

Е.И.Овсяный*, В.М.Артеменко**,
А.С.Романов*, Н.А.Орехова*

**Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь*

***Государственное управление экологии и природных ресурсов, г.Севастополь*

СТОК РЕКИ ЧЕРНОЙ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

На основе данных режимных наблюдений водного стока и содержания химических показателей рассмотрено влияние стока реки Черной на формирование водно-солевого режима вод Севастопольской бухты. Выполнен расчет выноса биогенных элементов в бухту. Установлено, что в связи с постоянным загрязнением вод в нижнем течении реки, расчет стока биогенных веществ по замыкающему створу не является репрезентативным. Дана оценка вклада антропогенных источников в поставку биогенных элементов в бухту и обоснована необходимость проведения мониторинга нижнего течения реки Черной.

Гидролого-гидрохимические исследования Севастопольской бухты, выполненные в Морской гидрофизическом институте НАН Украины в последние годы [1 – 4], указывают на весьма важную роль речного стока в формировании водно-солевого режима и экологического состояния Севастопольской бухты. Река Черная является единственным постоянным водотоком, который разгружает свои воды в Севастопольскую бухту. Даже в условиях зарегулированного стока река оказывает заметное влияние на полузамкнутую акваторию бухты, что проявляется в постоянном опреснении поверхностных вод, значительном поступлении с речным стоком минеральных и органических веществ, в том числе биогенных элементов и загрязняющих веществ. Объём речного стока в период паводка бывает сопоставимым с объёмом воды в самой бухте [2]. О значительной зависимости акватории бухты от окружающей суши можно судить по удельному водосбору, величина которого достигают 60. Для сравнения – величина удельного водосбора Черного моря равна 4,5 [3].

Для оценки речного вклада в водный и солевой баланс Севастопольской бухты рассмотрены данные по многолетнему стоку р. Черной и содержанию химических показателей (биогенных элементов, минерализации) для замыкающего створа, а также дана предварительная оценка выноса биогенных элементов в Севастопольскую бухту. Вынос в акваторию бухты биогенных веществ является одной из наиболее важных функций речного стока, оказывающей влияние на состояние морской экосистемы. Биогенные элементы как химическая основа биологической продуктивности в значительной мере определяют трофический статус как акватории в целом, так и отдельных её частей, создают биопотенциал морской экосистемы.

Ввиду того, что в нижнем течении реки имеются источники загрязнения речных вод, а также постоянные и временные водотоки, необходимо рассмотреть вопрос о дополнительном изучении водного и солевого состава этой части реки и уточнении оценки химического стока.

Краткая характеристика изученности реки. Источники гидрологической и гидрохимической информации. Регулярные стационарные гидрометрические работы на реке Черной были начаты в июле 1916 г. в верхнем течении реки (с.Родниковское). Необходимость решения проблем водоснабжения и орошения, которые в Крыму всегда имели первостепенное значение, было основным фактором, способствующим их осуществлению. С 1926 по 1988 гг. измерение расходов воды производили и в средней части реки (гидропост в начале Чернореченского каньона, у горы Кизил-кая). С 1941 г. и по сей час наблюдения выполняются на г/п Хмельницкое, расположенном в 11 км от устья, а также эпизодически на основных притоках (р. Байдарка – г/п Орлиное). Таким образом, в настоящее время режимные гидрометрические измерения ведутся в нижней части реки (г/п Хмельницкое) и в верховье (г/п Родниковское), которые выполняются Центром по гидрометеорологии Автономной республике Крым (ЦГМ АРК). В замыкающем створе (г/п Хмельницкое) ЦГМ АРК выполняет ежемесячный контроль качества воды. Химический состав воды на протяжении от верховья до устья в основные гидрологические фазы контролируется Государственным управлением экологии и природных ресурсов в г.Севастополе (ГУЭПР) Министерства охраны окружающей природной среды Украины. В рамках специфических задач контроль качества речной воды выполняют ГорСЭС и КП «Севводоканал» [17].

Состояние изученности и основные гидрологические и гидрохимические характеристики крымских рек представлены в публикациях Государственного водного кадастра – как в виде результирующих данных за многолетний период, так и гидрологических ежегодниках [6 – 12]. Достаточно полно сведения о гидрографических и гидрологических характеристиках реки Черной представлены в новых публикациях [13, 14].

Характеристика водных ресурсов и водосборной территории р.Черной. Река Черная относится к группе рек северо-западного склона главной гряды Крымских гор и является одной из наиболее значительных рек Крыма по протяженности и водности. Гидрографические характеристики реки по данным работы [13] представлены в таблице 1. Верхняя часть бассейна реки располагается на западных склонах горной гряды и имеет расчлененный рельеф. Началом реки является мощный карстовый источник Скельский у с.Родниковское. Затем река прорезает Байдарскую долину, в центральной части которой построено Чернореченское водохранилище площадью 6,04 км² и объемом 64 млн. м³. Далее воды реки поступают в длинный (16 км) Чернореченский каньон. Нижняя часть реки протекает по Инкерманской долине и впадает в Севастопольскую бухту в районе г. Инкерман. Таким образом, река пересекает горный, предгорный и равнинный рельеф. В реку впадает 11 притоков, имеющих название, основные из них (≥ 11 км длиной) – р.Байдарка, Сухая речка, р. Айтодорка.

Река Черная относится к рекам паводочного типа. Во время паводка уровень воды в реке может подняться на 23 м. Даже в меженный период расходы реки при экстремальных паводках могут увеличиваться на порядок и более. Питание реки смешанное – атмосферное и подземное. Атмосферное питание реки происходит как за счет дождевых осадков, так и снега. В горах снежный покров появляется ежегодно, но отличается большой неустойчивостью.

Т а б л и ц а 1. Гидрографические характеристики реки Черной и ее основных притоков [13].

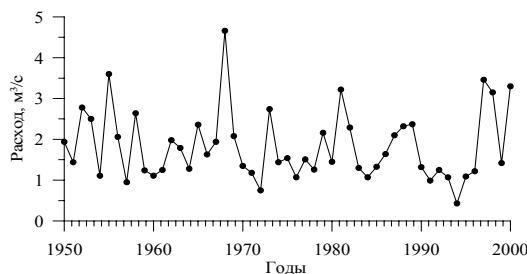
№ п/п	река	место впадения	ℓ , км	L , км	ΔH , м	уклон, м/км		F , км ²	показатели для площади водосбора						
						ε_p	$\varepsilon_{срвзв}$		H , м	I , м	D , км/км ²	$K_{ур}$, %	$K_{эр}$, %	$K_{л}$, %	$K_{оз}$, %
1	Черная	бухта Севастопольская	–	35	300	8,6	5,9	427	450	200	0,17	5,0	76	56	1,6
2	Байдарка	р.Черная, левый приток	28	11	306	27,8	13,4	62,8	390	147	0,18	6,0	71	40	0,4
3	Сухая речка	р.Черная, левый приток	13	12	240	20	19	51,7	329	266	0,23	4,0	76	75	0,1
4	Айтодорка	р.Черная, правый приток	12	15	465	31	28	38,1	305	205	0,39	13,0	60	70	0,4

Обозначения: ℓ – расстояние от устья; L – длина реки; ΔH – падение реки; i_p и $i_{срвзв}$ – уклон реки средний и средневзвешенный; F – величина площади водосбора; H и I – средняя высота и средний уклон площади водосбора; D – густота речной сети для рек $L \geq 10$ км; $K_{ур}$, $K_{эр}$, $K_{л}$ и $K_{оз}$ – коэффициенты урбанизации, распаханности, лесистости и озерности.

Т а б л и ц а 2. Гидрологические характеристики реки Черной и ее основных притоков [13].

№ п/п	река – гидропост	период наблюдений	N , лет	F , км ²	$H_{ср}$, м	Норма годового стока				C_v	C_s	ξ_0 , %
						Q , м ³ /с	W , млн. м ³ /год	M , л/с·км ²	h , мм			
1	Черная – Родниковское	1916 – 2003 гг.	60	47,6	730	1,56	49,1	34,1	1032	0,42	1,12	6
2	Черная – г. Кизил-Кая	1926 – 1988 гг.	47	197,0	600	2,01	63,3	10,3	322	0,32	1,04	5
3	Черная – Хмельницкое	1946 – 2003 гг.	57	342,0	520	1,79	56,0	5,2	163	0,44	1,25	6
4	Байдарка – с.Орлиное	1955 – 1988 гг.	34	4,5	560	0,025	0,787	18,2	174	0,66	1,33	11

Обозначения: N – продолжительность наблюдений; F – величина площади водосбора для замыкающего створа (гидропоста); $H_{ср}$ – средняя высота площади водосбора; Q – расход воды; W – объём стока; h – слой стока; M – модуль стока; C_v и C_s – коэффициенты вариации и ассиметрии; ξ_0 – ошибка вычисления стока, %.



Р и с . 1 . Многолетние изменения средних годовых расходов реки Черная по результатам измерений в замыкающем створе (гидропост Хмельницкое).

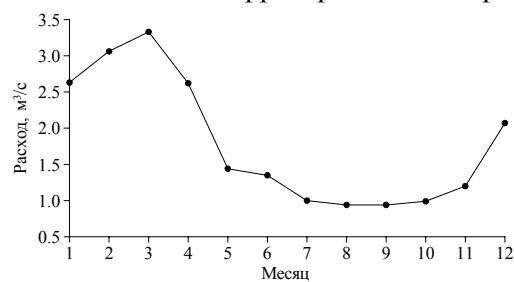
Появление снежного покрова обычно наблюдается в первой половине октября, а сход в начале апреля. Ввиду того, что снеготаяние сопровождается дождями, выделить весеннее половодье бывает трудно. В целом атмосферное питание является преобладающим, однако подземный сток в питании реки Черной занимает заметное место по значимости. Трещиноватость пород, карстообразный рельеф и его

резкое расчленение в верхней части бассейна водосбора благоприятствует формированию подземного стока.

Представление о водности реки можно составить по величине нормы годового стока (табл.2), которая выражена в виде расхода воды (Q , м³/с), объема стока (W , м³/год), модуля стока (M , л/с·км²) и слоя стока (h , мм) [13]. Колебания годовых величин стока относительно их средней величины характеризуется коэффициентом вариации (Cv). При среднем значении расхода 1,79 м³/с изменения нормы стока для замыкающего створа (гидропост Хмельницкое) за период наблюдений (рис.1) составляли от 4,66 м³/с в 1968 г. (260 % от среднего) до 0,43 м³/с в 1994 г. (24 % от среднего).

Внутригодовое распределение стока (рис.2) определяется характером питания реки и климатическими особенностями территории водосбора.

Климат района относится к умеренно холодному. Преобладание атмосферного питания при выпадении основной массы осадков в зимне-весенний период, а также значительная площадь водосбора обуславливают относительно большую водоносность реки с четко выраженными периодами стока: паводочным (зима – весна) и меженным (лето – осень).



Р и с . 2 . Внутригодовое распределение стока реки Черная.

Из данных наблюдений [7 – 12] и рис.2 видно, что четко выраженная летняя межень наблюдается с мая по ноябрь. Летняя межень может прерываться интенсивными кратковременными паводками, которые в отдельных случаях могут быть катастрофическими. Максимальные расходы воды могут составлять от 120 м³/с (объем стока 24,7 млн. м³) в теплый период до 200 м³/с (объем стока 37 млн. м³) в холодный период года [15]. Минимальные расходы на реке Черной наблюдаются в летние и осенние месяцы (в августе – сентябре) в связи с уменьшением или отсутствием атмосферных осадков и истощением подземного стока.

Гидрохимическая характеристика реки. Исследование качественных характеристик воды р. Черной – один из важнейших вопросов в изучении

состояния окружающей среды Севастопольского региона в связи с широким использованием её вод в хозяйственных целях, прежде всего как источника питьевого водоснабжения. Для гидрохимической характеристики и оценки экологического состояния реки Черной использованы данные, полученные ЦГМ АРК и ГУЭПР.

Формирование химического состава вод реки обусловлено географическими факторами: рельефом, климатическими, гидрологическими, почвенными, геологическими, гидрогеологическими особенностями территории водосбора. Помимо природных факторов на гидрохимический облик речной воды значительное влияние оказывает человеческая деятельность. Таким образом, химический состав вод реки определяется особенностями водосборной территории – климатом, почвенно-геологическими условиями, режимом питания реки, степенью хозяйственного освоения и природопользования. В естественных условиях химический сток реки формируется при промывании почво-грунтов площади водосбора, а в период отсутствия атмосферных осадков – за счет карстовых вод. Верхняя часть бассейна дренирует юрские отложения – высокопрочные карбонатные образования. Байдарская долина сложена мощными толщами глин мелового возраста, которые перекрыты современными и верхнечетвертичными алювиально-делювиальными суглинистыми отложениями, мощность которых составляет 5 – 10 м. Следовательно, формирование химического состава воды р. Черной происходит под сильным влиянием дренируемых эрозионной сетью карбонатных пород (известняков и мергелей) и сформировавшихся на них горно-лесных почв, а также подземных вод известкового карста. Этим обуславливается отчетливо выраженный гидрокарбонатно-кальциевый состав вод: преобладание ионов HCO_3^- (≥ 30 % экв.) и ионов Ca^{++} (28 – 35 % экв.). Согласно классификации О.А.Алекина, воды реки Черной относятся к гидрокарбонатному классу, группы кальция.

По данным наблюдений сети Гидрометслужбы за 1986 – 2000 гг. [15], минерализация (сумма ионов) воды колеблется в пределах 320 – 1110 мг/дм³. За период с начала сетевых наблюдений за химическим составом вод (30-е гг. XX в.) минерализация речной воды увеличилась почти вдвое, а максимальные значения близки к допустимой санитарно-гигиенической норме (1000 мг/дм³). Такое увеличение соответствует общей тенденции изменения минерализации вод в реках Украины [14], что обусловлено антропогенным влиянием.

Величина и изменчивость минерализации связана с особенностями водного режима и источниками питания реки. Минимальные значения минерализации приурочены к зимнему периоду, когда преобладает атмосферное питание бассейна стока. В верховье реки минерализация воды в период зимних паводков составляет 200 – 250 мг/дм³, в межень повышается до 500 – 650 мг/дм³.

В зависимости от сезона концентрация кислорода колеблется от 7,5 до 9,0 мг/дм³, БПК₅ 2,4 – 2,6 мг/дм³, общая взвесь 1,8 – 2,5 мг/дм³, средние значения водородного показателя составляют 7,2 – 8,5. В среднем течении реки, ниже Чернореченского водохранилища гидрохимические показатели остаются примерно на таком же уровне, и лишь содержание взвешенных веществ может в осенне-зимний период возрастать 5 – 6 раз.

К веществам, содержание которых в значительной мере характеризует

состояние водного объекта, относятся биогенные элементы – соединения азота, фосфора, кремния, железа. Основными источниками биогенных веществ в речных водах является поверхностно-склоновый сток, поступления со сточными водами и при деструкции растительных и животных остатков, смыв с полей минеральных удобрений. Содержание биогенных веществ в реке Черной колеблется в пределах (мг/дм³): азот аммонийный 0 – 0,43; азот нитратный 0 – 2,58; азот нитритный 0 – 0,012; фосфор фосфатный 0 – 0,29, кремний кремнекислоты 0,44 – 0,50.

Из приведенных данных видно, что в водах, поступающих в бухту с речным стоком, максимальные концентрации биогенных элементов выше, чем в морской воде: аммония – в 5 – 7 раз, нитритов – в 1,5 – 2 раза, нитратов – в 1,6 раза, фосфатов – в 7 – 9 раз. Это обусловлено как общим более высоким уровнем содержания биогенных веществ в речных водах, так и загрязнением вод реки.

В связи с тем, что воды реки Черной являются основным источником питьевого водоснабжения г. Севастополя, бассейн реки находится в области действия "Положения о водоохранной зоне". В то же время в результате загрязнения речные воды содержат весьма значительные количества биогенных и других загрязняющих веществ. В среднем течении воды реки Черной загрязняются в результате сброса неочищенных сточных вод с Орлиного в р. Байдарку, а также вследствие того, что населенные пункты Росошанка, Новобобровка, Передовое, Широкое, Родниковское, входящие во 2-й пояс зоны санитарной охраны Чернореченского водохранилища, не канализованы. Это приводит к загрязнению подземных водоносных горизонтов, а также поступлению загрязняющих веществ с поверхностно-склоновым стоком. В нижнем течении реки в районе пос. Сахарная головка осуществляется сброс условно-чистых сточных вод (до 600 тыс. м³/год). При этом минерализация воды в реке повышается в 1,5 раза, БПК₅ – до 6 мг/дм³, концентрация растворенного кислорода снижается на 20 – 30 %, а содержание биогенных веществ повышается в 2 – 3 раза, в том числе содержание аммонийного азота достигает 2 – 5 ПДК.

Таким образом, воды реки Черной являются одним из значимых факторов эвтрофирования вод Севастопольской бухты и формирования химической основы биологической продуктивности.

Оценка выноса биогенных веществ с речным стоком. Поступающие с речным стоком биогенные вещества оказывают влияние на биопродуктивный потенциал морских вод и в значительной мере определяют трофический статус морской акватории. Необходимость оценки выноса биогенных веществ с речным стоком возникает и при составлении баланса химических веществ данной морской акватории. Прежде всего, этим и определяется важность оценки стока биогенных веществ с речными водами.

Оценка химического стока выполнялась в соответствии с руководством [16]. Для оценки стока биогенных веществ использованы данные Гидрометеоцентра АРК по ежемесячным расходам и концентрации биогенных элементов для замыкающего створа – гидропост Хмельницкое. Расчет среднеарифметических значений концентрации химических показателей выполнялся для створа многолетних наблюдений за период 1980 – 2003 гг., а нор-

ма расходов воды – за 1950 – 2003 гг.

Особенности формирования водного режима (табл.2, рис.1, 2) и химического состава вод реки определяют неравномерность внутригодового водного и химического стока. Поэтому, исходя из особенностей водного и солевого режима р. Черной, среднеарифметические показатели и расходы вычислялись по сезонам (межень и паводок) и в результате оценивалось их среднее многолетнее сезонное значение. Величина среднее многолетнего сезонного стока биогенного вещества $R_{БЭ}$ (т/год) оценивалась по формуле:

$$R_{БЭ} = C_{cp} \cdot W_c,$$

где C_{cp} – среднее многолетняя сезонная концентрация биогенного элемента в виде массовой концентрации атомов (например, азот нитратный $N-NO_3$), г/м³; W_c – среднее многолетний сезонный объем стока, м³.

Среднее многолетний сезонный объем стока W_c (м³) рассчитывался по формуле:

$$W_c = Q_c \cdot T$$

где Q_c – среднее многолетний сезонный расход, м³/с; T – число секунд за период наблюдений.

Среднее многолетний годовой сток химических показателей определялся как сумма среднее многолетних сезонных величин.

Помимо абсолютного значения химического стока рассчитана относительная (удельная) величина – показатель ионного стока P_u , которая характеризует сток химического элемента (в т, кг) с 1 км² территории водосбора, ограниченного соответствующим створом. Расчет выполнялся по формуле: $P_u = R_{БЭ}/F$, где F – площадь водосбора (км²), замкнутого створом.

В [4] было показано, что ниже замыкающего створа (г/п Хмельницкое), который находится в 11 км от устья, имеются источники значительного загрязнения речных вод, в том числе и биогенными элементами. Поэтому для оценки и учета фактического загрязнения рассчитан сток биогенных элементов в нижнем течении р. Черной после сброса оборотных вод (в точке, расположенной в 3,5 км от устья). Для этого использовались данные, полученные ГУЭПР за период 1989 – 2005 гг.

Результаты расчета речного стока биогенных элементов в Севастопольскую бухту представлены в таблице 3.

Расчет выноса биогенных веществ по замыкающему створу (г/п Хмельницкое) показывает, что Севастопольская бухта ежегодно получает с речным стоком в среднем около 8 т общего фосфора, около 20 т минерального азота и более 40 т растворенного неорганического кремния. Соотношение неорганических форм биогенных элементов ($N:Si:P$) в речном стоке составляет 48:22:1. Это соотношение заметно отличается от среднего для рек черноморского бассейна (14:4:1), но одного порядка с наблюдаемыми для других рек Крыма.

В то же время из табл.3 видно, что химический состав вод в нижнем течении реки существенно трансформирован, и фактическая поставка биогенных элементов с водами нижнего течения реки значительно, в 1,5 – 2 раза, превышает вынос, рассчитанный по замыкающему створу. Сравнительный анализ данных, полученных для замыкающего створа и нижнего течения реки, показывает, что антропогенные источники обеспечивают от 48 до 52 %

Таблица 3. Вынос биогенных элементов в Севастопольскую бухту с речным стоком.

показатели	<i>N-NH₄</i>	<i>N-NO₃</i>	<i>N-NO₂</i>	<i>N_{мин}</i>	<i>P-PO₄</i>	<i>P_{общ}</i>	<i>Si-SiO₃</i>
г/п Хмельницкое, данные ГМЦ АРК							
<i>C_{ср}</i> , г/м ³	0,167	0,168	0,003	0,338	0,015	0,140	0,721
<i>R_{БЭ}</i> , т/год	9,4	9,5	0,17	19,1	0,85	7,9	40,7
<i>P_и</i> , кг/км ² ·год	27,5	27,8	0,50	55,8	2,5	23,1	119,0
г/п Хмельницкое, данные ГУЭПР							
<i>C_{ср}</i> , г/м ³	0,167	0,682	0,004	0,853	0,116	не опр.	не опр.
<i>R_{БЭ}</i> , т/год	7,5	42,9	0,23	50,7	6,7	–	–
<i>P_и</i> , кг/км ² ·год	21,9	125	0,70	148	19,6	–	–
"Сахарная головка", 500 м ниже сброса							
<i>C_{ср}</i> , г/м ³	0,319	1,45	0,012	1,781	0,210	не опр.	не опр.
<i>R_{БЭ}</i> , т/год	13,5	90,5	0,50	104,5	12,8	–	–
<i>P_и</i> , кг/км ² ·год	31,6	212	1,2	245	30	–	–

общего поступления в бухту минерального фосфора и азота соответственно. Основываясь лишь на данных, полученных для замыкающего створа, не возможно дать репрезентативную оценку выноса химических веществ в Севастопольскую бухту. Таким образом, полученные результаты указывают на очевидную необходимость регионального мониторинга нижнего течения р. Черной.

Выводы. 1. По данным режимных наблюдений выполнена оценка выноса биогенных элементов с речным стоком в Севастопольскую бухту; расчет выноса ввиду его неравномерности в течение года выполнен на основе среднемноголетних данных для основных гидрологических сезонов – межени и половодья.

2. Показано, что ввиду значительной трансформированности химического состава речных вод в нижнем течении вследствие антропогенного воздействия оценка выноса биогенных веществ не может быть репрезентативной при использовании данных по замыкающему створу, находящемуся в на расстоянии 11 км от устья.

3. Вклад антропогенных источников в поставку биогенных веществ в Севастопольскую бухту составляет от 48 до 52% общего поступления в бухту минерального фосфора и азота соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Овсяный Е.И., Кемп Р.Б., Репетин Л.Н., Романов А.С.* Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты в условиях антропогенного воздействия (по наблюдениям 1998 – 1999 гг.) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2000. – С.79-103.
2. *Репетин Л.Н., Гордина А.Д., Павлова Е.В., Романов А.С., Овсяный Е.И.* Влияние океанографических факторов на экологическое состояние Севастопольской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал. – 2003. – № 2. – С.66-80.

3. *Gordina A.D., Pavlova E.V., Ovsyany E.I., Wilson J.G., Kemp R.B., Romanov A.S.* Long-term changes in Sevastopol Bay (the Black Sea) with particular reference to the ichthyoplankton and zooplankton // *Estuarine, Coastal and Shelf Sci.*– 2001.– v.52.– P.1-13.
4. *Овсяный Е.И., Романов А.С., Миньковская Р.Я. и др.* Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001.– вып.2.– С.138-152.
5. *Ресурсы поверхностных вод СССР.* Гидрологическая изученность. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.3. Крым.– Л.: Гидрометеиздат, 1964.– 127 с.
6. *Ресурсы поверхностных вод СССР.* Основные гидрологические характеристики. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.4. Крым.– Л.: Гидрометеиздат, 1966.– 344 с.
7. *Ресурсы поверхностных вод СССР.* Основные гидрологические характеристики. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.3. Крым и Приазовье.– Л.: Гидрометеиздат, 1964.– 244 с.
8. *Ресурсы поверхностных вод СССР.* Основные гидрологические характеристики (за 1963 – 1970 гг. и весь период наблюдений). Т.6. Украина и Молдавия. Вып.4. Крым.– Л.: Гидрометеиздат, 1975.– 146 с.
9. *Государственный водный кадастр.* Основные гидрологические характеристики (за 1971 – 1975 гг. и весь период наблюдений). Т.6. Украина и Молдавия. Вып.4. Крым.– Л.: Гидрометеиздат, 1980.– 120 с.
10. *Государственный водный кадастр.* Основные гидрологические характеристики. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.П. Украинская ССР. Вып.3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья.– Л.: Гидрометеиздат, 1985.– 362 с.
11. *Государственный водный кадастр.* Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Ч.1. Реки и каналы. Ч.2. Озера и водохранилища. Т.2. Украинская ССР. Вып. 3. Бассейн Северского Донца, рек Крыма и Приазовья.– Л.: Гидрометеиздат, 1976-1990.
12. *Государственный водный кадастр Украины.* Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Бассейны Дуная, Западного Буга, Днестра, Южного Буга, Северского Донца, рек Крыма и Приазовья.– Киев: Госкомгидромет Украины 1991-2000.
13. *Поверхностные водные объекты Крыма.* Справочник. Сост. Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В., Мустафаева З.Р.– Симферополь, 2004.– 114 с.
14. *Вишневський В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України.– Київ: Ніка-Центр, 2003.– 354 с.
15. *Тимченко З.В.* Водные ресурсы и экологическое состояние малых рек Крыма.– Симферополь: ДОЛЯ, 2002.– 152 с.
16. *Временные методические рекомендации по расчету выноса органических, биогенных веществ, пестицидов и микроэлементов речным стоком.*– М.: Гидрометеиздат, 1983.– 32 с.
17. *Артеменко В.М., Ильин Ю.П., Кучеренко В.С. и др.* Гидрохимический режим и микроэлементный состав вод Чернореченского водохранилища в 1991-2004 гг. // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– С.129-149.

Материал поступил в редакцию 12.12.2006 г.