

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ БАССЕЙНОВ АЗОВСКОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ

© 2004 г. член-корреспондент РАН А.М.Никаноров^{1,2}

Приведены данные по качеству воды, уровню загрязненности, а также основным тенденциям многолетних изменений рек Дона, Кубани, Черноморского побережья Краснодарского края и рек Приазовья по результатам мониторинга Росгидромета по химическим и биологическим показателям.

В настоящее время проблемы качества поверхностных вод Азово-Черноморского бассейна продолжают оставаться острыми, особенно в регионах с напряженной водохозяйственной обстановкой, прежде всего на территориях Ростовской области и Краснодарского края, отличающихся высоким уровнем урбанизации, развитым промышленным и сельскохозяйственным производствами.

Мониторинг качества вод и их загрязнения осуществлялся в регионе различными государственными службами (Минприродресурсы, Госкомэкологии, Госсанэпиднадзором, геологами и др.). Наиболее полные ряды многолетних наблюдений за состоянием и загрязненностью поверхностных вод суши в Азово-Черноморском бассейне накоплены государственной службой наблюдений (ГСН) Росгидромета. Наблюдениями ГСН охвачено в Азово-Черноморском бассейне 88 водных объектов, на которых расположено 154 пункта, пробы отбираются на 243 створах [1–4].

В статье представлены результаты комплексных научных исследований, проводимых более 40 лет в Гидрохимическом институте (ГХИ) (Институт является научно-методическим и координационным центром наблюдений ГСН Росгидромета за качеством поверхностных вод суши). С 2000 г. эти работы выполняются совместно с Южным отделом Института водных проблем РАН. Оценки уровня загрязненности воды и водных объектов сделаны согласно принятым в системе мониторинга Росгидромета классификациям и нормативам.

БАССЕЙН РЕКИ ДОН

Река Дон – одна из крупнейших рек европейской части России. Протяженность ее составляет 1870 км, площадь водосбора – 442 тыс.км². Ресурсы речных вод в средний по водности год составляют около 29 км³, в маловодные годы объем стока снижается до величин порядка 14 км³. В 2001 г. сток Дона составил 20,5 км³ (на 21,2% ниже нормы). Ежегодно более 60% водного стока используется для водохозяйственных целей.

Дон отличается высокой степенью зарегулированности, что оказывает влияние на водный режим и качество воды. В его бассейне насчитывается более 900 водохранилищ. В результате строительства Цимлянского гидроузла и заполнения Цимлянского водохранилища (1952 г.) водный сток существенно сократился.

Гидрохимический режим и загрязненность водных объектов бассейна определяются как климато-географическими, так и антропогенными факторами. Источниками загрязнения в бассейне Дона являются сточные воды предприятий ЖКХ, энергетики, химической, угольной, металлургической, строительной и других отраслей промышленности, судоходство и маломерный флот, а также смыв с сельскохозяйственных, неорганизованные сбросы животноводческих комплексов.

Качество поверхностных вод суши (ПВС) бассейна Дона характеризуется широким диапазоном: от «загрязненных» до «чрезвычайно грязных» вод, причем в ряде случаев регистрируется уровень высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ), согласно принятой в Росгидромете классификации и критериям.

В верхнем течении реки вода сильно загрязнена (рис. 1). В районе г. Донской качество воды длительное время соответствовало водам «чрезвычай-

¹ Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

² Гидрохимический институт, г. Ростов-на-Дону



Рис. 1. Карта-схема распределения распространенных загрязняющих веществ в воде р. Дон и р. Северский Донец

Река Дон – г. Донской: соединения марганца 32–46 ПДК, аммонийный азот 3–16 ПДК, нитритный азот 2–8 ПДК, соединения железа 5–6 ПДК, сульфаты 3–4 ПДК, фенолы 2–4 ПДК, БПК₅(O₂) 4.07–5.11 мг/л, соединения меди 2 ПДК;

Река Дон – г. Данков – г. Задонск: нитритный азот 1–2 ПДК;

Река Дон – г. Воронеж – г. Нововоронеж: соединения меди ниже ПДК – 4 ПДК, нитритный азот 1–2 ПДК, соединения железа 1–2 ПДК, нефтепродукты ниже ПДК – 2 ПДК;

Река Дон – Лиски – с. Новая Калитва – нитритный азот 1–2 ПДК, нефтепродукты 1–2 ПДК, соединения меди ниже ПДК – 2 ПДК;

Река Дон – г. Калач-на-Дону: соединения меди 9 ПДК, соединения железа 2 ПДК, БПК₅(O₂) 4.46 мг/л;

Река Дон – Волгодонск: соединения меди 9–14 ПДК, БПК₅(O₂) 2.81–3.07 мг/л;

Река Дон – г. Ростов-на-Дону – г. Азов: соединения меди 3–4 ПДК, нефтепродукты 3–4 ПДК, нитритный азот 1–2.5 ПДК, сульфаты 2 ПДК;

Река Северский Донец – с. Беломестное – вдхр. Белгородское – г. Белгород: нитритный азот 3–8 ПДК, соединения марганца 1.5–5 ПДК, фенолы ниже ПДК–3 ПДК, НФПР 2–2.5 ПДК;

Условные обозначения: ▲ – азот нитритный; ◊ – сульфаты; ■ – растворенный кислород; □ – БПК; △ – азот аммонийный; ▭ – фенолы; ⊗ – железо; ○ – медь; ● – марганец, ▮ – НФПР, ● – цинк.

но грязным» (5 класс, см. табл.1) Для участка реки г. Донской – г. Данков характерен высокий уровень загрязненности фенолами, металлами, соединениями азота. Наибольший уровень загрязненности соединениями марганца (Mn), среднегодовые концентрации которых составляют 36–49 ПДК, что соответствует уровню ВЗ, а максимальные 60–80 ПДК – ЭВЗ. Максимальные концентрации аммонийного азота (NH₃) также на уровне ВЗ (до 31 ПДК). Постоянно повышена концентрация общего железа (Fe). В 1999–2001 гг. качество воды улучшается (за счет фенолов и NH₃), но воды все же оценены как «грязные» (46 кл.).

Качество воды Среднего Дона в настоящее время стабилизировалось. До г. Калач-на-Дону в большинстве створов качество воды соответствует классу «загрязненных» вод (3а или 3б кл.). Среднегодовые концентрации соединений меди (Cu) в 2001 г. превышали ПДК в 15 раз; NH₃, соединений Fe и цинка (Zn) были на уровне ПДК. По главному руслу реки и особенно по притокам встречаются и более чистые участки (2 кл., например, у ст. Казанской).

Относительно более загрязнены притоки в районах населенных пунктов (3а кл. и 3б кл.); в состав загрязнения входят соединения Fe, Cu, фенолы (Фен), нефтепродукты (НФПР), легкоокисляемые органические соединения (БПК₅), NH₃ и нитриты (NO₂), причем превышение нормативов ПДК обнаруживается практически во всех пробах. Ежегодно в воде обнаруживаются хлорорганические пестициды (ХОП) – ДДТ и его метаболиты – вещества 1-го класса опасности, присутствие их в воде рыбохозяйственных водоемов, согласно действующим нормативам, недопустимо. В районе г. Калач-на-Дону вода весьма загрязненная и оценивалась в разные годы как «грязная» (4 кл.) или как «очень загрязненная» (3б кл.).

Качество воды Цимлянского водохранилища в течение ряда лет существенно не изменяется. В целом вода оценивается как «весьма загрязненная»; содержание большинства загрязняющих веществ – на уровне ПДК. По загрязненности водохранилище можно условно разделить на верхнюю и средне-нижнюю – более загрязненную часть, при этом наиболее загрязнены участки у х. Красноярский и севернее г. Волгодонска (4а кл.).

Для водохранилища характерны нарушения газового режима. Часто севернее г. Волгодонск в летний период при длительной безветренной погоде, высокой температуре воздуха и воды наблюдаются случаи дефицита растворенного в воде кислорода (до 2,00–3,23 мг/л); содержание сероводорода и диоксида углерода при этом увеличивается. Так, в 2001 г.

Таблица 1. Изменения классов качества воды Нижнего Дона в течение 197–2000 гг.

Годы наблюдений	Пункты наблюдения						
	г. Калач-на-Дону	северо-западнее г. Волгодонска	ниже г. Волгодонска	выше г. Ростова-на-Дону	г. Ростов-на-Дону, водозабор	г. Ростов-на-Дону, р. Темерник	ниже г. Ростова-на-Дону
1979	4а	4а	3б	–	4а	4а	4б
1980	3б	4а	4а	–	2	4б	4б
1981	3б	4а	4а	–	3а	4а	4а
1982	4б	4а	4а	4б	4б	4а	4б
1983	4б	4б	4б	4б	4а	4а	4б
1984	3б	3б	4а	4б	4б	4б	4а
1985	3б	3а	4а	–	4б	4а	4б
1986	3б	3б	3б	4а	4б	4б	4г
1987	4а	3а	3б	4а	4а	4б	4а
1988	3б	3а	3а	4а	4а	4а	4а
1989	3б	3б	3б	4а	4б	4а	4а
1990	3б	3б	3б	4а	4а	4а	4а
1991	4а	3б	3б	4а	4а	4а	4а
1992	3б	3б	2	3б	4а	4а	3б
1993	3б	3а	3а	3б	3б	4а	4а
1994	4а	3а	3б	3б	3б	3б	3б
1995	3б	3б	3б	3б	3б	3б	3б
1996	3б	3б	3б	3б	3б	3б	4а
1997	4а	3б	4а	3б	3б	3б	3б
1998	4а	3б	3б	3б	4а	3б	3б
1999	3б	4а	4а	4а	4а	4а	4а
2000	4а	3б	3б	3б	3б	4а	3б

Условные обозначения: классов качества воды: 1 кл. – «условно чистая», 2 кл. – «слабо загрязненная», 3 кл. – «загрязненная»; 4а,б кл. – «грязная», 4в,г – «очень грязная», 5 кл. – «сверхвысоко грязная» [3,4].

содержание сероводорода превышало ПДК в 40 раз, а диоксида углерода составляло 44 мг/л. Нередки случаи ЭВЗ: в 1999 г. содержание сероводорода превысило ПДК в 100 раз. Следствием являются заморные явления, гибель рыбы и раков. Кроме того, дефицит кислорода связан с массовым развитием синезеленых водорослей, в том числе видов, которые выделяют в воду токсины (*Aphanisomenon flos aqua*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos aquae*) [6]. Характерные загрязняющие вещества: легкоокисляемые органические соединения, NO_2 , Cu (1–5 ПДК). Превышение ПДК наблюдалось в 38–100 % отобранных проб воды.

Основные черты химического состава воды Нижнего Дона закладываются в Цимлянском водохранилище. Вниз по течению химический состав существенно трансформируется вследствие влияния притоков и антропогенного воздействия.

Участок главного русла Дона от плотины Цимлянской ГЭС до устья относится к загрязненным. Качество воды в течение длительного времени (особенно в течение 1979–1991 гг.) в основном соответствует классу «грязных» вод (4а кл., 4б кл.).

Наиболее загрязнен участок от г. Ростов-на-Дону до г. Азов. Для этого участка характерна загрязненность воды НФПР, БПК₅, соединениями Cu , сульфатами, NO_2 -нитритами. Средний уровень содержания этих загрязняющих веществ колеблется в пределах 2–6 ПДК, максимальный – до 16 ПДК (ВЗ). Превышение ПДК отмечено в большей части проб (86–100%).

В устье Дона вода соответствует классу «грязных» вод (4а кл.). В рукавах реки периодически обнаруживаются ХОП. Максимальная концентрация ДДТ (в рукаве Большая Каланча) до 60 ПДК (0,060 мкг/л).

Существенное негативное влияние на качество воды реки Дон оказывают притоки. Один из наиболее крупных правобережных притоков Дона – Северский Донец берет начало в Белгородской области, протекает по территории Украины и впадает в Дон в Ростовской области.

На российском участке реки в большинстве пунктов наблюдений Росгидромета вода в 2001–2002 гг. оценена как «весьма загрязненная» и «очень загрязненная» (3а и 3б кл.). Характерные загрязняющие вещества: фенолы, формальдегид, НФПР, различные формы азота, тяжелые металлы (рис. 1). В верхнем течении вода более загрязненная и соответствует классу «грязных» вод. Наиболее высокие среднегодовые концентрации НФПР отмечались в 1998 г. (до 6–29 ПДК). Вода притоков верхнего течения: рек Болховец, Нежеголь, Оскол, Осколец – характеризовалась как «загрязненная».

В среднем и нижнем течении Северского Донца химический состав воды формируется под влиянием притоков: рек Глубокая, Калитва, Быстрая, Кундрючья. На российском участке реки, начиная от границы с Украиной (наблюдения Росгидромета осуществляются в пункте х. Поповка – на границе Луганской и Ростовской областей), а также в притоках имеет место превышения нормативов ПДК по показателям БПК₅ воды, НФПР, соединениям Cu, Fe, алюминия (Al), Zn, Mn, сульфатам, различным формам минерального азота и фосфора. С территории Украины в настоящее время поступают умеренно загрязненные воды, тогда как ранее, в 80-е годы, уровень загрязненности воды был значительно выше. С 1989 г. качество воды улучшается: среднегодовые концентрации фенолов, НФПР и NH₃ снизились и находятся в пределах допустимых норм, но концентрации NO₂ превышают ПДК почти в 6 раз, NH₃ – до 2 раз, соединений Cu и Zn до 3-х раз, Fe – до 5–9-ти раз. Продолжает оставаться высокой минерализация (до 2 ПДК).

В районе впадения Северского Донца в Дон вода чаще всего соответствует классу «грязная» (4а кл.). Характерные загрязняющие вещества (на территории России): фенолы, формальдегид, НФПР, различные формы азота, соединения металлов (рис. 1). В 2001 г. наиболее загрязненным был участок ниже п. Усть-Донецкий, где концентрации соединений Cu, сульфатов (SO₄) и NO₂ превышали ПДК в 2–3 раза (3б кл), наименее загрязнен створ ниже г. Каменск-Шахтинский (3а кл). Ранее он, как и другие участки Северского Донца, был более загрязненным. Так, по данным экспедиционного обследования ГХИ, в 1988 г. концентрации NO₂ ниже г. Каменск-Шахтинский

НФПР – в 20 раз. Притоки загрязнены нитритным азотом, фенолами, соединениями металлов. Вода рек Глубокая, Калитва, Быстрая характеризуется как «очень загрязненная», р. Кундрючья – как «грязная».

К 2003 г. ситуация в бассейне Северского Донца улучшилась благодаря мероприятиям по повышению эффективности работы очистных сооружений г. Красный Сулин, а также ряда поселковых очистных сооружений (реки Кундрючья, Б. Несветай и др.).

Для притоков Северского Донца рек Кундрючья и Большая Гнилуша (малая река) разработаны нормативы предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) в порядке реализации правительственных решений (Постановления Правительства № 1504 [7]). В перечень мероприятий по восстановлению и охране водных объектов вошла ликвидация 120 прудов неинженерного типа, регламентация хозяйственной деятельности в прибрежных и водоохраных зонах, снижение объема использования пресной (природной) воды и сброса сточных вод.

Особо следует подчеркнуть опасность загрязнения притока Нижнего Дона малой реки Темерник. Кроме соединений Cu (16 ПДК, ВЗ), здесь обнаруживаются ртуть (0.100 мкг/л, ЭВЗ) и ХОП (среднегодовые концентрации ДДТ и ГХЦГ порядка 0.001 и 0.008 мкг/л) – веществ 1-го класса опасности для рыбохозяйственных водоемов.

Тенденции изменений среднегодовых величин концентраций загрязняющих веществ в течение 1991–2000 гг. показаны на примере участка в райо-



Рис. 2. Изменение среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в воде р. Дон (г. Ростов-на-Дону) в течение 1991–2000 гг., где 1 – НФПР, 2 – NO₂, 3 – Cu²⁺

не г. Ростова-на-Дону (рис. 2). Наибольший разброс по годам характерен для нефтепродуктов.

Наиболее крупные левобережные притоки Нижнего Дона – Сал и Маныч. Река Маныч представляет собой каскад русловых водохранилищ, образующих Усть-Манычскую водохозяйственную систему. Вода реки и водохранилищ, особенно Пролетарского, характеризуются повышенным содержанием минеральных солей, среднегодовые концентрации которых превышают ПДК в 18–35 раз (рис. 1). В связи с обмелением вследствие недостаточного поступления донской и кубанской воды в 1999 г. концентрации сульфатов достигли 100 ПДК. Засоление воды связано с палеогидрогеологическими особенностями формирования водохранилищ и постоянным поступлением солей из солонцеватых почв.

Загрязнение их связано также с поступлением загрязняющих веществ с пастбищ и сельхозугодий, расположенных по берегам. Воды этих водных объектов «грязные» (4а,б,в кл.).

Важной народно-хозяйственной проблемой, решение которой находится в центре внимания с 30-х гг., является поиск путей опреснения воды. В связи с опасностью дальнейшего повышения минерализации воды водохранилищ планируется выполнение ряда технических мероприятий и проектов.

Таким образом, водные объекты в бассейне Дона в целом характеризуются как весьма загрязненные. Опасность загрязнения Дона подтверждается и результатами анализа данных гидробиологических наблюдений ГСН, свидетельствующих о нарушениях в водных сообществах фито-, зоопланктона, перифитона, макрозообентоса, неустойчивом состоянии экосистемы, признаках экологического регресса [8]. Особенно чувствительны к загрязнению сообщества донных организмов, которые характеризуются низким биоразнообразием, большим диапазоном колебаний показателей развития [2].

Согласно исследованиям ГХИ, в водных объектах интенсивно идет процесс токсикофикации – накопления токсикантов в различных элементах водной экосистемы [9,10]. При биотестировании воды и донных отложений установлено, что на многих участках Нижнего Дона, а также в притоках (Северский Донец, Глубокая, Темерник и др.) в отдельные периоды времени природная вода становится токсичной для гидробионтов различных трофических уровней (ракообразных, водорослей, простейших, коловраток). Наличие токсических свойств природной воды, согласно установленным требованиям, недопустимо [11].

Токсичность природной воды связана с присутствием перечисленных выше экологически опасных

загрязняющих веществ. Кроме того, далеко не все компоненты загрязнения контролируются государственными службами. Помимо перечисленных химических веществ, которые анализируются в рамках системы мониторинга ПВС, в ГХИ с помощью хромато-масс-спектрометрического анализа [10–12], в донской воде обнаружено около 80 органических соединений: жирные кислоты, углеводороды, производные мочевины, в большом количестве – эфиры фталевой кислоты, метиловые эфиры карбоновых кислот, нитро-сульфанил-хлорэтил-производные бензола, а также высокотоксичные и канцерогенные ПАУ, в частности бензпирен.

Анализ многолетних (за последние 50 лет 20-го столетия) изменений уровня загрязненности, проведенный в ЮО ИВП РАН (данные Т.В. Мироновой, Т.А. Хоружей), позволил выделить периоды с разным уровнем загрязненности тяжелыми металлами и нефтепродуктами: 1968–1979, 1979–1990, 1991–1998 и 1999–2000 гг.

В пределах рассматриваемого временного периода (1968–2000 гг.) регистрируется изменение пространственной картины загрязнения Нижнего Дона. Если в течение 1968–1979 гг. наиболее высокие медианные величины соединений меди, нефтепродуктов, фенолов были зарегистрированы на нижних участках реки (ниже г. Ростова-на-Дону), то к 2000 г. более загрязненными становятся и верхние участки.

В течение всего периода в воде обнаруживались особо опасные вещества – соединения ртути и ХОП (I класс опасности для рыбохозяйственных водоемов), присутствие которых в природной воде, согласно установленным нормативам ПДК, недопустимо. Наибольший уровень загрязненности ХОП (α - и γ -ГХЦГ) в течение 1979–2000 гг. отмечен на участках реки в районе городов Семикаракорск, Ростов-на-Дону, Азов. При этом максимальный уровень загрязненности регистрировался в период 1979–1990 гг. Наибольший уровень загрязненности ДДТ и ДДЭ наблюдался на участках реки в районе Волгодонска, Ростова-на-Дону, при этом максимальные величины (10–11 ПДК) отмечены в период 1979–1988 гг. Сравнение уровней ХОП в воде Дона и других рек [5] позволяет заключить, что загрязненность ХОП здесь в настоящее время относительно небольшая.

С точки зрения экологической опасности важны и концентрации токсичных веществ в донской воде. В 1979–2000 гг. они варьировали в широких пределах: от нулевых значений (ниже пределов обнаружения) до величин, превышающих нормативы ПДК в десятки раз. Так, медианные величины концентраций соединений меди превышали ПДК в 10–12 раз; соединений цинка – в 2.2–2.8 раза; соедине-

ний ртути – в 30–35 раз; нефтепродуктов – в 27 раз; фенолов – в 20 раз; ХОП – в 11 раз. Суммарный эффект загрязнения может привести к серьезным негативным последствиям для водной биоты и экосистемы в целом. К 2000 г. произошли изменения состава загрязнения на части реки.

В последнее время (2000–2002 гг.) уровень загрязненности Нижнего Дона токсичными соединениями остается достаточно высоким, хотя максимальные величины концентраций ниже определяемых ранее.

Другая опасность, кроме токсического загрязнения – эвтрофирование водных объектов. Воды Нижнего Дона в настоящее время стали высокоэвтрофными [8], причем обогащение биогенами и растворенным органическим веществом обусловлено не только антропогенным влиянием, но и природными гидрологическими особенностями реки [13].

БАССЕЙН РЕКИ КУБАНЬ

Протяженность реки Кубань составляет 907 км, площадь бассейна – 59 тыс. км². Гидрографическая сеть включает свыше 14 тыс. рек длиной более 10 км.

Зарегулирование стока Кубани (14 водохранилищ) и переброска воды на орошение земель Ставропольского края (около 3 км³ в год) привели к значительному преобразованию водного режима. Однако по сравнению с изменением стока Дона, эти изменения незначительны. В 2001 г. сток составил 10,8 км³ (20% к норме).

Формирование, состав главных ионов и минерализация речных вод в бассейне Кубани весьма разнообразны и обусловлены факторами, которые существенно отличаются на разных участках рек. В верхнем течении Кубани – это влияние маломинерализованных притоков, которые берут начало в предгорьях Кавказа. Ниже по течению водная экосистема подвергается воздействию сбросов сточных вод промышленных предприятий, населенных пунктов, оросительных систем, стока с сельхозугодий и животноводческих ферм, а также маломерного флота. В дельте Кубани качество воды определяется воздействием транзита загрязняющих веществ с вышерасположенных участков, сброса недостаточно очищенных и загрязненных сточных вод, поступления пестицидов со сбросными водами оросительных систем, а также судоходства.

Анализ качества воды показал, что воды верховья Кубани мало загрязнены (2 кл.; рис. 3). На рисунке 3 видно, что вниз по течению уровень загрязненности нарастает. На участке Невинномысск-Армавир воды длительное время соответствовали «очень загрязненным» (3б кл.), от Армавира до х. Ти-

ховский и от х. Тиховский до Темрюка, а также в дельте – «грязным» (4а кл.). Участок от ст. Ладожской до Краснодара, особенно район Краснодара был еще более «грязным» (4б кл.). В последние годы загрязненность уменьшилась, однако, в устье реки (х. Слободка) воды остаются «грязными» (4б кл.). По результатам гидробиологических наблюдений устьевые участки являются наиболее неблагоприятными (биоразнообразие бентоса здесь существенно снижается).

Для Кубани в целом характерна загрязненность соединениями Fe, Cu, НФПР, NO₂ (рис. 3). Высокий уровень загрязненности Fe постоянно наблюдается в районах городов Невинномысск, Армавир, Крпоткин; регистрируются случаи ВЗ (в 1999 г. у г. Армавир).

В районе Темрюка обнаруживается ртуть, наблюдается превышение нормативов ПДК, причем практически в 100% проб. В 2001 г. среднегодовые величины были на уровне ВЗ, а в 7 случаях на уровне – ЭВЗ. Причины загрязнения ртутью пока не установлены.

В последние годы наметилась тенденция к снижению концентраций основных загрязняющих веществ в воде Кубани. Примером может служить график (рис. 4), показывающий изменения среднегодовых концентраций НФПР, Fe, NO₂ в районе Краснодара – одного из наиболее напряженных участков реки, в течение 1991–2000 гг. Несмотря на значительный разброс величин, тренды концентраций явно направлены в сторону снижения.

Изменения в сторону улучшения качества воды прослеживаются почти на всем протяжении реки. Наиболее четкие изменения зарегистрированы на участках: Краснодар (4а–3б кл.), выше Армавира (4б–3б кл.), от Армавира до ст. Ладожской (4б–4а кл.), у х. Тиховский (4а–3б кл.). Однако в некоторых случаях тенденция менее выражена. Например, для участка у Темрюка тенденция снижения более или менее четко обозначилась только для Fe, но не для НФПР и NO₂ (рис. 5). Неоднозначной была динамика изменений концентраций Cu: в большинстве пунктов наблюдений тренды были направлены в сторону снижения, но у городов Невинномысск, Краснодар тренд, напротив, был возрастающим.

Особая проблема, требующая самостоятельного рассмотрения – загрязнение кубанских лиманов [14, 15].

Качество воды притоков Кубани – рек Белая, Пишиш в районах населенных пунктов соответствует классу «грязных» вод (4а кл.), рек Большой Зеленчук, Адагум, Лаба, Псекупс – «загрязненных» (3б, 3а кл.). Наблюдается постоянно высокая загрязненность воды соединениями Fe, Cu, НФПР (ВЗ), превышение ПДК которыми наблюдается в 75–100% проб. В 2001 г. наиболее высокий уровень соедине-

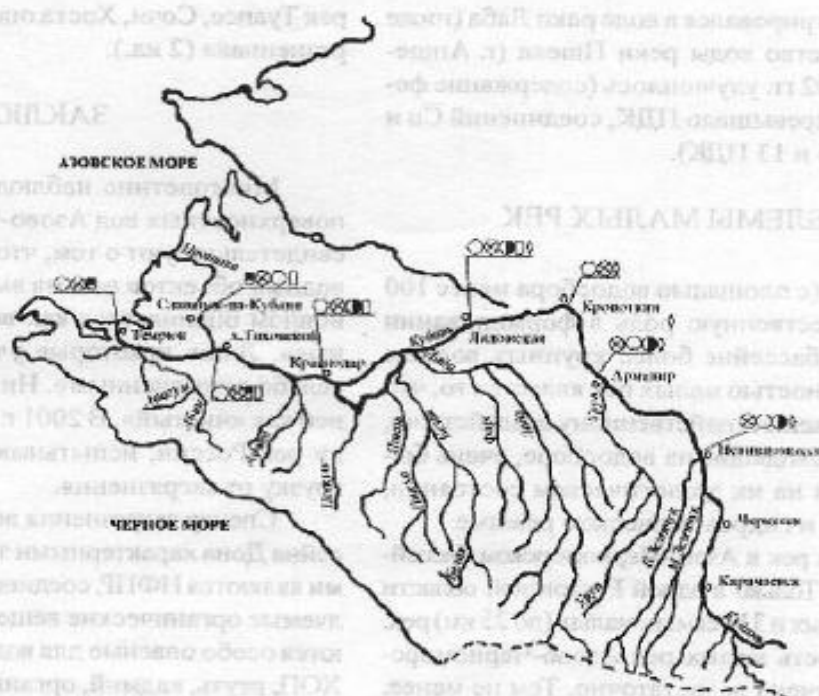


Рис. 3 Карта-схема распределения наиболее распространенных загрязняющих веществ в воде р. Кубань.

- Река Кубань* – г. Невинномысск: соединения железа 9–10 ПДК, соединения меди 6–9 ПДК, соединения цинка 2 ПДК, сульфаты 1–1.5 ПДК;
- Река Кубань* – г. Арзавир: соединения железа 16–20 ПДК, соединения меди 7–17 ПДК, соединения цинка 1.,5–3 ПДК, сульфаты 2 ПДК;
- Река Кубань* – г. Крпотки: соединения меди 8–9 ПДК, соединения железа 5–9 ПДК, сульфаты 3 ПДК;
- Река Кубань* – ст. Ладовская: соединения меди 21 ПДК, соединения железа 11 ПДК, соединения цинка 3 ПДК, фенолы 2 ПДК, сульфаты 2 ПДК;
- Река Кубань* – г. Краснодар: соединения меди 6–8 ПДК, соединения железа 3–5 ПДК, соединения цинка 2 ПДК, фенолы 2 ПДК;
- Река Кубань* – х. Тиховский: соединения меди 3 ПДК, соединения железа 2 ПДК, нефтепродукты 2 ПДК, фенолы 1.5 ПДК;
- Река Кубань* – г. Темрюк: соединения меди 3 ПДК, соединения железа 2 ПДК, нефтепродукты 2 ПДК;
- руч. Протока* (р. Кубань) – г. Славянск-на-Кубани: нефтепродукты 2.5 ПДК, соединения железа 2 ПДК, соединения меди 2 ПДК, фенолы 2 ПДК. Условные обозначения как на рисунке 1.

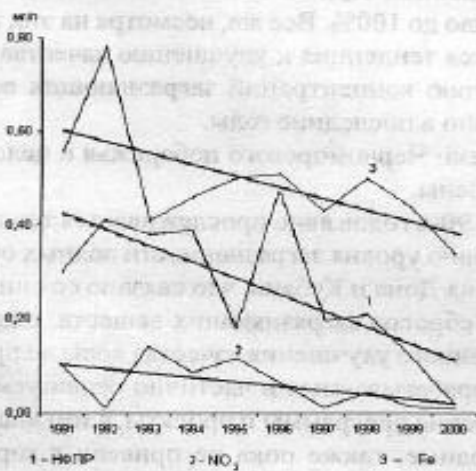


Рис. 4. Изменение среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в воде р. Кубань (г. Краснодар) в течение 1991–2000 гг.

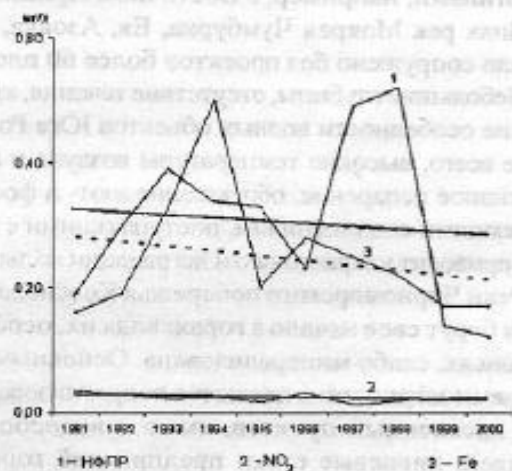


Рис. 5. Изменение среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в воде р. Кубань (г. Темрюк) в течение 1991–2000 гг.

ний Cu и Fe регистрировался в воде реки Лаба (ниже г. Лабинск). Качество воды реки Пшеха (г. Апшеронск) к 2001–2002 гг. улучшилось (содержание фенолов, НФПР не превышало ПДК, соединений Cu и Fe снизилось до 5 и 13 ПДК).

ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ РЕК

Малые реки (с площадью водосбора менее 100 км²) играют существенную роль в формировании качества воды в бассейне более крупных водных объектов. Особенностью малых рек является то, что они более подвержены хозяйственному воздействию, а процессы, происходящие на водосборе, очень быстро сказываются на их экологическом состоянии, гидрологическом и гидрохимическом режиме.

Число малых рек в Азово-Черноморском бассейне весьма велико. Только в одной Ростовской области находится 109 малых и 314 самых малых (до 25 км) рек.

Загрязненность малых рек Азово-Черноморского бассейна изучена недостаточно. Тем не менее, их экологическое состояние вызывает серьезную озабоченность. В бассейне Нижнего Дона сложилась чрезвычайная экологическая ситуация на реках Новочеркасска: Тузлов, Грушевка, протока Аксай.

Малые и средние реки Восточного Приазовья характеризуются высоким уровнем загрязненности. Летом русла рек почти полностью пересыхают, и они теряют связь с Азовским морем.

В деградации водных объектов важную роль играют заиление и загрязнение, вследствие нарушения режима хозяйственной деятельности в водоохранных зонах. Реки перегорожены многочисленными плотинами; например, в Восточном Приазовье в бассейнах рек Мокрая Чумбурка, Ея, Азовка, Койсуг было сооружено без проектов более 60 плотин.

Небольшие глубины, отсутствие течения, климатические особенности водных объектов Юга России, прежде всего, высокие температуры воздуха и воды, интенсивное испарение, обогащение азот- и фосфорсодержащими соединениями, поступающими с водосбора, приводит к зарастанию и деградации малых рек.

Реки Черноморского побережья Краснодарского края берут свое начало в горах; вода их, особенно в верховьях, слабо минерализована. Основными источниками загрязнения являются неорганизованные стоки населенных пунктов, смыв с водосборных площадей, ливневые стоки предприятий города и автомагистралей. Характерна устойчивая загрязненность соединениями Cu (2–9 ПДК).

Наиболее загрязнены реки Мзымта (г. Adler – За кл.) и Вулан (п. Архипо-Осиповка – 36 кл.). Вода

рек Туапсе, Сочи, Хоста оценивается как «слабо загрязненная» (2 кл.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние наблюдения ГСН за качеством поверхностных вод Азово-Черноморского бассейна свидетельствуют о том, что уровень загрязненности водных объектов весьма высок. Качество воды в основном оценивается как воды «загрязненные-грязные». Лишь некоторые участки можно отнести к «слабо загрязненным». Ни один из участков не оценен как «чистый». В 2001 г. река Дон отнесена к числу рек России, испытывающих максимальную нагрузку от загрязнения.

Спектр загрязнения весьма велик. Так, для бассейна Дона характерными загрязняющими веществами являются НФПР, соединения металлов, легкоокисляемые органические вещества. В воде обнаруживаются особо опасные для водных экосистем вещества: ХОП, ртуть, кадмий, органические токсиканты. Концентрации их превышают ПДК, а на отдельных участках соответствуют уровню ВЗ и даже ЭВЗ. В концентрациях, не превышающих нормативы, в воде присутствуют также соединения марганца, кобальта, никеля, магния, мышьяка и другие. Существенно отличается из-за высокой минерализации природного характера качество воды Усть-Маньчской водохозяйственной системы, хотя техногенное загрязнение также вносит значительный вклад.

В бассейне Кубани уровень загрязненности поверхностных вод выше, чем в бассейне Дона. Мало загрязнены только верховья рек. Число проб с превышением ПДК в течение 1995–2000 гг. часто доходило до 100%. Все же, несмотря на это, прослеживается тенденция к улучшению качества воды и снижению концентраций загрязняющих веществ, особенно в последние годы.

Реки Черноморского побережья в целом мало загрязнены.

С 90-х годов явно прослеживается тенденция к снижению уровня загрязненности водных объектов бассейна Дона и Кубани, что связано со снижением массы сбросов загрязняющих веществ, однако, существенного улучшения качества воды не произошло. Разрабатываемые и частично реализуемые экологические программы и проекты, в том числе международные, также пока не привели к коренному улучшению обстановки.

Основными причинами продолжающегося процесса загрязнения являются сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод, поступление

загрязненного поверхностного стока с площади водосбора, ливневых вод населенных пунктов, аварийные ситуации и стихийные бедствия. Особую тревогу вызывают в этой связи случаи ВЗ и ЭВЗ. Число их велико, например, в 2001 г. на Дону на территории Белгородской, Воронежской и Тульской областей зарегистрировано 57 случаев ЭВЗ и 62 ВЗ.

Процессы загрязнения, токсикофикации и эвтрофирования оказывают влияние на ход внутриводоемных процессов в водных экосистемах Азово-Черноморского бассейна, которые определяют характер их антропогенной эволюции. В той или иной степени эти процессы преобладают в общей эколого-токсикологической ситуации, которая характеризуется негативными изменениями водных биоценозов, включая высшие трофические звенья. Об этом говорит резкое сокращение уловов рыбы в Азово-Кубанском регионе. Изменился состав выловов, сократились масштабы воспроизводства осетровых, а также судака, тарани. Негативные изменения рыбопродуктивности объясняются изменением типа самих водных объектов [14,15], которые вследствие практически ежегодного недополучения пресной воды, а поэтому малых глубин и сильного зарастания макрофитами существенно преобразовались, имеют неблагоприятный гидрохимический и гидрологический режим, неудовлетворительное качество воды. Формируются сукцессии деградационной направленности.

Очевидно, что негативные тенденции изменений ПВС сказываются и на экологической ситуации морей. Согласно исследованиям ГХИ, более 90% химических веществ поступает в Азовское море со стоком Дона и Кубани. Динамика стока за многолетний период имеет сложный и неоднозначный характер: за период 1981–2000 гг. наметилась тенденция увеличения выноса реками органических веществ, в то время как к 2000 г. уменьшился вынос меди, фенолов, ХОП. Важно, что изменения химического состава воды, т.е. ее качества, связаны, прежде всего, с антропогенным воздействием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ежегодники качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям на территории деятельности Северо-Кавказского Гидромета за 1979–2001 гг.* Ростов-на-Дону, 1979–2001 гг.
2. *Ежегодники качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям на территории деятельности Северо-Кавказского Гидромета за 1979–2001 гг.*, Ростов-на-Дону, 1979–2001 гг.
3. *Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 1997.* СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 317 с.
4. *Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 1999.* СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 371 с.
5. *Обзор загрязнения природной среды в РФ за 2001 г.* М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2002.-10-1-10-4.
6. *Сиренко Л.А., Козицкая В.Н.* Биологически активные вещества водорослей и качество воды. Киев: Наукова думка, 1988. 256 с.
7. *Постановление Правительства РФ № 1504 от 19 декабря 1996 г. "О порядке разработки и утверждения нормативов ПДВВ на водные объекты"*.
8. *Брызгалов В.А., Кориун А.М., Никаноров А.М., Соколова Л.П.* // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. №3. С. 357–363.
9. *Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Бражникова-Л.В., Жулидов А.В.* Мониторинг качества вод: оценка токсичности. СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 159 с.
10. *Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Страдомская-А.Г., Миронова Т.В.* // Водные ресурсы. 2004. №2
11. *Правила охраны поверхностных вод (типовые положения).* М.: Госкомприрода СССР, 1991. 38 с.
12. *Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Страдомская-Г., Миронова Т.В.* // Метеорология и гидрология. 2002. № 11. С.68–74.
13. *Бессонов О.А., Белова С.Л., Водолазкин Д.И., Кикина О.Г.* Биогеохимический цикл тяжелых металлов в экосистеме Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского госуниверситета, 1991. 112 с.
14. *Чебанов М.С.* Экологические основы воспроизводства проходных и полупроходных рыб в условиях регулируемого стока (на примере реки Кубани): Автореф. дисс. докт биол. наук. Краснодар, 2000.
15. *Чебанов М.С., Березовская В.И., Кузий О.Л.* // Рыбоводство и рыболовство. 1996. № 1. С.12–16.

CONTEMPORARY STATE AND TENDENCIES OF LONG-TERM CHANGES OF SURFACE WATER QUALITY OF THE AZOV AND BLACK SEA BASINS

Corresponden-Member of RAS A.M. Nikanorov

Data of surface water quality, pollution and tendencies of long-term changes of belong to rivers Don, Kuban, Black Sea coast of Krasnodar land and Priazovye rivers based on the chemical and biological information of Roshydromet are presented.

REFERENCES

1. *Ezhegodniki kachestva poverkhnostnykh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam na territorii deyatelnosti Severo-Kavkazskogo Gidrometa*. [Yearbooks quality of surface waters by hydrochemical indicators of activity in the territory of the North Caucasian Hydrometeorological Center]. 1979–2001. Rostov-on-Don. (In Russian).
2. *Ezhegodniki kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskimi pokazatelyam na territorii deyatelnosti Severo-Kavkazskogo Gidrometa*. [Yearbooks surface water quality hydrobiological indicators of activity in the territory of the North Caucasus Hydromet]. 1979–2001. Rostov-on-Don. (In Russian).
3. *Kachestvo poverkhnostnykh vod Rossiyskoy Federatsii. 1997. Ezhegodnik*. [The quality of surface waters of the Russian Federation. 1997. Yearbook]. 2000. St. Petersburg: 317 p. (In Russian).
4. *Kachestvo poverkhnostnykh vod Rossiyskoy Federatsii. 1999. Ezhegodnik*. [The quality of surface waters of the Russian Federation. 1999. Yearbook]. 2002. St. Petersburg, Gidrometeoizdat: 371 p. (In Russian).
5. *Obzor zagryazneniya prirodnoy sredy v RF za 2001 g.* [Review of Environmental Pollution in the Russian Federation in 2001]. 2002. Moscow, Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. (In Russian).
6. Sirenko L.A., Kozitskaya V.N. 1988. *Biologicheski aktivnye veshchestva vodorosley i kachestvo vody*. [Biologically active substances of algae and water quality]. Kiev, Naukova dumka Publ.: 256 p. (In Russian).
7. *Postanovlenie Pravitel'stva RF №1504 ot 19 dekabrya 1996 g. "O poryadke razrabotki i utverzhdeniya normativov PDVV na vodnye ob'ekty"*. [RF Government Resolution №1504 of December 19, 1996 "On the procedure of development and approval of standards for maximum allowable harmful impact on water bodies"]. (In Russian).
8. Bryzgalo V.A., Korshun A.M., Nikanorov A.M., Sokolova L.P. 2000. *Vodnye resursy*. (Water resources). 27(3): 357–363. (In Russian).
9. Nikanorov A.M., Khoruzhaya T.A., Brazhnikova L.V., Zhulidov A.V. 2000. *Monitoring kachestva vod: otsenka toksichnosti*. [Monitoring of water quality: evaluation of toxicity]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ.: 159 p. (In Russian).
10. Nikanorov A.M., Khoruzhaya T.A., Stradomskaya A.G., Mironova T.V. 2004. *Vodnye resursy*. (Water resources). (2). (In Russian).
11. *Pravila okhrany poverkhnostnykh vod (tipovye polozheniya)*. [Terms of surface water (model regulations)]. 1991. Moscow, Goskomprirody SSSR [USSR State Committee for Nature Protection]: 38 p. (In Russian).
12. Nikanorov A.M., Khoruzhaya T.A., Stradomskaya A.G., Mironova T.V. 2002. *Meteorologiya i gidrologiya*. (Russian meteorology and hydrology). (11): 68–74. (In Russian).
13. Bessonov O.A., Belova S.L., Vodolazkin D.I., Kikina O.G. 1991. *Biogeokhimicheskiy tsikl tyazhelykh metallov v ekosisteme Nizhnego Dona*. [Biogeochemical cycle of heavy metals in the ecosystem of the Lower Don]. Rostov-on-Don, Rostov State University Publ.: 112 p. (In Russian).
14. Chebanov M.S. 2000. *Ekologicheskie osnovy vosproizvodstva prokhodnykh i poluprokhodnykh ryb v usloviyakh zaregulirovannogo stoka (na primere reki Kubani)*. Avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. [Ecological bases of reproduction of anadromous and semi-anadromous fish in a regulated flow (for example, the Kuban River). Doctor's Thesis Abstract]. Krasnodar. (In Russian).
15. Chebanov M.S., Berezovskaya V.I., Kuliya O.L. 1996. *Rybovodstvo i rybolovstvo*. (1): 12–16. (In Russian).