Research materials (1990-1995, 2004 years) and the literary data on chemical composition of water and bottom sediments of the river Чапаевка are generalized. The different degree of pollution on the separate fields of the river is shown. Adequacy of the state of river waters to the degree of intensity of anthropogenic impact on the chosen zones of the river stream is revealed.