

Е.Е.Совга*, И.В.Мезенцева**, Т.В.Хмара*, К.А.Слепчук*

**Морской гидрофизический институт, г.Севастополь*

***Севастопольское отделение Государственного океанографического института
им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь*

О ПЕРСПЕКТИВАХ И ВОЗМОЖНОСТЯХ ОЦЕНКИ САМООЧИСТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Осуществлен анализ современного экологического состояния акватории Севастопольской бухты и приведены варианты ее районирования по ее морфологическому строению и уровню загрязнения ее акватории на основе данных БОД МГИ. Даны оценки изменчивости гидрологического и динамического режима бухты.

Показаны возможности применения разработанной методики нормирования плановых сбросов загрязняющих веществ в акваторию Севастопольской бухты. На основе районирования акватории бухты по уровню антропогенных нагрузок приведено обоснование выбора акватории Южной бухты как наиболее загрязненной части Севастопольской бухты. Для акватории Южной бухты на первом этапе исследований показаны конкретные шаги реализации предлагаемой методики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *экологический мониторинг, загрязняющее вещество, ассимиляционная емкость, нормирование сбросов, Севастопольская бухта.*

Современное экологическое состояние мелководных прибрежных морских акваторий в ряде случаев считается критическим и требует научно-обоснованного подхода к его нормализации. Это в полной мере относится и к акватории Севастопольской бухты. Оценка способности морской экосистемы к самоочищению может быть осуществлена на основе расчета ее ассимиляционной емкости (АЕ) по отношению к конкретному загрязняющему веществу (ЗВ). Реализованная для рассматриваемой акватории методика позволит на научной основе нормировать плановые сбросы ЗВ.

Севастопольская бухта представляет собой полузамкнутую акваторию эстуарного типа с затрудненным водообменом. Она относится к числу морских акваторий, которые подвержены постоянному антропогенному воздействию. С одной стороны, бухта является градообразующим элементом геосферы, а с другой – она служит базой военно-морского флота РФ со всей характерной для такого рода комплексов промышленно-производственной и хозяйственной инфраструктурой, зоной активного судоходства и проведения гидротехнических работ, что приводит к нарушению существующих равновесий. Эта ситуация существенно усугубляется тем, что водообмен между бухтой и открытым морем затруднен вследствие сооружения в 1976 – 1977 гг. защитного мола. Значительное влияние на формирование гидрохимической структуры вод бухты оказывают речной (в восточной части бухта принимает воды реки Черной.) и терригенный стоки, а также бытовые городские стоки, с которыми в акваторию бухты поступает дополнительное количество биогенных элементов, являющихся материальной основой био-

тического круговорота и основополагающим фактором в процессе эвтрофикации водоема.

Ориентировочные оценки водного баланса Севастопольской бухты показывают, что атмосферные осадки, хозяйственно-бытовые и ливневые стоки в сумме составляют 30 % объёма поступления в бухту, в то время как на годовой объём стока р.Черной приходится 70 % [1].

Цель настоящей работы – на основе оценок современного экологического состояния Севастопольской бухты показать возможность применения разработанной ранее методики нормирования плановых сбросов загрязняющих веществ для акватории бухты путем расчета ассимиляционной емкости экосистемы.

Районирование по геоморфологии, включая дно и конфигурацию берегов. Севастопольская бухта по своему геоморфологическому типу может быть отнесена к полужамкнутым акваториям эстуарного типа с затруднённым водообменом. Основные морфометрические параметры бухты: длина от входа до вершины составляет около 7 км при максимальной ширине около 1 км и средней глубине 12 м. Площадь поверхности бухты 7,96 км².

Днище ложбины Севастопольской бухты – затопленные низовья долины р.Черной [2]. Эрозионная деятельность р.Черной, одной из наиболее многоводных в Крыму, способствовала морфологической выраженности бухты. Ось бухты ориентирована примерно в широтном направлении с востока на запад. Южный борт ложбины бухты делится на три участка. Первый, восточнее Килен-бухты, протягивается до устья р.Черной и имеет глубины до 5 м. К западу глубины основания возрастают до 12 – 13 м, ширина борта составляет около 50 м. Второй участок, между Килен-бухтой и бухтой Южной, наиболее крутой: при ширине около 100 м глубины основания составляют 16 м. Третий, западнее Южной бухты, изрезан бухтами Мартынова, Александровской, Артиллерийской – широкими и неглубоко вдающимися в сушу. Глубины в бухтах до 15 – 16 м. Самая крупная бухта южного берега – Южная, длиной более 2 км с глубинами 16 – 17 м.

В [3] было проведено районирование Севастопольской бухты по морфометрическим характеристикам, которое хорошо совпало с выделенными зонами загрязнения [4]. Это может позволить рассчитывать запасы химических веществ в воде и донных отложениях бухт, а также проводить в дальнейшем при знании потоков поступления и удаления веществ оценки экологической ёмкости этих акваторий.

Особенности гидродинамики вод в бухте. Динамика вод и термохалинный режим Севастопольской бухты зависят, прежде всего, от климатических особенностей прибрежной зоны юго-западной части Крыма, режима ветра, изменений условий водообмена с морем и внутри бухты.

Величина солёности вод бухты в значительной степени определяется объёмом речного и терригенного стока, количеством атмосферных осадков, интенсивностью испарения, а также скоростью водообмена с прилегающими районами моря. Следствием поступления пресных вод является возникновение локальных областей, где солёность вод оказывается существенно ниже, чем в остальной акватории бухты. Распресненные области наиболее характерны для приустьевой области р.Черной, а также кутовой части бух.Южной.

Интенсивность распреснения вод в этих областях непостоянна в течение года: минимальные значения солёности были зафиксированы в зимний период [5].

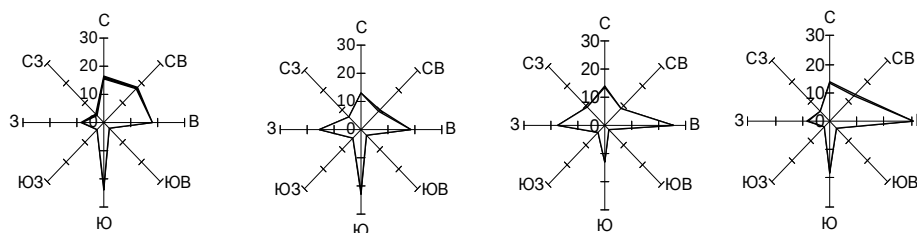
В бухте наблюдаются стоковые, ветровые и градиентные течения. Последние возникают у входа в бухту и направлены в придонных слоях в бухту. После действия сильных сгонных ветров возникают компенсационные течения, совпадающие по направлению с градиентными. Стоковые течения, которые в период половодья становятся преобладающими, являются постоянно действующим видом течений и обусловлены поступлением вод реки Черной, одной из наиболее многоводных рек юго-запада Крыма (объём среднегодового стока по данным за 1954 – 2000 гг. составляет 56,8 млн. м³ [6]). Основная часть стока (до 80 %) приходится на зимний и весенний периоды. Речные воды содержат значительные количества биогенных веществ.

Под влиянием сильных вдольбереговых ветров возникают сгонно-нагонные явления, процессы апвеллинга, которые приводят к интенсивным колебаниям уровня моря и быстрым изменениям температуры воды. Возникающие при апвеллингах динамические возмущения в прибрежной зоне приводят к быстрой перестройке вертикальной структуры вод, подъёму на поверхность не только холодных, но и загрязнённых вод в местах глубоководных выпусков техногенных и сточных вод, или, наоборот, способствуют водообмену с открытым морем и очищению прибрежных вод. Таким образом, ветровые условия определяют интенсивность штормового волнения, особенности циркуляции вод, оказывают влияние на процессы самоочищения и тем самым на качество вод бухт и прибрежной зоны, их экологическое состояние.

Особые условия динамики отмечены в створе молов на входе в Севастопольскую бухту (глубина моря 19 м). После постройки защитного мола ширина входа в бухту сузилась с 940 до 550 м. Величина водообмена вследствие этого уменьшилась в среднем за год на 40 – 70 %, время "полного" обмена воды в бухте увеличилось почти вдвое [7]. В подавляющем числе случаев (92 %) отмечалась двухслойность с разнонаправленными течениями. В верхнем 10 м слое моря здесь преобладают западные течения, т.е. из бухты. В слое глубже 13 м – восточные течения, средние значения скорости в этом слое выше, чем в верхнем, их стрежень расположен на глубине 15 – 16 м [8].

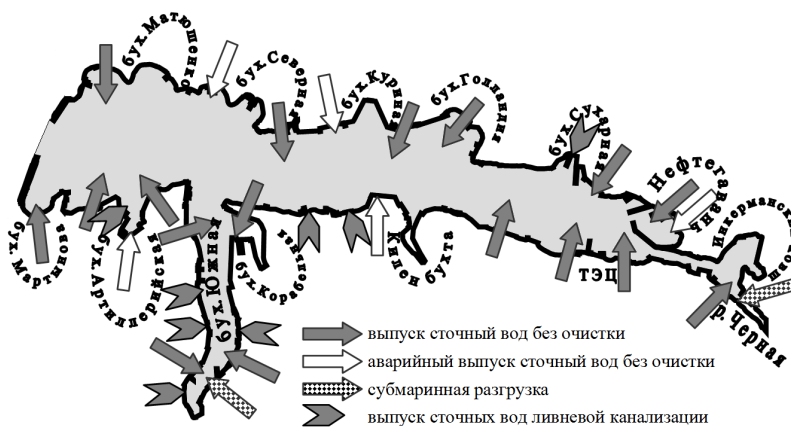
Особенности пространственной структуры вод Севастопольской бухты, помимо влияния речного стока, определяются действием ветра и его изменчивостью. Наибольшую повторяемость имеют ветры основных румбов: севера, юга, востока и запада, а также северо-востока. Вероятно, под влиянием ориентации Севастопольской бухты, вытянутой в зональном направлении и окруженной относительно высокими берегами, преобладающими направлениями ветров являются восточное (23,1 %) и южное (19,6 %), которое интенсифицируется меридиональным положением бухты Южной, омывающей восточные берега Павловского мыса. Несмотря на общее преобладание восточных ветров, их скорость по сравнению с другими румбами минимальна. Наибольшую повторяемость имеют сильные ветры южных направлений, хотя и они не превышают 1 %.

В периоды редких, но сильных штормовых ветров западного и юго-западного направления здесь отмечались скорости ураганной силы, которые способствовали развитию опасного волнения в бухте. Сезонные изменения повторяемости ветров по направлениям представлены на рис.1.



Уровни загрязнения Севастопольской бухты. Систематические исследования качества вод Севастопольской бухты начаты с 1975 г. при введении в действие программы Общегосударственной службы наблюдения и контроля окружающей среды (ОГСНК) [10]. Согласно этой программе, выполнялись сезонные исследования (один раз в квартал) на семи фиксированных станциях. Однако, число станций, а также дискретность, с которой производились измерения, не позволяют достаточно корректно проследить сезонный ход измеряемых параметров.

Севастопольская бухта относится к акваториям активного хозяйственного использования. Непосредственно в прибрежной зоне акватории Севастопольской бухты расположены судостроительные и судоремонтные предприятия, нефтебазы, ТЭЦ, предприятие «Крымвормет» по судоразделке (в устье р.Черной), предприятия пищевой промышленности, воинские части. Бухта фактически выполняет роль резервуара, в который поступают промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, а также ливневые воды с площади водосбора. Непосредственно в бухту эти сточные воды поступают по более чем тридцати выпускам, временным и постоянно действующим (рис.2). Ежедневно в бухту сбрасывается до 10 – 15 тыс. м³ неочищенных или условно-чистых вод, с которыми в акваторию попадает широкий спектр загрязняющих веществ в концентрациях, значительно превышающих допустимые нормы. Негативные изменения влияют на условия жизни гидробионтов, их количество и видовое разнообразие, а также на гидрологическую и гидрохимическую структуру вод [11].



Р и с . 2 . Источники загрязнения вод Севастопольской бухты.

Отсутствие действенных природоохранных мероприятий по сокращению поступлений ЗВ со сточными и речными водами приводит к тому, что повышенные концентрации биогенных веществ в воде бухты превышают уровень их концентраций в открытой части моря на 1 – 2 порядка. Из года в год наблюдается увеличение концентраций биогенных элементов группы азота, в частности, происходит увеличение концентрации аммонийного иона в придонном слое воды, в районе судоремонтных доков и ТЭЦ.

По предварительной оценке, исходя из нормы атмосферных осадков для Севастополя (421 мм в год) и состава ливневых вод, с 1 км² площади городской застройки в Севастопольскую бухту ежегодно поступает: 1,2 т углеводов, 1680 т взвеси, 21,5 кг фосфатов, 47,6 кг нитратов. Данная оценка, основанная на единичных анализах состава ливневых стоков одного из районов г.Севастополя [12], является ориентировочной и, по-видимому, заниженной.

В естественных условиях, при минимальном влиянии антропогенного загрязнения, следует ожидать увеличение концентрации нитратов в осенний и зимний сезоны за счет материкового стока и процессов денитрификации. Реально высокие концентрации нитратов, поступающие в бухту со сточными водами, искажают сезонную картину. О повсеместном загрязнении бухты сточными водами свидетельствует также высокое содержание нитритов, средний объем которых составляет от 0,1 до 0,4 мкМ/л в поверхностном и до 0,3 мкМ/л в придонном слое. Экстремальные концентрации колеблются в более широком диапазоне – от аналитического нуля до 1,5 мкМ/л, превышая ПДК (ПДК = 1,43 мкМ/л) по максимальным значениям.

Расположенная в вершине Севастопольской бухты Нефтегавань функционирует с 1903 г. Прилегающая территория за вековой период в значительной мере пропиталась нефтепродуктами, в результате чего происходит хроническое загрязнение данной акватории, содержание хлороформного битумоида в донных отложениях может достигать 3,6 г/100 г сух. грунта. В [13] приведены результаты исследования содержания нефтепродуктов в донных отложениях Нефтегавани. Усиление загрязнения донных отложений объясняется тем, что основным источником загрязнения акватории Нефтегавани являются нефтепродукты, накопившиеся на её территории и постепенно мигрирующие по уклону к морю, насыщая углеводородами донные осадки узкой прибрежной полосы с малыми глубинами.

Уровни нефтяного загрязнения бухты Артиллерийской рассмотрены в [14], где показан тренд снижения загрязнения от 2006 до 2011 гг.

Динамика биогенных элементов (соединения азота, фосфора и кремния) в Севастопольской бухте за период с 2006 – 2010 гг. рассмотрена в [15]. Содержание их в водной толще Севастопольской бухты находится в прямой зависимости от источников их поступления (речной и ливневый стоки, муниципальные и промышленные сточные воды и пр.), а также от степени их вовлечения в биологические процессы. В работе сделан вывод, что антропогенный вклад оказывает большее влияние на содержание биогенных элементов в акватории бухты, чем естественные биохимические процессы. Районы с максимальным содержанием этих элементов приурочены к местам сброса ливневых стоков: районы бухт Южной и Артиллерийской, Инкермана.

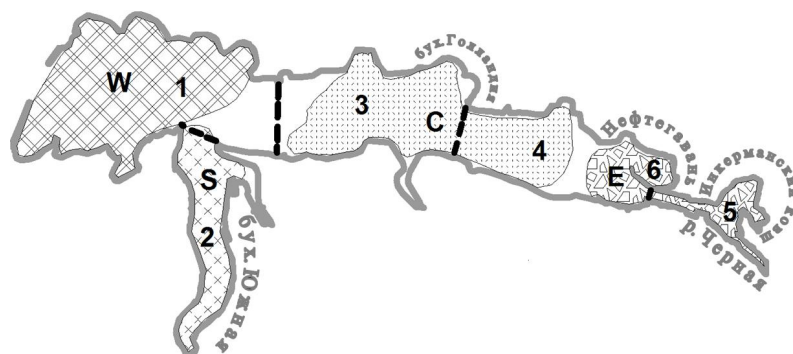
Анализ пространственного распределения нитратов показал, что высокие

концентрации этой формы азота наблюдались в поверхностных и придонных водах Южной бухты ежегодно. При этом они были выше в зимний период года (около 140 мкМ). Максимальные величины достигали 142,8 мкМ/л на поверхности и 12,9 мкМ/л у дна в декабре 2008 г. Повышенные концентрации ионов аммония наблюдались во все сезоны в Южной и Артиллерийской бухтах. Как для Севастопольской бухты в целом, так и отдельно для Южной бухты отмечена тенденция уменьшения концентрации силикатов в направлении выходов из бухт. Средние концентрации фосфатов в большинстве случаев не превышали 0,2 мкМ/л. Максимальные их концентрации приурочены к источникам загрязнения, где могут превышать средние значения в 10 раз и более. В отличие от силикатов распределение фосфатов по акватории бухты в меньшей степени зависит от поверхностного стока и носит неравномерный характер: области, где они присутствуют в значительных концентрациях, чередуются с областями, где концентрации фосфатов близки к нулю. По этой причине для распределения фосфатов и общего фосфора, а также для их абсолютных концентраций не удастся выделить закономерности, обусловленные сезонной динамикой.

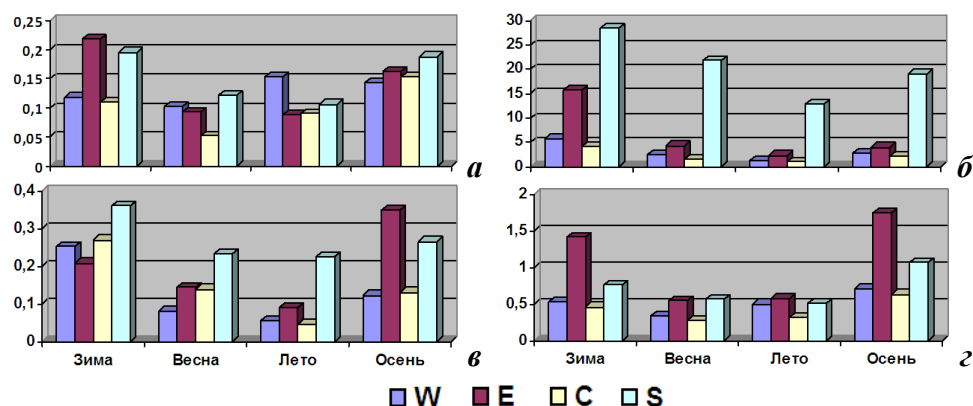
Районирование бухты по уровню и специфике антропогенного воздействия. В зависимости от локализации источников загрязнения, морфометрии и гидрометеорологических условий, в Севастопольской бухте образуются как относительно "чистые" зоны, так и зоны устойчивого высокого уровня загрязнения (например, Южная бухта).

В [4] акватория Севастопольской бухты была разделена на четыре района. Географически зоной слабого загрязнения является западная зона «W», умеренного – восточная «E». Зона сильного загрязнения занимает центральная часть бухты – «C». Очень сильным загрязнением отличается Южная бухта – «S» (рис.3).

Указанное районирование выполнено по картам распределения фосфатов, силикатов, нитратов, нитритов, ионов аммония и взвешенного вещества в поверхностном слое вод, полученных в 1998 – 2005 гг. в рамках экологического мониторинга Севастопольской бухты.



Р и с . 3 . Районирование Севастопольской бухты по уровням загрязнения вод (цифрами обозначены районы по [3], буквами – по [4]): районы слабого (1; W), умеренного (5, 6; E), сильного (3, 4; C) и очень сильного (2, S) загрязнения. Район 6 предложен авторами.



Р и с . 4. Сезонное изменение содержания (мкМ/л) фосфатов (а), нитратов (б), нитритов (в), аммония (г) в отдельных районах Севастопольской бухты, выделенных по уровню загрязнения по [4].

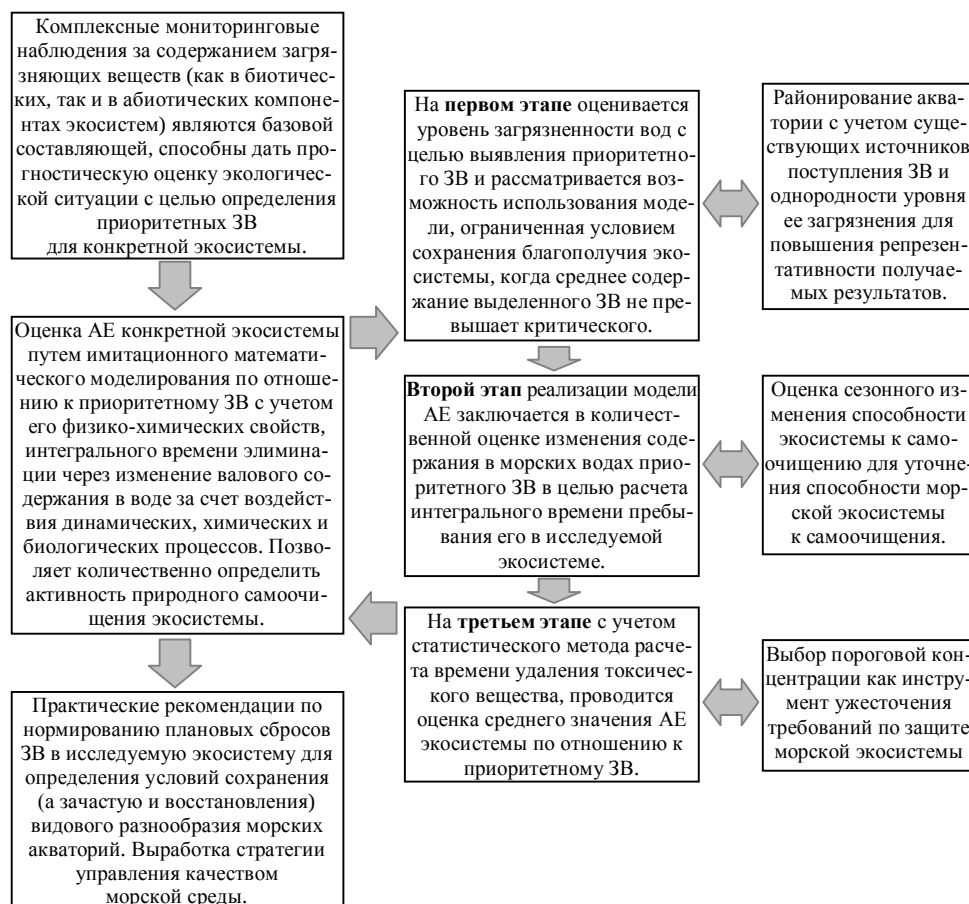
Уровни загрязненности бухты в соответствии с приведенным выше районированием на основе обработки данных БОД МГИ за период 1998 – 2011 гг. для поверхностного слоя вод представлены в виде диаграмм (рис.4).

Изменение указанных параметров для придонного слоя вод аналогично. Как показано на рисунке, наиболее загрязненной вне зависимости от сезона является акватория Южной бухты. Особенно это характерно для нитратов и нитритов, в меньшей степени для аммония. Отсутствие выраженной сезонной зависимости свидетельствует о преобладающем антропогенном характере поступающих в бухту биогенных элементов.

Если исходить из районирования бухты, предложенного в [3] и [4], то для решения задач по оценке самоочистительной способности экосистемы бухты необходимо в некоторых ее частях выделить дополнительные районы в соответствии со спецификой техногенной нагрузки. Так, в районе 5 по [3] или Е по [4] дополнительно рассмотреть, кроме Нефтегавани, Инкерманский ковш, включая устье реки Черной (район 6) (рис.3).

О методике оценки самоочистительной способности морских экосистем. Ассимиляционная емкость – это способность морской экосистемы выдерживать добавление некоторого количества ЗВ без развития необратимых биологических последствий [16, 17]. АЕ имеет размерность потока вещества – массы вещества в единице объема, отнесенной к единице времени. При оценке АЕ наиболее сложным является расчет интегрального времени пребывания ЗВ в исследуемой экосистеме, которое в значительной степени определяется физико-химическими свойствами конкретного ЗВ, гидродинамическими параметрами акватории и комплексом процессов (физических, химических, микробиологических) отвечающих за деструкцию ЗВ или его вынос за пределы исследуемой акватории. Реализация унифицированного метода оценки способности экосистем к самоочищению, подробно рассмотренная в [18, 19], предполагает алгоритм проведения исследований, показанный на рис.5.

Итоговые формулы для оценки среднего значения $\bar{A}_{mi}$ и среднеквадратичного отклонения $\sqrt{D[A_{mi}]}$ ассимиляционной емкости морской экосистемы



Р и с . 5 . Алгоритм расчет ассимиляционной емкости морской экосистемы.

(m) по отношению к i -ому ЗВ выглядят так:

$$AE_{mi} = \bar{A}_{mi} \pm \sqrt{D[A_{mi}]},$$

$$\bar{A}_{mi} = \frac{Q_m \cdot C_{thri}}{C_{maxi}} \cdot \bar{v}_i, \quad D[A_{mi}] = \left(\frac{Q_m \cdot C_{thri}}{C_{maxi}} \right)^2 \cdot D[v_i],$$

где Q_m – объем воды в расчетной области; C_{thri} – пороговая концентрация ЗВ; C_{maxi} – максимальная в экосистеме концентрация ЗВ; v_i – скорость удаления ЗВ из экосистемы, среднее значение $\bar{v}_i$ и дисперсия $D[v_i]$ которой определяются по оригинальному алгоритму [20].

Предлагаемый алгоритм расчета АЕ не требует дополнительных целевых натурных и лабораторных исследований, а потому более доступен для оценки самоочищающей способности конкретной морской экосистемы. Однако он ограничен рядом условий. В первую очередь это наличие достаточных мониторинговых наблюдений за содержанием рекомендованного для исследуемой акватории комплекса ЗВ, позволяющее выявить приоритетность загрязнителя и рассчитать время его удаления. Целесообразность

проведения районирования акватории определяется по различию в динамике вод, расположению и мощности источников поступления ЗВ.

Результатом оценки способности конкретной морской экосистемы к самоочищению и ее сезонного изменения должно служить формирование практических рекомендаций по нормированию плановых сбросов приоритетных для исследуемой экосистемы ЗВ с целью выработки стратегии управления качеством морской среды.

О возможностях и перспективе применения данной методики к акватории Севастопольской бухты к выбранной в результате районирования конкретной части ее акватории (Южная бухта). Учитывая показанную выше специфику строения Севастопольской бухты, различия в гидродинамическом режиме и уровне загрязнения ее акватории, на первом этапе работ по расчету АЕ экосистемы бухты необходимо осуществить районирование ее акватории применительно к задачам моделирования. Районирование акватории, аналогичной Севастопольской бухте, осуществлено в [18] при расчете АЕ Днепровского лимана по отношению к нефтепродуктам, поскольку акватория лимана также имеет различную антропогенную нагрузку, поступление пресных вод аналогично реке Черной, наличие порта и соответствующей инфраструктуры. Проведенное в [18] районирование позволило получить адекватную величину АЕ для каждого выделенного района и всего лимана в целом.

Если исходить из районирования бухты, предложенного в [4], то для решения поставленных задач необходимо некоторые части конкретизировать, исходя из специфики техногенных нагрузок на акваторию, а именно: в центральной части выделить дополнительно Нефтегавань, акватории Инкерманского ковша и впадение реки Черной. На первом этапе работ по Севастопольской бухте с учетом существующего уровня загрязнения и наличия достаточных рядов наблюдений АЕ будет оцениваться для Южной бухты, как наиболее загрязненной части ее акватории, по-видимому, по отношению к нитратам и нитритам (рис.4).

Южный район Севастопольской бухты, к которому относятся бухта Южная и бухта Килен, характеризуется затрудненным водообменом с основной акваторией. В виду ограниченного водообмена с основной акваторией и как традиционное место расположения многочисленных корабельных причалов, по объему промышленных, бытовых и ливневых стоков Южная бухта занимает первое место среди других севастопольских бухт. Для ее кутовой части характерны распресненные области, при этом интенсивность распреснения вод непостоянна в течение года. Это объясняется тем, что юго-западное побережье Севастопольской бухты примыкает к развитой сети разломно-трещинных зон в бассейне р.Черной, а также балки Сардинаки, которая способна дренировать подземный сток с больших площадей при значительных запасах подземных вод. Значительная их доля в процессе субмаринной разгрузки поступает в Южную бухту, что и регистрируется по пониженной солености и повышенному содержанию кремнекислоты [21].

Поверхностные воды бухты (особенно в кутовой части) характеризуются максимальными концентрациями соединений азота. При этом по нитратам наблюдается более чем 20-ти кратное превышение над средними значе-

ниями, полученными для Севастопольской бухты (рис.4). В соответствии с информацией, приведенной на рис.2, в акваторию Южной бухты сбрасываются неочищенные стоки ливневых канализаций и неочищенные сточные воды, имеются стоянки судов.

В соответствии с алгоритмом (рис.5) будет осуществляться оценка состояния выбранной акватории, выделение приоритетного ЗВ и количественное определение активности природного процесса самоочищения.

По результатам оценки АЕ и ее сезонной изменчивости будут предложены практические рекомендации по нормированию плановых сбросов ЗВ для исследуемой экосистемы с целью определения условий ее сохранения и восстановления. Конкретные результаты расчета ассимиляционной емкости акватории Севастопольской бухты будут представлены в последующих публикациях.

Выводы. Приведенный в работе анализ современного экологического состояния Севастопольской бухты показал необходимость нормирования сбросов загрязняющих веществ в бухту для улучшения ее экологического состояния. Разработанная при участии авторов настоящей работы, методика нормирования плановых сбросов загрязняющих веществ и ее реализация для импактных мелководных акваторий Черного моря, позволяет осуществить ее применение и для акватории Севастопольской бухты.

На основе районирования акватории бухты по уровню антропогенных нагрузок приведено обоснование выбора акватории Южной бухты как наиболее загрязненной части Севастопольской бухты на первом этапе оценки самоочистительной способности ее акватории.

На основе существующих результатов мониторинговых исследований состояния Севастопольской бухты показаны перспективы, возможности и конкретные шаги реализации предлагаемой методики.

Работа выполняется в рамках проекта РФФИ грант № 14-45-01542 р_юг_а «Оценка ассимиляционной емкости экосистемы Севастопольской бухты по отношению к приоритетным загрязняющим веществам как путь улучшения ее экологического состояния».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Овсяный Е.И., Артеменко В.М., Романов А.С., Орехова Н.А.* Сток реки Черной, как фактор формирования водно-солевого режима и экологического состояния Севастопольской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– вып.15.– С.57-65.
2. *Мысливец В.И., Кортаев В.Н., Зверев А.С., Федин М.В., Федин М.М.* К геоморфологии дна Севастопольской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– вып.25, т.1.– С.104-110.
3. *Стокозов Н.А.* Морфометрические характеристики Севастопольской и Балаклавской бухт // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.23.– С.198-208.
4. *Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатьева О.Г.* Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под

- воздействием климатических и антропогенных факторов / Препринт.— Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006.— 90 с.
5. *Моисеенко О.Г., Хоружий Д.С., Медведев Е.В.* Карбонатная система вод р.Черной и зоны биогеохимического барьера р.Черная – Севастопольская бухта (Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013.— вып.27.— С.407-410.
 6. *Михайлов В.Н.* Гидрологические процессы в устьях рек.— М.: ГЕОС, 1997.— 176 с.
 7. *Хоролич Н.Г.* Расчет водообмена мелководного залива (бухты) с морем // Тр. ГОИН.— 1986.— 168.— С.113-118.
 8. *Немировский М.С., Еремин И.Ю.* Динамика вод рейда Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.— вып.9.— С.59-66.
 9. *Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Липченко М.М.* Ветры и волнение в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.— вып.9.— С.13-28.
 10. *Современное состояние загрязнения вод Черного моря* / Под ред. А.И. Симонова, А.И. Рябинина // Гидрометеорология и гидрохимия морей. т.IV. Черное море. вып.3.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1996.— 230 с.
 11. *Павлова Е.В., Овсяный Е.И., Гордина А.Д., Романов А.С.* Современное состояние и тенденции изменения экосистемы Севастопольской бухты // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу.— Севастополь: Аквавита, 1999.— С.70-94.
 12. *Миронов О.Г.* Состав органической компоненты ливневых стоков в районе г.Севастополя // Оценка расположенных на суше источников загрязнения морей, омывающих страны СНГ. Материалы междунар. конф. ACOPS. Севастополь, 6 – 10 апреля 1992 г. т.1.— Севастополь, 1992.— С.48-49.
 13. *Алёмов С.В.* Оценка экологического качества портовых акваторий региона Севастополя по характеристикам сообществ макрозообентоса // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.— вып.18.— С.19-29.
 14. *Миронов О.А., Муравьева И.П., Миронова Т.О.* Нефтяное загрязнение берегов Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012.— вып.26, т.1.— С.212-216.
 15. *Орехова Н.А., Романов А.С., Хоружий Д.С.* Межгодовые изменения концентрации биогенных элементов в Севастопольской бухте за период 2006 – 2010 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.— Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.— вып.25.— С.192-199.
 16. *Израэль Ю.А., Цыбань А.В.* Об ассимиляционной емкости Мирового океана // Докл АН СССР.— 1983.— т.272, № 3.— С.702-705.
 17. *Израэль Ю. А., Цыбань А.В.* Антропогенная экология океана.— М.: Гидрометеоздат, 1989.— 528 с
 18. *Совга Е.Е., Мезенцева И.В., Любарцева С.П.* Оценка ассимиляционной емкости экосистемы Днепровского лимана в отношении нефтепродуктов как метод нормирования их сброса в акваторию лимана // Докл. НАН Украины.— 2011.—

№ 10.– С.105-109.

19. *Совга Е.Е., Мезенцева И.В.* О методике нормирования сбросов загрязняющих веществ в мелководные акватории (заливы, лиманы, порты) Черного и Азовского морей // Междунар. научн. конф. «Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала Юга России». Казивели 15-18.09 2014 г.– С.58-60.
20. *Совга Е.Е., Любарцева С.П., Мезенцева И.В.* Оценка способности экосистемы акватории Одесского порта к самоочищению в отношении фенолов и нефтепродуктов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.22.– С.303-309.
21. *Геворгиз Н.С., Кондратьев С.И., Ляшенко С.В., Овсяный Е.И., Романов А.С.* Результаты мониторинга гидрохимической структуры Севастопольской бухты в теплый период года // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002.– вып.6.– С.131-148.

Материал поступил в редакцию 05.12.2014 г.

АНОТАЦІЯ Здійснено аналіз сучасного екологічного стану акваторії Севастопольської бухти та приведені варіанти її районування по морфологічній будові та рівню забруднення її акваторії на основі даних БОД МГІ. Приведені оцінки мінливості гідрологічного та динамічного режимів бухти.

Показана можливість застосування розробленої методики нормування планових скидань забруднюючих речовин в акваторію Севастопольської бухти. На основі районування акваторії бухти по рівню антропогенних навантажень приводиться обґрунтування вибору акваторії Південної бухти, як найбільш забрудненої частини Севастопольської бухти. Для акваторії Південної бухти на першому етапі досліджень показані конкретні кроки реалізації пропонованої методики.

ABSTRACT The current ecological state of the Sevastopol bay water area is analysed and the variants of its zoning by morphological structure and contamination level of its water area are given on the basis of data base of Marine Hydrophysical Institute. The variability of hydrological and dynamic regime of the bay is estimated.

The possibilities of application of the developed technique of routine pollutants discharge normalization into the Sevastopol bay waters are revealed. Using of water area zoning according to anthropogenic load level the water area of the South Bay was grounded to be choosed as the most polluted area of the Sevastopol bay. For the water area of the South Bay in the first stage of the research the concrete steps implementing the proposed method are showed.