

Р.Я.Миньковская, Л.В.Вержевская

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь*

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ  
НА ПРИБРЕЖНУЮ ЧАСТЬ ЧЁРНОГО МОРЯ**

По данным многолетних наблюдений за качеством воды рек Кача, Бельбек и Чёрная дана характеристика изменчивости химического состава и загрязнённости речной воды, а также рассчитаны модуль стока веществ и удельная антропогенная нагрузка речного выноса на устьевые взморья рек Севастопольского региона.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *биогенные и загрязняющие вещества, изменчивость концентрации, вынос в море, нагрузка стока веществ на акватории.*

**Введение.** В связи с существующими проблемами экологической безопасности и рекреационного развития Севастопольского региона большое значение имеет мониторинг качества речной воды. Реки Чёрная, Бельбек и Кача имеют водохозяйственное значение для Крыма и Севастополя. Их суммарный сток в замыкающих створах, осреднённый за период зарегулированного режима (с 1954 г. р.Чёрная, с 1963 г. р.Бельбек, с 1983 г. р.Кача по 2014 г.), составлял 156 млн. м<sup>3</sup>, что в 3,5 раза превышало эксплуатационные запасы Чернореченского водохранилища. Значимых тенденций водности рек за рассматриваемый период не было обнаружено. С речным стоком в море поступают вещества природного и антропогенного генезиса, включая опасные токсиканты.

От качества речной воды зависят условия жизни населения, потому главной задачей является не только сбережение водных ресурсов, недостаток которых ощущается в Севастопольском регионе в маловодные, засушливые годы, но и контроль качества природных вод, а также соблюдение природоохранного законодательства при использовании водных ресурсов. Однако все реки загрязняются объектами коммунального хозяйства, существующие системы водоснабжения и водоотведения устарели, не обеспечивая полноценную очистку стоков, что приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод.

Вынос загрязняющих веществ реками в прибрежную часть Чёрного моря лимитирует развитие рекреационных услуг, способствует ухудшению экологического состояния наиболее ценных акваторий, таким образом являясь важным фактором, от которого зависит самоочищающая способность воды и ассимиляционная ёмкость прибрежных акваторий.

Цель работы – оценить качество воды рек Севастопольского региона для расчёта антропогенной нагрузки на прибрежную часть моря. Для решения этой задачи выполнен анализ качества воды, расчёт выноса растворённых веществ с речным стоком (модуля стока) и удельной нагрузки на устьевые взморья.

**Материалы и методики.** Систематический мониторинг качества воды

выполнялся с начала 80-х гг., после создания Государственной службы наблюдений и контроля загрязнённости объектов природной среды (ОГСНК). Комплекс гидрохимических наблюдений включал определение органолептических свойств воды, содержания главных ионов, растворённых газов, биогенных и загрязняющих веществ, микроэлементов.

Контроль качества воды рек региона производили различные организации: Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Севприроднадзор, горСЭС, горводоканал, СО ГОИН, МГИ и др. При этом створы определения гидрохимических элементов различными ведомствами иногда совпадали, отсутствовала межведомственная координация и обмен информацией, что приводило к дублированию и несопоставимости результатов. Схема сети мониторинга представлена на рис.1.



Р и с . 1 . Схема сети мониторинга качества поверхностных и подземных вод Севастопольского региона: Севприроднадзор (1); СЭС (2); Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (3); СО ГОИН (4); ГУПС «Водоканал» (5); МГИ РАН (6); «Южэкогеоцентр» (7); \* – источники загрязнения рек в Севастопольском регионе.

Рядом с р.Чёрная у с.Хмельницкое с 1980 г., р.Бельбек у с.Фруктовое и р.Кача у с.Баштановка с 1973 г. Последний пункт наблюдений расположен в среднем течении реки и может быть нерепрезентативным для оценок загрязнения её воды в пределах Севастопольского региона. Однако этот вопрос не исследовался, т.к. материалы наблюдений Севприроднадзора в устьевой части р.Кача – бессистемные (ниже с.Орловка), ряды наблюдений короткие и пока не могут быть использованы для анализа. Результаты на-

Как видно из рис.1, пункты отбора проб в основном располагались у источников загрязнения, поэтому результаты определений концентрации веществ могли быть завышенными и не отражать объективно реальную ситуацию. Однако, учитывая небольшую протяжённость рек и хорошее перемешивание водной среды, нами было сделано допущение об их репрезентативности.

Работа выполнена на основе 13,7 тыс. гидрохимических данных Государственного водного кадастра (ГВК), полученных на сети наблюдений гидрометеослужб СССР, Украины и России, показанной на рис.1 под номером 3. Основной массив данных предоставлен Крымским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [1] за последний сорокалетний период. Методики отбора и химического анализа проб воды были стандартными. Отбор проб осуществлялся в

блюдений обобщались стандартными статистическими методами в соответствии с [2].

**Обсуждение результатов.** Основными источниками загрязнения речных вод являются: поступление биогенных (БВ) и загрязняющих веществ (ЗВ) с сельхозугодий, приусадебных участков, сбросы хозяйственно-бытовых сточных вод и неорганизованные сбросы. В среднем за год в реки региона сбрасывалось около 2,3 млн. м<sup>3</sup> сточных вод разной степени очистки. В р. Чёрную поступали сбросы ЗАО «Крымвортмет», очистных сооружений п. Сахарная Головка, промывных вод гидроузла № 3, предприятий, расположенных в водоохранной зоне нижнего течения, а также хозяйственно-бытовые стоки с. Терновка, б/о «Черномортур», КП «Байдарские ворота» и др. В сельскохозяйственной зоне г. Севастополя в среднем за год с мелиорированных земель выносилось 6 – 9 т азота, 2 – 3 т фосфора и 8 – 11 кг пестицидов, с богарных земель – 2 – 6 т, 1 – 3 т и 5 – 10 кг соответственно [3]. Здесь, как правило, отсутствовала система водоснабжения и канализования, была малоэффективна работа очистных сооружений, что приводило к преобладанию в общем количестве сбросов в реки хозяйственно-бытовых недостаточно-очищенных и неочищенных сточных вод (около 75 %). В границах региона (в Бельбекской долине), в р. Бельбек сбрасывались сточные воды трех очистных сооружений, общим объемом 250 тыс. м<sup>3</sup>/год. Эти недостаточно очищенные стоки оказывали существенное негативное воздействие на качество воды нижнего течения реки. Основными источниками загрязнения здесь являлись стоки ГП «Садовод» (с. Фронтное, с. Верхнесадовое), Помологической станции (п. Вавилово) и п. Любимовка (рис. 1). Река Кача загрязнялась стоками с. Вишнёвое и с. Орловка, а также частными усадьбами и туристическими базами, расположенными выше по течению реки.

Загрязнение рек из указанных источников иногда сказывалось на органолептических свойствах воды, особенно в паводки. Прозрачность рек изменялась от 0 до 25 см (что соответствует категории воды от «очень мутной» до «среднемутной»), а цветность – от 0 до 64 градусов (от «очень малой» до «средней») по платино-кобальтовой шкале цветности. При ливневых осадках прозрачность воды уменьшалась, увеличивалась цветность и мутность, ХПК и БПК<sub>5</sub>. Запах, не свойственный воде, интенсивностью более 1 балла, за рассматриваемый период не обнаружен. Наиболее благоприятные для водопользования органолептические свойства воды были характерны для р. Чёрной, являющейся источником водоснабжения г. Севастополя, в связи с чем в бассейне этой реки осуществлялись меры по охране водных ресурсов от загрязнения. Однако качество воды рек Бельбек и Кача, при соблюдении природоохранного законодательства, было бы не намного ниже, чем р. Чёрной, так как отличия и сейчас несущественные.

Естественным источником поступления взвешенных веществ в реки, особенно во время паводков, являлся размыв пород, что в основном характерно для р. Кача и р. Бельбек, русла которых пролегают в известняковых породах с высоким содержанием глинистых мергелей. Содержание взвешенных веществ в реках региона изменялось в широких пределах: от 0 до 9761 мг/дм<sup>3</sup>. Наиболее мутная вода отмечалась в р. Каче, особенно после дождевых паводков.

Поверхностные пресные воды региона в основном относились к гидрокарбонатному классу. По данным сетевых наблюдений [1] в среднем жёсткость воды рек изменялась в пределах 4,29 – 5,94 мг-экв/дм<sup>3</sup>, максимальная была равна 17,64, а минимальная – 2,56 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

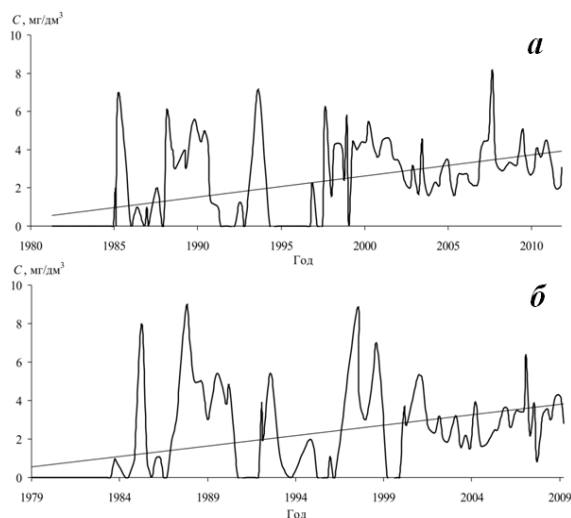
Средняя минерализация рек составляла 413 – 514 мг/дм<sup>3</sup>, увеличивалась она только в воде р.Качи (в среднем на 3 мг/дм<sup>3</sup> в год). По-видимому, это было связано с возрастанием роли подземных вод в питании реки. В отдельных пробах воды р.Бельбек минерализация превышала ПДК. Среднее содержание кальция составляло 66 – 83, магния 12 – 22, натрия и калия 27 – 30, гидрокарбонатов 225 – 250, сульфатов 57 – 87, хлоридов 19 – 39 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация магния и хлоридов иногда превышала ПДК.

Газовый состав воды в реках региона был идентичен, в среднем концентрация растворённого кислорода составляла 11 мг/дм<sup>3</sup> (100 % насыщения), углекислого газа 4 – 4,3 мг/дм<sup>3</sup>. Наличие сероводорода и дефицит кислорода не наблюдались. Насыщение воды кислородом, близкое во всех реках к 100 %, соответствует категории «чистая вода» по этому ингредиенту. Минимальная концентрация кислорода отмечалась в период межени, максимальная – зимой. Водородный показатель был близок к нейтральной активности и в среднем составлял от 7,8 для р.Чёрной до 8,0 для р.Кача. Экстремальные значения изменялись в интервале 6,2 – 9,2.

В структуре загрязнения рек региона наибольший вес имели биогенные вещества. В основном преобладали азотистые соединения, которые постоянно обнаруживались в пробах воды. Наибольшее их содержание отмечалось в воде р.Качи. Иногда концентрация азотистых соединений превышала ПДК в 2 – 25 раз, а в воде р.Качи концентрация нитритов достигала 162 ПДК (10 марта 1978 г.). Среднее содержание азота аммонийного составляло 0,16 – 0,25, нитратов 0,67 – 1,64, нитритов 0,01 – 0,05, азота общего 0,83 – 1,96, фосфатов 0,04 – 0,05, фосфора общего 0,12 – 0,13, кремния 2,2 – 2,8, железа общего 0,10 – 0,11 мг/дм<sup>3</sup>. Только в р.Чёрной концентрация нитритов в среднем не превышала ПДК, вода рек Бельбек и, особенно, Кача была загрязнена нитритами сверх нормативных величин. Содержание остальных биогенных веществ в воде рек региона в среднем не превышало ПДК, загрязнение этими ингредиентами отмечалось лишь эпизодически в отдельных пробах.

Высокое содержание азотистых соединений в воде всех рек, характерное для 70 – 80-х гг. прошлого века, сменилось уменьшением концентрации азота общего к 1985 – 1987 гг., а затем её ростом в следующие 15 лет, после чего его содержание в течение 10 лет уменьшалось, а затем, в последние 5 лет, отмечалось увеличение концентрации главных элементов биогенного цикла. Анализ многолетней изменчивости стока рек Чёрная, Бельбек и Кача свидетельствует о синхронности изменений концентрации этих биогенных веществ и водоносности рек. Очевидно, чем больше смыв с территории водосбора, тем больше поступление азотистых соединений в речные русла.

Из микроэлементов в водной среде определялись: железо двухвалентное, медь, цинк и хром шестивалентный. По данным [1] содержание металлов в среднем было больше ПДК для водных объектов хозяйственно-бытового водопользования и намного превышало ПДК для водных объектов



Р и с . 2 . Изменчивость концентрации цинка в воде рек Чёрная (а) и Кача (б).

рыбохозяйственного назначения [5, 6]. Среднее содержание меди и цинка в 2 и более раз превышало ПДК и составляло 1,8 – 2,4 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация этих металлов была в 6 – 27 раз больше, чем их ПДК. Чаще всего они обнаруживались в воде р.Кача, реже – в воде р.Бельбек. Концентрация меди значимых тенденций не имела, а цинка – увеличивалась в среднем на 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (рис.2). Однако обнаруженные тенденции вызывают сомнения, так как по неустановленным причинам с 1980 по 1985 гг. концент-

рация цинка в воде этих рек имела нулевые значения и резко возросла, начиная с 1985 г. Возможно, это произошло по причине изменения методики определения концентрации цинка в водной среде. С 1995 г. цинк в воде р.Бельбек не определялся, хотя в среднем его содержание в воде этой реки было в 2 раза больше ПДК. Такая организация гидрохимических исследований не имеет обоснований и логических объяснений.

Содержание опасного токсиканта, хрома шестивалентного, превышало ПДК в отдельных пробах воды рек Чёрная и Кача, но его средняя концентрация была в 10 раз меньше ПДК и не превышала 0,005 мг/дм<sup>3</sup>.

Причины высокого содержания некоторых микроэлементов в воде рек пока не установлены [4, 7]. Однако по данным Росприроднадзора [8] в воздушной среде обнаруживаются соли тяжёлых металлов, содержание которых в атмосфере в последнее время возрастает. При этом 20 – 40 % проб воздуха превышали стандарты качества. Сохраняется и обостряется проблема загрязнения почв региона рассматриваемыми микроэлементами. Основными источниками этих ЗВ являются выбросы промышленных предприятий и автотранспорт, количество которого неуклонно возрастает. Отсутствие очистных сооружений и системы канализования в населённых пунктах сельской зоны, неэффективная работа имеющихся в городе очистных сооружений, распашка земельных участков и смыв с них, свалки и замусоривание побережий – ухудшают качество речных вод. Для выяснения причин загрязнения водной среды целесообразно проводить исследования содержания токсических веществ в граничащих средах – атмосфере и почве. В настоящее время такие комплексные исследования не выполняются.

Исследование загрязнённости рек Чёрная, Бельбек и Кача ограничены определением концентрации нефтяных углеводородов (НУ), фенолов, СПАВ, пестицидов (ХОП), смол и асфальтенов (С/А). Так как указанные реки несудоходны, содержание НУ практически не превышало нормативные значения,

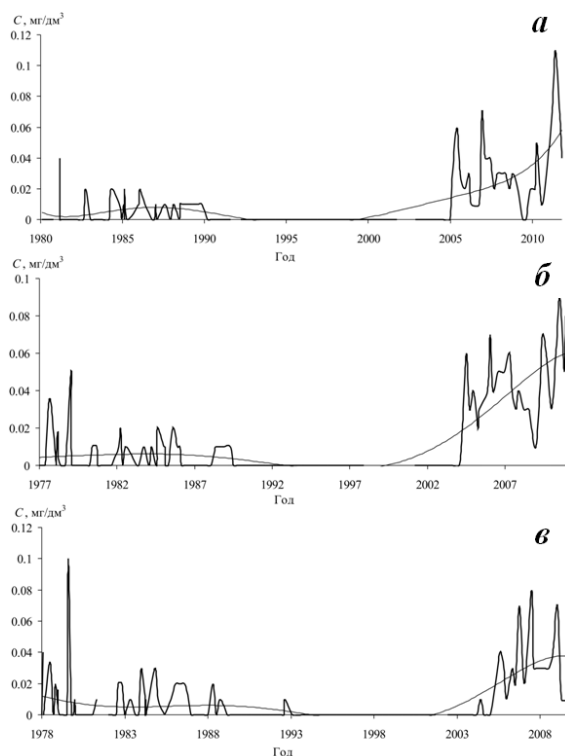


Рис. 3. Многолетняя изменчивость концентрации СПАВ в воде рек Чёрная (а), Бельбек (б) и Кача (в).

их средняя концентрация составляла  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ , максимальная достигала  $0,09 \text{ мг/дм}^3$  в воде р. Кача. Фенолы никогда не отмечались в воде р.Бельбек, в воде рек Чёрная и Кача они присутствовали в 1 % проб. Их максимальная концентрация достигала  $0,06 \text{ мг/дм}^3$  (60 ПДК) в воде р.Чёрной.

Среднее содержание СПАВ в рассматриваемом периоде не превышало нормативных значений, однако максимальные значения концентрации на всех реках были больше ПДК. Временная изменчивость концентрации СПАВ иллюстрирует, как изменялся уровень хозяйственного освоения Севастопольского региона за последние 30 – 40 лет (рис.3). Из рис.3 видно, что до конца 90-х гг. прошлого века за-

грязнённость воды рек СПАВ была в среднем в 10 раз меньше ПДК и не превышала  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ . Затем, в период стагнации экономики, с 1991 по 2005 гг., содержание СПАВ в реках было ниже порога чувствительности метода определения этого ингредиента. Застройка побережий и несанкционированный сброс сточных вод в реки региона способствовали повышению концентрации СПАВ в последнее десятилетие в 3 – 4 раза.

В 1982 г. в воде всех рек были зафиксированы смолы и асфальтены. Их содержание в этом году сказалась на средней многолетней величине: она составила  $0,001 - 0,007 \text{ мг/дм}^3$ , а экстремальная величина достигала  $0,044 \text{ мг/дм}^3$  (р Бельбек). Причины их попадания в воду рек не установлены.

Химическое (ХПК) и биологическое (БПК<sub>5</sub>) потребление кислорода, характеризующие загрязнённость воды и содержание легкоокисляющихся органических веществ, значимых тенденций не имели и в среднем не превышали допустимые значения (ХПК  $12 \text{ мг/дм}^3$ , БПК<sub>5</sub>  $2,1 - 2,3 \text{ мг/дм}^3$ ).

Хлорорганические пестициды в воде рек в районах отбора проб не обнаружены, хотя, безусловно, они использовались в бассейнах рек. Повышенное содержание загрязняющих веществ в речной воде приходилось на весенний и осенний периоды, когда выпадали осадки и проводились сельскохозяйственные работы.

К антропогенно-обусловленным ингредиентам в речном стоке относятся загрязняющие и биогенные вещества [9], а также микроэлементы. Эти же

вещества могут быть, отчасти, и природного происхождения. Расчёт модуля стока указанных ингредиентов показал, что имеется его пространственная Таблица. Модуль стока и нагрузка выноса растворённых веществ на устьевые взморья рек Чёрная, Бельбек и Кача.

ингредиент	модуль стока вещества, мг/м <sup>2</sup>			нагрузка выноса вещества на устьевое взморье, мг/м <sup>3</sup>		
	Чёрная	Бельбек	Кача	Чёрная	Бельбек	Кача
NH <sub>4</sub>	22	21	16	1,6	1,7	2,5
NO <sub>3</sub>	90	200	73	6,7	16	11
NO <sub>2</sub>	1,4	2,5	3	0,1	0,21	0,46
N <sub>об.</sub>	112	238	92	8,3	20	14
PO <sub>4</sub>	7,2	4,9	2,4	0,53	0,4	0,37
P <sub>об.</sub>	18	16	7,9	1,3	1,3	1,2
SiO <sub>3</sub>	293	337	163	22	28	26
Fe <sub>об.</sub>	15	13	6,6	1,1	1,1	1
Fe <sup>2</sup>	2,2	1,2	–	0,17	0,1	–
Cu	288	214	152	21	18	24
Zn	267	250	125	20	21	20
Cr <sup>6</sup>	0,54	0,47	0,31	0,04	0,04	0,05
СПАВ	1,2	1,3	0,6	0,09	0,11	0,09
Фенол	0,07	0	0	0,01	0	0
HУ	1,1	1,4	0,4	0,08	0,11	0,07
С/А	0,16	0,19	0,46	0,01	0,02	0,07

дифференциация (табл.). Наибольшее количество азота аммонийного, соединений фосфора и железа общего смывалось с водосбора р.Чёрной, нитратов, общего азота и кремния – р.Бельбек, нитритов – р.Кача. Наибольший смыв микроэлементов и фенолов характерен для водосбора р.Чёрной, СПАВ и HУ в наибольших количествах поступали с водосбора р.Бельбек, а в р.Качу поступало больше С/А (смолы и асфальтены).

В таблице также приводится удельная нагрузка выноса биогенных и загрязняющих веществ на устьевые взморья, подверженные влиянию речного стока. Объёмы зоны влияния рек определялись по коэффициенту вариации солёности воды в соответствии с работой [10]. Оказалось, что наибольшее влияние на устьевые взморья оказывает вынос биогенных и загрязняющих веществ реками Бельбек и Кача. Природоохранные мероприятия в бассейне р.Чёрной и аккумуляция веществ в Чернореченском водохранилище способствовали тому, что её вода менее загрязнена и оказывает очищающее влияние на Севастопольскую бухту.

**Выводы.** Гидрохимический режим и состав воды рек Чёрная, Бельбек и Кача идентичен и обусловлен близкими условиями формирования речного стока и общими чертами природопользования. Установлено, что средняя концентрация растворённых веществ в речной воде в основном не превышала ПДК, что делает её особо ценным местным водным ресурсом, который

до настоящего времени используется нерационально и загрязняется. Однако среднее содержание меди и цинка в 2 и более раз превышало ПДК и составляло 1,8 – 2,4 мг/дм<sup>3</sup>, максимальная концентрация этих металлов была в 6 – 27 раз больше ПДК. Концентрация меди значимых тенденций не имела, а цинка – увеличивалась в среднем на 0,11 мг/дм<sup>3</sup>. Причины высокого содержания этих тяжёлых металлов и тенденций их концентрации пока точно не установлены, что требует дополнительных исследований.

Сравнение химического состава воды рек показало, что вода р.Бельбек по ряду показателей даже чище, чем р.Чёрной – основного источника водоснабжения региона, подлежащего специальной охране и защите от загрязнения. Например, в воде р.Бельбек больше растворённого кислорода и меньше средняя концентрация фосфатов, железа общего и двухвалентного, меди, хрома шестивалентного и фенолов. В воде р. Кача минимальное (по сравнению с остальными реками) содержание хлоридов, фосфатов, фосфора общего, железа общего и нефтепродуктов. Следовательно, удовлетворительное качество воды рек Бельбек и Кача может служить основанием для её использования в целях резервного водообеспечения Севастопольского региона и развития прибрежных территорий.

Чем больше сток воды, тем, в основном, больше вынос растворённых веществ в прилегающую часть моря. Однако ассимиляционная ёмкость устьевых взморьев различна и зависит от объёма взморья, его морфометрии и самоочищающей способности. Активные гидродинамические, гидрохимические и гидробиологические процессы деструкции загрязняющих веществ, поступающих с речным стоком, характерны для зоны наибольшего влияния речного выноса. Наибольшее антропогенное влияние на устьевые взморья оказывают реки Бельбек и Кача. Река Бельбек поставляет преимущественно биогенные вещества и СПАВ, р. Кача – микроэлементы, смолы и асфальтены.

Улучшить качество воды рек Севастопольского региона можно путём защиты речных вод от загрязнения и рационального использования их водных ресурсов. Вода рек Бельбек и Кача может быть зарезервирована в водохранилищах, что улучшит водообеспечение Севастопольского региона, будет способствовать восстановлению биоразнообразия водных объектов, улуччит экологическое состояние морских устьев рек и моря, а, следовательно, может повысить рекреационный потенциал региона. Часть веществ в таком случае будет аккумулироваться в водохранилищах и их донных отложениях, но в связи с их большой ёмкостью (по сравнению с рекой) и проточностью, концентрирования веществ не должно происходить. Вопрос аккумуляции загрязняющих веществ и их деструкции в водохранилищах требует специального исследования и доработки.

Решение проблем качества воды Севастопольского региона возможно при выполнении мероприятий плана действий, разработанного в рамках «Комплексной программы охраны окружающей природной среды, рационального использования природных ресурсов и экологической безопасности г. Севастополя на период до 2010 г.» [4], который до настоящего времени не выполнен.



Оптимизация сети мониторинга качества воды местных рек позволила бы более эффективно осуществлять контроль состояния пресных вод и выполнять оперативную и перспективную экологическую оценку водных ресурсов, а также экономить нерационально используемые средства на дублирование наблюдений и мероприятий различных ведомств и служб, деятельность которых до сих пор не координируется.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Реки и каналы: в 25 т. / Сост. Т.Е.Пилипенко, В.Г.Белова; ред. И.А.Колесник.*– Симферополь: КрымЦГМ, 1973–2012.– т.2, ч.1, вып.3.
2. *Рождественский А.В., Чеботарёв А.И.* Статистические методы в гидрологии.– Л.: Гидрометеиздат, 1974.– 424 с.
3. *Паспорта р.Черная, р.Бельбек, р.Кача.*– ЗАО “КрымНИОПРОЕКТ”, 1997.– 687 с.
4. *Комплексная программа охраны окружающей природной среды, рационального использования природных ресурсов и экологической безопасности г.Севастополя на период до 2010 г.*– Севастополь, 2001.– 317 с.
5. *Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315–03\* (с изменениями на 16.09.2013).* – НЦПИ. – Постановление № 78 от 30.04.2003 г. <http://docs.cntd.ru/document/901862249>.
6. *Обобщённый перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов.*– М.: Информцентр ВНИРО, 1990.– 48 с.
7. *Миньковская Р.Я.* Качество воды рек Севастопольского региона / Сб. научн. работ СЭС г. Севастополя.– Севастополь, 2002.– вып.7.– С.34-40.
8. *Доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Крым в 2013 году.*– Симферополь: Роскомприроды Крыма, 2014.– 136 с.
9. *Совга Е.Е.* Загрязняющие вещества и их свойства в природной среде.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– 238 с.
10. *Миньковская Р.Я.* Районирование морских устьев рек по изменчивости солёности воды // Метеорология и гидрология.– 2015.– вып.9.– С.76-88.

Материал поступил в редакцию 21.04.2016 г.

R. Ya. Minkovskaya, L. V. Verzhnevskaya

#### **ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE RIVERS OF SEVASTOPOL REGION TO DETERMINE THE ANTHROPOGENIC LOAD ON THE BLACK SEA COAST**

The article provides the characteristic of variability of the chemical composition and level of river water pollution according to long-term observations of water quality of the rivers Kacha, Belbek and Chernaya. Module of substances runoff and relative anthropogenic impact of river run-off on estuarine seashore in Sevastopol region are calculated.

**KEYWORDS:** biogenic substances and pollutants, concentration variations, take-out to the sea, the load of run-offs on marine water areas.