

**ОГРАНИЧЕНИЕ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ПО ПРИВНОСУ ХИМИЧЕСКИХ И ВЗВЕШЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ  
НА МАЛЫЕ РЕКИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА  
НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БАЙДАРКА**

**Л.И. Осадчая, Е.И. Азаренко**

Севастопольский государственный университет,  
РФ, г. Севастополь, ул. Университетская, 33  
E-mail: lila1809@mail.ru

Проведен расчет и рекомендованы значения нормативов допустимого воздействия на р. Байдарку по привносу химических и взвешенных минеральных веществ. Сравнительный анализ предложенных нормативов для управляемых источников (НДВхим.упр.) с фактическим привносом загрязняющих веществ в реку по данным ГУПС «Водоканал» показал, что в настоящее время фактический сброс загрязняющих веществ из четырнадцати исследованных показателей превышает НДВхим.упр. только по нитритам. Расчеты проведены для наиболее неблагоприятных условий формирования качественных характеристик воды с учетом влияния существующих и потенциальных источников загрязнения.

**Ключевые слова:** нормативы допустимого воздействия (НДВ), управляемые источники загрязнения, объем боковой приточности, речной сток, паводочный период, меженный период, нормативы качества воды.

Поступила в редакцию: 04.04.2023.

**Введение.** Нормирование воздействия на окружающую среду является основным инструментом контроля и предупреждения негативных экологических последствий хозяйственной деятельности. В российском и зарубежном законодательстве, а также в эколого-правовой доктрине выделяют два основных направления экологического нормирования: нормирование качества окружающей среды и нормирование негативного воздействия на окружающую среду и на ее отдельные компоненты [1].

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации, поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства, обеспечивается путем установления и соблюдения нормативов допустимого воздействия на водные объекты [2].

Нормативы допустимого воздействия на водные объекты предназначены для установления безопасных уровней содержания загрязняющих веществ, а также других показателей, характеризующих воздействие на водные объекты, с

учетом природно-климатических особенностей региона и сложившейся в результате хозяйственной деятельности природно-техногенной обстановки [3].

**Цели и задачи.** Для Севастопольского региона бассейн р. Черная имеет важное социально-экономическое и рекреационное значение. Бассейн реки охватывает горную и предгорную территории Севастополя и имеет сложное геологическое и орографическое строение, усложненное разнообразными формами рельефа. Общая протяженность русла – 35 км, площадь водосбора – 669 км<sup>2</sup>. Территория бассейна р. Черной характеризуется высокой теплообеспеченностью и небольшим количеством атмосферных осадков. Речная сеть в бассейне р. Черной слагается из 12 притоков, наиболее крупным из которых является р. Байдарка.

С одной стороны, сложный рельеф, высотная зональность, значительное разнообразие залегающих горных пород и почвенного покрова создают ряд специфических особенностей формирования химического состава речных вод на

водосборе реки, с другой стороны особенности хозяйственного освоения бассейна, его экологическая и рекреационная значимость предъявляют повышенные требования к ограничению антропогенной нагрузки.

В связи с этим, для реки Черной и ее притоков актуальным является установление нормативов допустимого воздействия по привносу химических и взвешенных минеральных веществ. В данной работе ограничимся результатами, полученными для р. Байдарка.

**Основная часть.** Расчёт НДС<sub>хим</sub> выполнялся в соответствии с «Методическими указаниями по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты», утвержденной приказом МПР РФ от 12.12.2007 № 328 [3].

В общем виде определение НДС<sub>хим</sub> на расчётном водохозяйственном участке водного объекта за любой период времени выполняется по балансовой формуле

$$\text{НДС}_{\text{хим}} = C_{\text{Нр}} W_{\text{уч}} - \text{SUM}[C_{\text{сф}} (W_{\text{ест}} + W_{\text{ндиф}}) + C_{\text{Нвх}} W_{\text{вх}} + C_{\text{Нобпр}} W_{\text{обпр}}], \quad (1)$$

где  $W_{\text{уч}}$  – общий объём стока (млн. м<sup>3</sup>) на водохозяйственном участке к замыкающему створу за расчётный период, определяемый по формуле

$$W_{\text{уч}} = W_{\text{ест}} + W_{\text{ндиф}} + W_{\text{супр}} + W_{\text{вх}} + W_{\text{обоспр}} - W_{\text{из}}, \quad (2)$$

где  $W_{\text{ест}}$  – объём боковой приточности с участков, не подверженных антропогенному воздействию (водосборная площадь за вычетом участков, трансформированных хозяйственной деятельностью с имеющимися диффузными источниками загрязнения антропогенного происхождения, как управляемыми, так и неуправляемыми), млн. м<sup>3</sup>;  $W_{\text{ндиф}}$  – объём боковой приточности на участках с неуправляемыми диффузными источниками загрязнения, млн. м<sup>3</sup>;  $W_{\text{супр}}$  – объём водоотведения, включая точечные и потенциально управляемые диффузные источники загрязнения, млн. м<sup>3</sup>;  $W_{\text{вх}}$  – объём стока, поступающий с вышерасположенного водохозяйственного участка, млн. м<sup>3</sup>;  $W_{\text{обпр}}$  – объём стока, поступаю-

щий с притоками первого порядка, обособленными в самостоятельные расчётные участки со своими нормативами качества воды водного объекта, млн. м<sup>3</sup>;  $W_{\text{из}}$  – объём забора (изъятия) воды всеми водопользователями на расчётном водохозяйственном участке, млн. м<sup>3</sup>;  $C_{\text{Нр}}$ ,  $C_{\text{Нвх}}$ ,  $C_{\text{Нобпр}}$  – нормативы качества воды водного объекта для соответствующих водохозяйственных участков, мг/л;  $C_{\text{сф}}$  – концентрация нормируемого вещества, соответствующая среднему или модальному значению диапазона абиотических факторов, при которых сохраняется экологическое благополучие водного объекта, определённое по гидробиологическим показателям, мг/л.

Нормативы качества воды и фоновые концентрации веществ, приняты в соответствии с материалами, опубликованными нами ранее [4]. НДС<sub>хим</sub> определялся в тоннах за расчётный период времени.

Значение НДС<sub>хим</sub>, определённое по вышеприведенным формулам, является максимально допустимой массой сброса загрязняющих веществ на участке при соблюдении большей частью времени нормативов качества водных объектов на основной акватории расчётного участка, т.е. НДС<sub>хим</sub> (макс).

Расчётный участок «р. Байдарка», не имеет вышерасположенных водохозяйственных участков и обособленных в отдельные участки притоков. При таком условии формулы (1) и (2) принимают следующий вид:

– для веществ двойного генезиса

$$\text{НДС}_{\text{хим}} = C_{\text{Нр}} W_{\text{уч}} - C_{\text{сф}} (W_{\text{ест}} + W_{\text{ндиф}}), \quad (3)$$

– для ксенобиотиков

$$\text{НДС}_{\text{хим}} = C_{\text{Нр}} W_{\text{уч}}, \quad (4)$$

$$W_{\text{уч}} = W_{\text{ест}} + W_{\text{ндиф}} + W_{\text{супр}} - W_{\text{из}}. \quad (5)$$

Данные о  $W_{\text{уч}}$  для рек Севастопольского региона с зарегулированным стоком приводятся Департаментом природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор) в отчетах и Паспортах прудов [5].

Для рек с незарегулированным стоком, суммарные объемы годового стока получены расчётными методами путем соотношения площадей и стока определенной обеспеченности искомой реки и реки-аналога. В качестве реки-аналога принималась река в рамках исследуемого водохозяйственного участка с одинаковыми условиями формирования стока. Ежемесячный объем стока определен исходя из внутригодичного распределения стока в бассейне (табл. 1).

**Таблица 1.** Внутригодичное распределение стока р. Черная, %

Р, %		50	75	95
месяц	I	18,5	19,0	19,4
	II	30,5	31,2	31,9
	III	24,4	25,1	25,6
	IV	7,8	8,0	8,2
	V	3,9	4,0	4,1
	VI	1,6	0,7	0
	VII	0,8	0,4	0
	VIII	0,5	0,2	0
	IX	0,2	0,1	0
	X	0,3	0,1	0
	XI	1,2	0,6	0
	XII	10,3	10,6	10,8
Год		100	100	100

При расчете боковой приточности учитывалось, что для исследуемой реки весеннее половодье, как таковое, отсутствует, так как зимние оттепели препятствуют накоплению воды в снеге. Поэтому, повышенный сток наблюдается с декабря по апрель – май последующего года. С конца мая по ноябрь наблюдается летняя межень, прерываемая кратковременными паводками. Таким образом, внутригодичной режим исследуемых рек характеризуется двумя ясно выраженными периодами: паводочным (зима-весна) и меженным (лето-осень).

Объем боковой приточности  $W$  определялся как произведение модуля стока  $q$  ( $л/км^2 \cdot с$ ) расчетной обеспеченности за соответствующий период времени  $T$  на водосборную площадь соответствующего типа:

$$W = 0,001 \times q \times F \times T . \quad (6)$$

Величина допустимого воздействия по привносу химических веществ зависит от гидрологического и гидрохимического режима водных объектов, а также режима функционирования источников загрязнения. В связи с этим, расчет НДСхим. проводился дифференцированно по основным гидрологическим сезонам. В качестве расчётных периодов времени приняты: паводочный период (12 – 04 месяцы), меженный без лимитирующего (05 – 08), лимитирующий в пределах меженного (09 – 11).

Результаты расчёта  $W_{уч}$  для р. Байдарка приведены в табл. 2 со следующими примечаниями:

\* данные не используются в дальнейших расчетах;

\*\* данные по изъятию стока при расчете объема стока по периодам не учитывались в виду того, что для года 95% в лимитирующий период сток отсутствует, в меженный период сток не превышает минимальный гарантированный расход. Целевое назначение изъятия стока – гидромелиорация земель, следовательно, в паводочном периоде года 50 % обеспеченности изъятие также не учитывалось;

\*\*\* расчет проводится с учетом проектной мощности КОС.

В целом годовой норматив определялся суммированием НДСхим., рассчитанным по периодам.

В данной работе в качестве наиболее неблагоприятных условий приняты:

– летне-осенний меженный период года 95% обеспеченности и соответствующие объёмы сточных вод от диффузных источников загрязнения (наихудшие условия для водных экосистем, т.к. расходы воды в водоприёмниках не обеспечивают должного разбавления поступивших загрязнённых сточных вод);

– паводочный период года 50% обеспеченности и соответствующие ему объёмы сточных вод (масса поступающих загрязняющих веществ от диффузных источников загрязнения наибольшая).

Наиболее неблагоприятные условия формирования качественных характеристик отдельных сезонов не совпадают по обеспеченности в пределах конкретного

календарного или гидрологического года, поэтому норматив допустимого воздействия в годовом разрезе  $НДВ_{хим.год}$  определялся для условного года с критическими условиями формирования качества как сумма сезонных значений, рассчитанных по вышеприведенным формулам

$$НДВ_{хим.год} = НДВ_{хим.м95\%} + НДВ_{хим.л95\%} + НДВ_{хим.п50\%}, \quad (7)$$

где  $НДВ_{хим.м95\%}$  –  $НДВ_{хим}$  для межлетнего без лимитирующего периода года 95 % обеспеченности;  $НДВ_{хим.л95\%}$  –  $НДВ_{хим}$  для лимитирующего в пределах межлетнего периода года 95 % обеспеченности;  $НДВ_{хим.п50\%}$  –  $НДВ_{хим}$  для паводочного периода года 50% обеспеченности.

Отдельно определялся привнос химических веществ от управляемых источников воздействия –  $НДВ_{хим.упр}$  по формуле

$$НДВ_{хим.упр} = C_{пр} \cdot W_{супр}. \quad (8)$$

Управляемым источником в рамках исследуемого бассейна является сброс сточных вод сточных вод КОС № 5 в р. Байдарка в с. Озерное (1,275 км от устья) и КОС № 8 – в Хайтинский водоток в с. Тыловое и далее в р. Байдарку. В 2019 и 2020 годах данный сброс осуществляет Государственное унитарное предприятие города Севастополя «Водоканал» (ГУПС «Водоканал»). Всего за данный период было отведено 54,58 тыс. м<sup>3</sup> и 51,43 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод соответственно, все воды загрязненные и требуют очистки.

Результаты расчёта  $НДВ_{хим}$  и  $НДВ_{хим.упр}$  для р. Байдарка представлены в табл. 3, результаты расчетов для других водохозяйственных участков будут представлены в дальнейших публикациях.

Сравнительный анализ нормативов  $НДВ_{хим.упр}$  с фактическим привносом массы загрязняющих веществ в р. Байдарку от управляемых источников (по данным формы статистического наблюдения «2-ТП водхоз» за 2020 г.) показал, что в настоящее время фактический

сброс загрязняющих веществ превышает  $НДВ_{хим.упр}$ , по 1 (нитриты) из 14 показателей (табл. 4).

Значения нормативов  $НДВ_{хим.год}$  для условного года являются теоретической величиной. При управлении водными ресурсами используются данные лет различной обеспеченности, обычно в диапазоне от 50% до 95%. Для перехода от условного года к расчетной обеспеченности применяются сезонные переходные коэффициенты от базового значения  $НДВ_{хим}$  по сезонам

$$K_{мр\%} = W_{мр\%} / W_{м95\%}, \quad (9)$$

$$K_{лр\%} = W_{лр\%} / W_{л95\%}, \quad (10)$$

$$K_{пр\%} = W_{пр\%} / W_{п50\%} \quad (11)$$

Норматив  $НДВ_{хим}$  для года 95% обеспеченности, являющегося в большинстве случаев расчетным по условиям антропогенной нагрузки, определяется по формуле

$$НДВ_{хим.год95\%} = НДВ_{хим.м95\%} + НДВ_{хим.л95\%} + (W_{п95\%} / W_{п50\%}) НДВ_{хим.п50\%}, \quad (12)$$

норматив  $НДВ_{хим}$  для года 75% обеспеченности определяется по формуле

$$НДВ_{хим.год75\%} = (W_{м75\%} / W_{м95\%}) НДВ_{хим.м95\%} + (W_{л75\%} / W_{л95\%}) НДВ_{хим.л95\%} + (W_{п75\%} / W_{п50\%}) НДВ_{хим.п50\%}. \quad (13)$$

**Выводы.** Формирование химического состава и качества воды р. Байдарка, притока р. Черной, происходит в условиях засушливого климата, сложного рельефа, высотной зональности, значительного разнообразия дренируемых горных пород и почв, под влиянием антропогенной нагрузки и низкой водообеспеченности территории. Все это в совокупности обуславливает необходимость ограничения привноса загрязняющих веществ.

Результаты расчетов  $НДВ_{хим.упр}$  и их сравнение с фактическим поступлением загрязняющих веществ в реку от управляемых источников показали, что в настоящее время фактический сброс превышает  $НДВ_{хим.упр}$  только по нитритам из четырнадцати исследованных показателей.

**Таблица 2.** Расчёт общего объёма стока р. Байдарка ( $W_{уч}$ ) для лет 50 % и 95 % обеспеченности

Обеспеченность водности	$W_{ест} + W_{ндиф} - W_{из}$							$W_{супр}$			$W_{уч} = W_{ест} + W_{ндиф} + W_{супр} - W_{из}$		
	Сток боковой приточности по периодам, % от годового			год	Объём стока по периодам, млн. м <sup>3</sup>			Сброс сточных вод от точечных источников по периодам, млн. м <sup>3</sup>			по периодам, млн. м <sup>3</sup>		
	года, %	паводочный (12-04)	меженный (05-08)		лимитирующий (09-11)	паводочный (12-04)	меженный (05-08)	лимитирующий (09-11)	паводочный (12-04)	меженный (05-08)	лимитирующий (09-11)	паводочный (12-04)	меженный (05-08)
50	91,5	*	*	7,11	6,506**	*	*	0,172***	*	*	6,678	*	*
95	*	4,1	0,0	2,36	*	0,014**	0,000	*	0,135***	0,095***	*	0,149	0,095

**Таблица 3.** Расчёт НДВ<sub>хим.</sub> и НДВ<sub>хим.упр.</sub> для расчетного участка р.Байдарка

Показатель	$C_{нр}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_{сф}$ , мг/дм <sup>3</sup>	НДВ по периодам и за условный год, т/год							
			Паводочный (12-04)		Меженный (05-08)		Лимитирующий (09-11)		Значение за условный год	
			НДВ <sub>хим</sub>	НДВ <sub>хим.упр</sub>	НДВ <sub>хим</sub>	НДВ <sub>хим.упр</sub>	НДВ <sub>хим</sub>	НДВ <sub>хим.упр</sub>	НДВ <sub>хим</sub>	НДВ <sub>хим.упр</sub>
Нитриты	0,08	0,02	0,40412	0,01376	0,01164	0,0108	0,0076	0,0076	0,42336	0,03216
Фосфаты	0,2	0,05	1,0103	0,0344	0,0291	0,027	0,019	0,019	1,0584	0,0804
БПК <sub>5</sub>	2,0	1,5	3,597	0,344	0,277	0,27	0,19	0,19	4,064	0,804
Железо	0,1	0,05	0,3425	0,0172	0,0142	0,0135	0,0095	0,0095	0,3662	0,0402
Марганец	0,01	0,005	0,03425	0,00172	0,00142	0,00135	0,00095	0,00095	0,03662	0,00402
Медь	0,001	0,0005	0,003425	0,000172	0,000142	0,000135	0,000095	0,000095	0,003662	0,000402
Фенолы	0,001	0	0,006678	0,000172	0,000149	0,000135	0,000095	0,000095	0,006922	0,000402
Взвешенные вещества	10	5	34,25	1,72	1,42	1,35	0,95	0,95	36,62	4,02
Кальций	180,0	31	1000,354	30,96	26,386	24,3	17,1	17,1	1043,84	72,36
Нефтепродукты	0,05	0,01	0,3339	0,0086	0,00745	0,00675	0,00475	0,00475	0,3461	0,0201
АПАВ	0,1	0,01	0,6678	0,0172	0,0149	0,0135	0,0095	0,0095	0,6992	0,0402
Аммоний-ион	0,5	0,05	3,0137	0,086	0,0738	0,0675	0,0475	0,0475	3,135	0,201
Никель	0,01	0	0,06678	0,00172	0,00149	0,00135	0,00095	0,00095	0,06922	0,00402
Цинк	0,01	0,001	0,060274	0,00172	0,001476	0,00135	0,00095	0,00095	0,0627	0,00402

**Таблица 4.** Сравнение фактического (2-ТП водхоз, 2020 г.) привноса загрязнителей от точечных источников с НДВ<sub>хим.упр</sub> для р. Байдарка, т/год

Показатель	Нитриты	Фосфаты	БПК <sub>5</sub>	Железо	Марганец	Медь	Фенолы	Кальций	Аммоний-ион	АПАВ	Нефтепродукты	Взвешенные вещества
НДВ <sub>хим.упр</sub>	0,03216	0,0804	0,804	0,0402	0,00402	0,000402	0,000402	72,36	0,201	0,0402	0,0201	4,02
$M_{факт}$	0,054241	0,046	0,72	0,009067	0,000255	0,000301	0,000	0,000	0,068	0,007531	0,010	0,675
НДВ <sub>хим.упр</sub> - $M_{факт}$	-0,022081	0,0344	0,084	0,031133	0,003765	0,000101	0,000402	72,36	0,133	0,032669	0,0101	3,345

Норматив допустимого воздействия по привнесу химических веществ (НДВ хим.) рассчитывался для наиболее неблагоприятных условий формирования качественных характеристик воды с учетом влияния всех существующих и потенциальных источников загрязнения и может быть рекомендован для предупреждения негативных экологических последствий хозяйственной деятельности в бассейне р. Байдарка.

При необходимости оперативного управления и контроля качества воды водного объекта, оценки соблюдения требований по результатам любого календарного года норматив НДВхим. следует корректировать в соответствии с обеспеченностью водного стока конкретного года.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Петрова Т.В.* Проблемы нормирования воздействия на окружающую среду в российском законодательстве //

Правоведение. 2018. Т. 62, № 4. С. 640–650.

2. *Водный кодекс* Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 01.05.2022)/ – [Электронный источник] [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/36620376a02d825fbbeaa22bd3a975647bc1bb2d/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/36620376a02d825fbbeaa22bd3a975647bc1bb2d/) (дата обращения: 20.02.2023).

3. *Методические указания* по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утверждены приказом МПР России от 12.12.2007 № 328.

4. *Азаренко Е.И., Осадчая Л.И.* // Системы контроля окружающей среды. 2022. № 4 (50). С. 104–111.

5. *Итоговый отчет* о выполнении работ по Государственному мониторингу поверхностных водных объектов: Отчет по Государственному контракту от 24.11.2020. № 76/20. 84 с.

### LIMITATION OF PERMISSIBLE IMPACT ON THE INPUT OF CHEMICAL AND SUSPENDED MINERAL SUBSTANCES INTO THE SMALL RIVERS OF THE SEVASTOPOL REGION ON THE EXAMPLE OF THE BAIDARKA RIVER

L.I. Osadchaya, E.I. Azarenko

Sevastopol State University, RF, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

Calculations are performed and values for the standards of permissible impact (SPI) on the input of chemical and suspended mineral substances into the Baidarka River are recommended. A comparative analysis of recommended standards for controlled sources (SPChem) and the actual input of pollutants into the river according to the data of Sevastopol water utility company show that, currently, from fourteen studied substances, the actual discharge of pollutants exceeds the SPChem. only for nitrites. Calculations are performed for the most unfavorable conditions for the formation of water quality characteristics, taking into account the impact of existing and potential sources of pollution.

**Keywords:** standards of permissible impact (SPI), controlled sources of pollution, volume of lateral inflow, river runoff, flood period, limiting period, water quality standards.

### REFERENCES

1. *Petrova T.V.* Problemy normirovaniya vozdeystviya na okruzhajushhuyu sredu v rossijskom zakonodatel'stve (Problems of regulation of environmental impact in Russian legislation). *Pravovedenie*, 2018, Vol. 62, No. 4, pp. 640–650.

2. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/36620376a02d825fbbeaa22bd3a975647bc1bb2d/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/36620376a02d825fbbeaa22bd3a975647bc1bb2d/) (February 20, 2023).

3. *Prikaz* Ministerstva prirodnyh resursov RF 12.12.2007, No. 328 (Code of laws of the Russian Federation). 2007.

4. *Azarenko E.I. and Osadchaya L.I.* Prioritetnye zagryazniteli i normativy kachestva vody pritokov reki Chernoj (Priority pollutants and water quality standards for tributaries of the Chernaya River). *Sistema kontrolja okruzhajushhej sredy*, 2022, No. 4 (50), pp. 104–111.

5. *Otchet* po gosudarstvennomu kontraktu 24.11.2020. No. 76/20, 84 p.