

ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭКОСИСТЕМУ АКВАТОРИИ ГЕРАКЛЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ГЛУБИННЫХ СТОКОВ

В.А. Иванов¹, Е.В. Катунина², Е.Е. Совга¹

¹ *Морской гидрофизический институт РАН, science-mhi@mail.ru*

² *Севастопольское отделение Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова*

В работе исследовалась акватория Гераклейского полуострова подверженная опосредованному влиянию Севастопольских бухт (Севастопольской, Круглой, Стрелецкой, Казачьей, Камышовой, Омеги и Балаклавской), она находится под определенной антропогенной нагрузкой, которая включает: выпуски бытовых и промышленных сточных вод, речной сток, зоны рекреации по побережью. В исследуемом районе расположена магистраль основного канализационного сброса г. Севастополя (более половины всего городского расхода). По материалам океанографической съемки 2-й рейс НИС «Бирюза» 10.09.2015 г., которая включала макро и микро-полигоны, анализировалось содержание нефтепродуктов на микро-полигоне и с использованием нового «синоптического метода» оценена ассимиляционная емкость акватории микро-полигона по отношению к нефтепродуктам и ее экологическое неблагополучие. Рассчитано время (t , сутки), необходимое экосистеме для того, чтобы ассимилировать без ущерба для себя, массу ЗВ в нашем случае нефтепродуктов до уровня ПДК.

Ключевые слова: *нефтепродукты, акватория, Гераклейский полуостров, ассимиляционная емкость, «синоптический метод», экологическое благополучие, сточные воды.*

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE ECOSYSTEM OF THE WATERS OF THE HERAKLEIAN PENINSULA IN THE VICINITY OF DEEP DRAINS

V.A. Ivanov, E.V. Katunina, E.E. Sovga

We investigated water area of the Herakleian Peninsula which is subject to indirect effect of Sevastopol bays (Sevastopolskaya, Kruglaya, Streletsкая, Kazachya, Kamyshovaya, Omega, and Balaclava Bays). This area is under anthropogenic load, which includes domestic and industrial wastewater outlets, river runoff, recreational areas along the coast. The main line of Sevastopol city sewage is in the study area (more than half of total urban discharge). We used the materials of oceanographic surveys of the 2nd voyage of RIV Biruza on 10.09.2015, which included macro and micro-polygons, to analyze the oil content at the micro-polygon and we used the new "synoptic method" to assess the assimilative capacity of the waters of the micro-polygon in relation to oil products and its environmental problems. We calculated time (t , days) the

ecosystem needs to harmlessly assimilate the amount of the pollutant, in our case oil products, to the TLV.

Keywords: *oil products, water area, the Herakleian Peninsula, assimilative capacity, "synoptic method", environmental welfare, waste water.*

Современное экологическое состояние мелководных прибрежных морских акваторий в ряде случаев является критическим и требует научно-обоснованного подхода к его нормализации. В рамках проведения исследований по экологическому состоянию акватории Гераклейского полуострова микро-полигона рейса НИС «Бирюза» 10.09.2015г. исследовалось содержание нефтепродуктов. Исследуемая в работе акватория отличается различными источниками поступления нефтепродуктов. Это практически все бухты Севастополя, в которых расположены стоянки судов, осуществляются транспортные перевозки, береговые источники нефти, бытовые и промышленные стоки. В исследуемой акватории расположена магистраль канализационного сброса г. Севастополя (труба проложена по дну так, что диффузор находится на расстоянии 3.3 км от берега – это более половины всего городского расхода).

Для оценки самоочистительной способности морской акватории в данной работе использована методика расчета ее ассимиляционной емкости (АЕ), характеризующей способность морской экосистемы выдерживать добавление некоторого количества конкретного загрязняющего вещества (ЗВ) без развития необратимых биологических последствий [1]. АЕ имеет размерность потока вещества – массы вещества в единице объема, отнесенной к единице времени.

Цель настоящей работы – оценить содержание нефтепродуктов в акватории Гераклейского полуострова (микро-полигон) в районе нахождения магистрали канализационного сброса Севастополя и оценить ассимиляционную емкость акватории по отношению к нефтепродуктам, ее экологическое благополучие и время ассимиляции ЗВ до уровня ПДК.

Материалы и методы

Проводился химический анализ морских вод на содержание нефтяных углеводородов (НУ), который был выполнен в Лаборатории химии моря СО ФГБУ «ГОИН им. Н.Н.Зубова». Измерение массовой концентрации НУ проводилось методом инфракрасной спектроскопии с применением концентратомера серии КН - 3 согласно РД 52.10.779-2013. Диапазон измерений от 0,02 до 2 мг/л. Метод основан на измерении интенсивности поглощения, обусловленного асимметричными валентными колебаниями С-Н связей метиленовых (-CH₂-) групп углеводородов в ближней ИК-области спектра при длине волны 2926 см⁻¹.

Отбор проб производится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.4.01, ГОСТ Р 51593 и ГОСТ Р 51592. При отборе должен быть исключен захват пленки НУ с поверхности воды. Отобранные пробы помещались в стеклянную посуду, предназначенную для экстракции. Объем отобранной пробы 1,0-1,1 л морской

воды на одно определение. Экстракцию НУ из морской воды проводят не позднее 3 часов после отбора пробы. При невозможности проведения экстракции на месте пробу консервируют 3,0 мл четыреххлористого углерода. Допускается добавление консерванта в пустую емкость до отбора пробы, что и было сделано во время экспедиции «Бирюза» 10 сентября 2015 г. Были отобраны и проанализированы 14 проб.

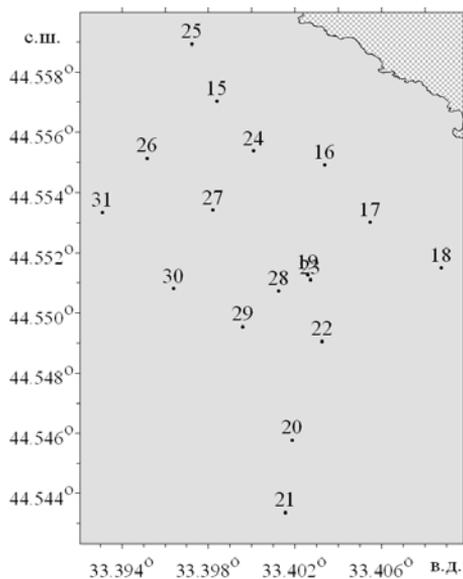


Рисунок 1. Схема и номера станций микро-полигона.

Результаты и обсуждение

«Микро» - полигон 10 сентября 2015 г. с расстояниями около между станциями около 100 – 150 метров, см. схему и номера станций (рис. 1). Результаты представлены в таблице 1 и на рис. 2.

Из приведенных в табл. 1 данных следует, что на трех станциях (29, 27, 24) НУ не обнаружены, на шести станциях содержание НУ не достигает ПДК и только на четырех станциях отмечено превышение ПДК, причем на ст. 22 в три раза.

Результаты оценки самоочистительной способности акватории микро-полигона по отношению к нефтепродуктам

Для условий исследований проводимых на полигоне, где наличие многолетних мониторинговых исследований невозможно для оценки ассимиляционной емкости морских акваторий в работах [2,3] предложено использовать новый «синоптический» метод. Для реализации данного метода не требуется длительных даже повторных наблюдений, достаточно использовать данные одной океанографической съемки. В основе данного метода лежит предположение, что обнаруженное по результатам съемки неоднородное распределение загрязняющих веществ в однородной по физическим параметрам водной массе является следствием протекающих в ней процессов самоочищения, точкой отсчета времени для которых является прохождение последнего шторма на акватории (потому данный метод условно назван «синоптическим») [3].

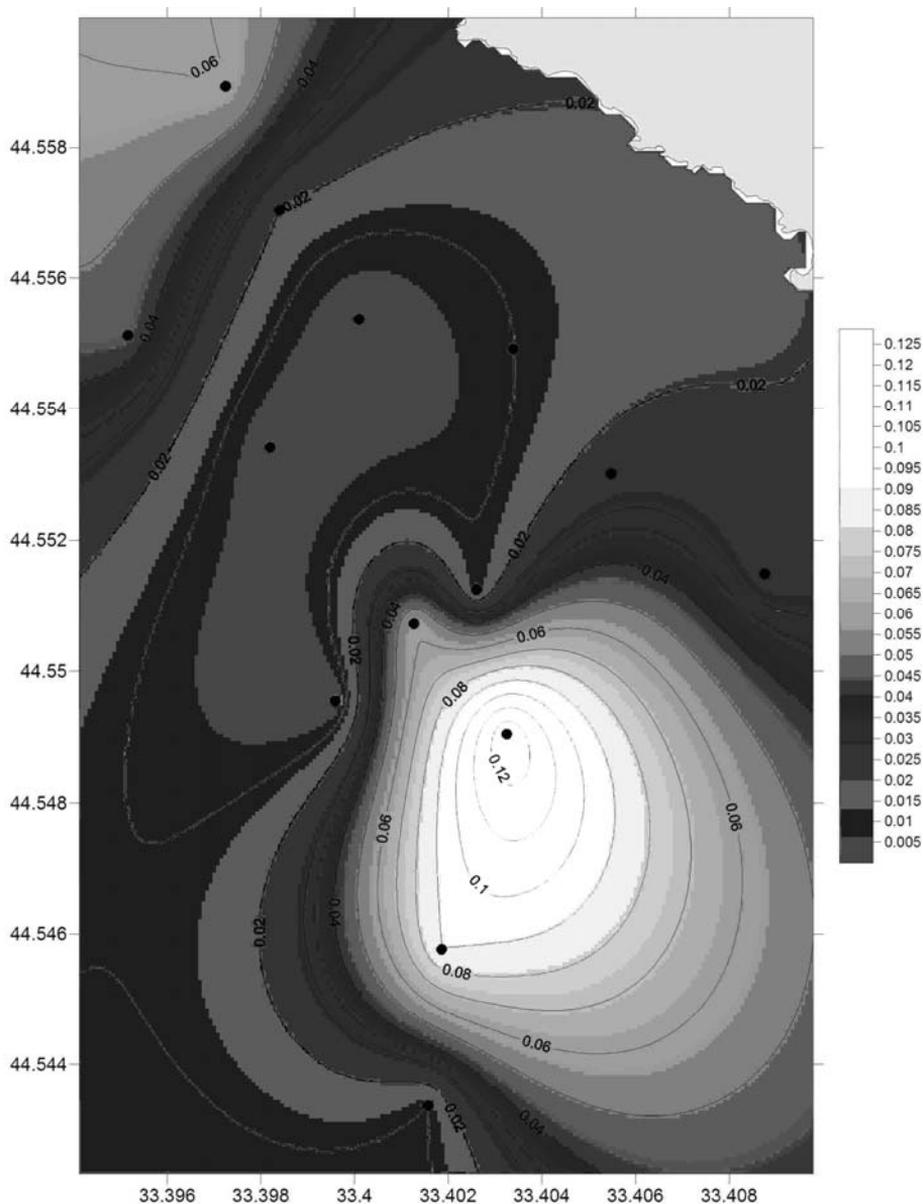


Рисунок 2. Распределение содержания нефтепродуктов в поверхностном слое вод на станциях микро-полигона.

Данный метод основан на анализе неоднородного распределения загрязняющих веществ в водных массах, однородных гидрологически. Для выделения таких масс по данным каждой съемки были построены T, S – диаграммы, на которых водные массы определяются по температуре и солености в придонном и поверхностном слоях вод.

По данным измерений солености и температуры на микро-полигоне присутствовала одна водная масса, ее объем составил при глубине поверхностного слоя 0.5 и площади микро-полигона $1.2 \text{ км}^2 = 0.6 \text{ км}^3$

В качестве показателя неоднородного распределения загрязняющих веществ использовалась разница между максимальной ($C_{\text{макс}}$) и минимальной ($C_{\text{мин}}$) концентрацией, вычисленная для конкретного ЗВ и каждой водной массы. Причиной неоднородности являются процессы самоочищения, а точкой отсчета для этих процессов выступает дата последнего шторма. В работе [3] эта дата была условной, обозначалась как N и рассматривалась в нескольких вариантах: 5, 10, 15, 20 и 25 суток. Для микро-полигона в настоящей работе рассчитывался вариант, где $N = 2$ суток.

Таким образом, скорость потока загрязняющих веществ, проходящего через единицу объема воды, определялась как отношение $(C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}) / N$. Как было показано в [3] для того, чтобы установить скорость потока ЗВ, которая не приносит вреда экосистеме (это значение и является ассимиляционной емкостью) данное соотношение должно быть умножено на $C_{\text{пдк}}/C_{\text{макс}}$, где $C_{\text{пдк}}$ – предельно-допустимая концентрация ЗВ в воде. Расчет ассимиляционной емкости производится по формуле:

$$A = [(C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}) / N] \cdot C_{\text{пдк}} / C_{\text{макс}}$$

Размерность A в данном случае соответствует размерности концентрации загрязнителя в воде. Если концентрация выражена в мкг/л, то размерность A будет мкг/л·сут. Для того, чтобы рассчитать A исследуемой акватории необходима информация об объеме воды исследуемого участка и рассчитывается на календарный год (365 суток).

Помимо ассимиляционной емкости можно рассчитать нагрузку загрязняющих веществ по формуле (в мг/л·сут):

$$H = (C_{\text{макс}} - C_{\text{сп}}) / N$$

При $H \geq A$ делается вывод об экологическом неблагополучии водной массы, при $H \leq A$, наоборот, об экологическом благополучии. Также можно рассчитать время (t , сутки), необходимое экосистеме для того, чтобы ассимилировать без ущерба для себя, массу ЗВ до уровня ПДК. Соответственно данный расчет производится только при условии, что $C_{\text{макс}} \geq \text{ПДК}$. Для расчетов используется:

$$t = (C_{\text{макс}} - C_{\text{пдк}}) / A$$

Ниже приведены результаты расчета всех перечисленных параметров для микро-полигона. Расчет ассимиляционной емкости (A Е) на микро-полигоне

$$A = [(C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}) / N] \cdot C_{\text{пдк}} / C_{\text{макс}}$$

вариант, где N равно 2 суток

$$A = [(0.13 - 0) / 2N] \cdot 0.05 / 0.13 = 0.025 \text{ мг/л·сут}$$

$$AE = 0.025 \text{ мг/л в сутки или } 9.125 \text{ мг/л·год}$$

или 5.475 тонн в год для всего объема поверхностного слоя вод (0.5 м) исследуемого микро-полигона ($0.6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$).

Для расчета экологической нагрузки на акваторию необходимо применять соотношение (мг/л·сут):

$$H = (0.13 C_{\text{макс}} - C_{\text{сп}} 0.044) / 2N$$

причем, $H = 0.043$ мг/л сутки.

На микро-полигоне $H \geq AE$ $0.043 \geq 0.025$, что свидетельствует об экологическом неблагополучии на полигоне.

Также рассчитывалось время (t, сутки), необходимое экосистеме для того, чтобы ассимилировать без ущерба для себя, массу ЗВ в нашем случае нефтепродуктов до уровня ПДК.

$$t = (0.13C_{\text{макс}} - 0.05C_{\text{пдк}}) / A = 3.2 \text{ суток}$$

С целью оценки экологической ситуации в акватории микро-полигона в той же экспедиции кроме нефтепродуктов, оценивалось содержание биогенных элементов в поверхностном и придонном слоях вод (данные БОД МГИ), которые сравнивались с их содержанием в акватории наиболее загрязненной части Севастопольской бухты Южной бухты. В табл. 2 приведены пределы колебаний содержания биогенных элементов на поверхностном и придонном горизонтах акватории микро-полигона осредненные для некоторых станций и Южной бухты по среднесуточным данным работы [1].

Из данных табл. 2 следует, что кроме нитритов и нитратов акватория микро-полигона является более загрязненной биогенными элементами, чем акватория Южной бухты, что по-видимому связано с расположением на микро-полигоне магистрали канализационного сброса г. Севастополя.

Таблица 1. Содержание нефтепродуктов в пробах морской воды на станциях микро-полигона методом ИК-спектрофотометрии (концентраномер серия КН-3).

№ п.п.	№ Ст.	Дата отбора пробы	№ пробы	Координаты		НП С мг/л (ПДК НП - 0.05мг/л)
				Широта	Долгота	
1.		Холостая проба				
2.	22	10.09.15	5	44 ⁰ 54905	33 ⁰ 40325	0.130
3.	20		12	44.54577	33.40186	0.090
4.	28		11	44.55072	33.40126	0.060
5.	25		8	44.55893	33.39725	0.060
6.	15		1	44.55704	33.39840	0.020
7.	16		2	44.55492	33.40339	0.010
8.	17		3	44.55301	33.40548	0.025
9.	18		4	44.55149	33.40875	0.025
10.	19		6	44.55125	33.40260	0.010
11.	24		7	44.55537	33.40009	Не обн.
12.	26		9	44.55513	33.39516	0.045
13.	27		10	44.55341	33.39820	Не обн.
14.	21		13	44.54337	33.40157	0.010
15.	29		14	44.54955	33.39959	Не обн.

Таблица 2. Сравнительные данные содержания биогенных элементов в водах акватории микро-полигона и в Южной бухте Севастопольской бухты на поверхностном и придонном горизонтах.

№ пп	Биогенные элементы МкМ/л	На микро-полигоне 10.09.2015г.		Акватория Южной бухты (Севастополь)		Превышение зарегистрировано
		Поверх.	Дно	Поверх.	Дно	
1.	Кремний	1.25	8.17	2.51	6.85	на микро-полигоне
2.	Аммоний	13.54	4.26	2.0	2.65	на микро-полигоне
3.	Нитриты +нитраты	1.11	1.98	3.0	10.2	в Южной бухте
4.	Фосфаты	0.74	0.26	0.30	0.17	на микро-полигоне

Выводы

Таким образом, в результате проведенных гидрохимических исследований показано, что микро-полигон является экологически неблагополучной акваторией, как по содержанию биогенных элементов, так и нефтепродуктов.

Рассчитанная величина ассимиляционной емкости акватории поверхностного слоя вод в отношении нефтепродуктов по данным океанографической съемки показала, что для акватории характерно экологическое неблагополучие и для приведения обнаруженных концентраций нефтепродуктов до уровня ПДК потребуется до 3.2 суток.

Работа выполнена в рамках Договора № 2014-10/5-МГИ от «10» октября 2014 г. между НИИ «АЭРОКОСМОС» и ФГБУН МГИ РАН как часть ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0110, шифр «Диагностика»)

Литература:

1. Иванов В.А., Совга Е.Е., Мезенцева И.В., Хмара Т.В., Слепчук К.А. Оценки самоочищающей способности экосистемы Севастопольской бухты по отношению к неорганическим формам азота // Процессы в геосредах. 2015. № 2. С. 55-66.
2. Соколова В.В., Светашева Д.Р., Держинская И.С. и др. Оценка ассимиляционного потенциала и ассимиляционной емкости Северного Каспия по отношению к нефтяному загрязнению // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. № 10. С. 40 – 44
3. Монахова Г.А., Абдурахманов А.М, Ахмедова Г.А. и др. Оценка ассимиляционной емкости акватории лицензионного участка «Северо-Каспийская площадь» в отношении углеводородов с использованием нового «синоптического» метода // География и геоэкология Юг России: экология, развитие. 2011. №4. С. 207 – 212.