

О.А.Миронов, И.П.Муравьева, Т.О.Миронова

*Институт биологии южных морей НАН Украины, г.Севастополь***НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БЕРЕГОВ СЕВАСТОПОЛЯ**

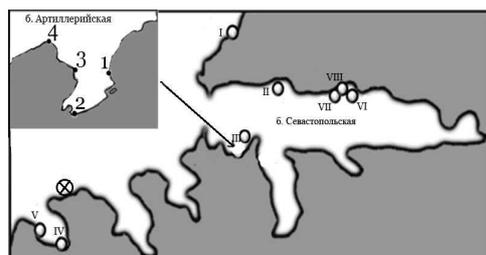
Приводятся результаты изучения загрязнения береговых структур при низких уровнях нефтяных углеводородов в морской воде. В прибрежных водах и берегах на границе с морем нефтяные углеводороды в концентрациях, не достигающих поражающего уровня для морской биоты вступают в сложные взаимодействия с гидробионтами. Первым этапом этого процесса является накопление или поверхностное загрязнение морских организмов-обрастателей. Такие данные являются составной частью мониторинга прибрежных акваторий и первым этапом изучения роли биопотоков нефтяных углеводородов в общем потоке нефтяного загрязнения у морских берегов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *берег, нефтяные углеводороды, морские обрастания.*

Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт изучаются многие десятилетия [1, 2]. Однако данные по нефтяному загрязнению узкой контактной зоны «суша – море», где сталкиваются потоки загрязняющих веществ, поступающие с берега и со стороны моря, весьма ограничены. Здесь можно выделить районы прибрежных наносов (зона супралиторали), различного гранулометрического состава, а также скальных образований и гидротехнических сооружений, уходящих под воду, а также зарослевые сообщества макрофитов мелководной зоны.

Изучение уровня и динамики нефтяного загрязнения этих структур, а также морской воды, омывающей эти структуры, явилось целью настоящей работы. Район проведения исследований представлен на рис.1.

Наряду с изучением Севастопольской бухты в целом, в последние годы работы проводились на полигонах, расположенных в акваториях, активно используемых в хозяйственных и рекреационных целях [3]. Одним из таких полигонов является б.Артиллерийская, берега которой в настоящее время представлены вертикальными стенками набережной. На полигоне в б.Артиллерийской (рис.1) были выбраны 4 станции. Одна – в глубине бухты (ст.2), две – на выходе из бухты (ст.1 и 3) и одна – в районе пляжа Хрустальный (ст.4). Такое распределение станций позволяет охватить в целом экологическую ситуацию в бухте, которая изучается на протяжении нескольких десятилетий [4]. Пробы отбирались ежеквартально на протяжении 2010



Р и с . 1 . Схема расположения станций отбора проб.

- – 1, 2, 3, 4 – станции отбора микро- и макрообрастаний
- – I – VIII – станции отбора проб прибрежных наносов
- ⊗ – район взятия проб в парке Победы

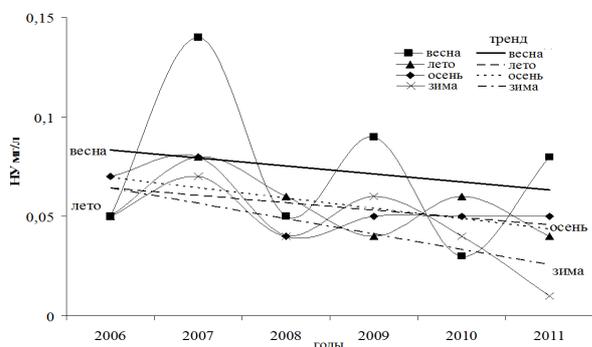
– 2011 гг. Для отбора проб в зимние месяцы использовалась специальная экипировка. Методика сбора и обработки материала докладывалась на семинаре в Кацивели [5]. Другие полигоны имели пологие берега различной гранулометрической структуры.

Уровни нефтяного загрязнения морской воды в регионе Севастополя за многолетний период изложены во многих работах, в том числе цитируемых выше монографиях [1, 2]. Поэтому приведем данные за последние годы (2006 – 2011 гг.) только по динамике нефтяного загрязнения морской воды на полигоне в бухте Артиллерийской у вертикальной стенки набережной (ст.1) и на мелководье у пологих берегов таких рекреационных зон региона Севастополя как каменистые пляжи Приморского бульвара и Парка Победы за 2009 – 2010 гг. Пробы отбирались вручную с поверхностного горизонта 1-литровым батометром в Артиллерийской бухте с берега, а в районах пляжей с глубины около 1 м. Данные по Артиллерийской бухте представлены на рис.2.

Как видно из рис.2, во все сезоны прослеживается тенденция к уменьшению содержания нефтяных углеводородов (НУ) в морской воде от 2006 к 2011 гг., о чем свидетельствует угол наклона трендов. Аналогичная картина наблюдается и в районе каменистых пляжей (рис.3). Это может быть связано с некоторой общей стабилизацией экологической обстановки для всей Севастопольской бухты в целом [2]. Динамика содержания нефтяных углеводородов в морской воде и ее линейные тренды в районе каменистых пляжей представлены на следующем рис.3.

Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) для нефти в морской воде было в основном отмечено в месяцы, когда антропогенная нагрузка на прибрежные акватории возрастает. В целом можно говорить о достаточно близких уровнях нефтяного загрязнения морской воды в районе Артиллерийской и открытой прибрежной акватории региона Севастополя. Таким образом, в период проведения настоящей работы берег омывался морской водой, имеющей низкие, в основном близкие к ПДК уровни нефтяного загрязнения.

Береговые структуры естественного и антропогенного происхождения в зоне контакта с морской водой могут иметь различную степень обрастания. Не вдаваясь в подробности процесса обрастания отметим различную мощность развития организмов-обрастателей от слизистой пленки, состоящей из

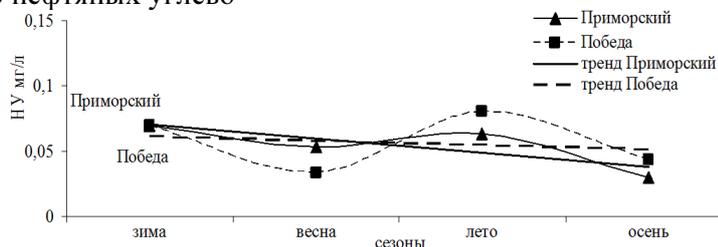


Р и с . 2. Сезонная динамика содержания нефтяных углеводородов и их линейные тренды в морской воде Артиллерийской бухты.

бактерий и микроводорослей до многослойных структур гидробионтов, достигающих до 100 кг/м².

Одним из факторов, определяющих распределение в прибрежных наносах НУ при низких уровнях нефтяного загрязнения морской воды, является их гранулометрический состав. В работе Замысловой [6] было рассчитано, что наибольшее ко-

личество нефтяных углево-



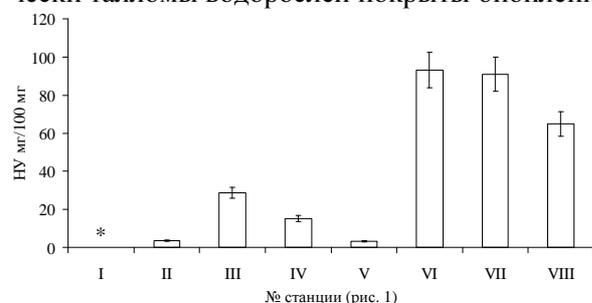
Р и с . 3 . Динамика содержания нефтяных углеводородов в морской воде и ее линейные тренды в районе каменистых пляжей.

дородов при мономолекулярном слое их распределения содержится на частицах с линейными размерами 2 – 4 мм. Другим фактором может быть локальный источник загрязнения, что видно на рис.4 (ст. III, VI – VIII).

Приведенные на рис.4 данные показывают, что наибольшие уровни загрязнения фиксируются в центральной части северного побережья Севастопольской бухты (б. Голландия – ст. VI – VIII), где наблюдается периодический сброс канализационных стоков. Следует отметить, что по многолетним мониторинговым исследованиям [1, 2] центральная часть Севастопольской бухты имеет наиболее высокие концентрации нефти. Этим можно объяснить повышенное (по сравнению с другими районами) уровень нефтяного загрязнения на ст. III (район Приморского бульвара). Обращает на себя внимание и ст. IV – кутовая часть бухты Круглой. Здесь возможно поступление НУ с проходящей рядом автомобильной трассы.

В отличие от наносов, где отсутствует макрообрастания, у других берегов большую роль в распределении нефтяного загрязнения играют морские организмы. В условиях развития жизни загрязнение из морской воды воздействует на берег через живой барьер. Это сложный процесс, являющийся самостоятельным предметом исследований. Поэтому остановимся только на уровнях нефтяного загрязнения некоторых организмов обрастания.

Выше указывалось на многослойность и разнообразие обрастаний. Поэтому рассмотрим более простую систему «макроводоросли – микрообрастания». Как известно, поверхность водорослей-макрофитов и других водных растений является местом поселения микроводорослей, которые могут достигать большого развития, придавая макрофитам «пушистый» вид. Фактически талломы водорослей покрыты биопленкой, которая первой принимает



Р и с . 4 . Уровни загрязнения прибрежных наносов мг/100мг (средние величины за 1999 – 2002 гг). * – наблюдалось в следовом количестве.

на себя НУ, находящиеся в морской воде. Как известно, сама биопленка представляет сложное образование, куда помимо микроводорослей входят бактерии, инфузории и другие микроорганизмы. Поэтому в этой биосистеме идет трансформации органического вещества, включая НУ, с образованием детрита, который

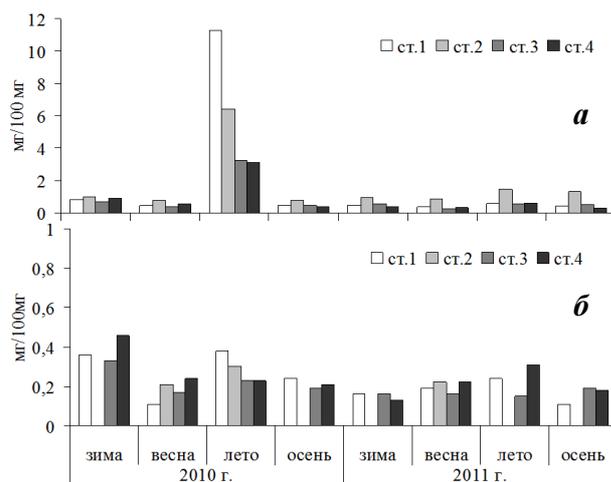
является неотъемлемой частью этой биологической структуры. Содержание в ней НУ представлено на рис.5, а.

Как видно из рис.5, а, летом 2010 г. получены аномально высокие значения содержания нефтяных углеводородов в микроперифитоне. Статистические тесты [7] показали, что значения, полученные на ст.1 и 2 летом 2010 г. не являются частью общей выборки при уровне значимости 95 %, а, скорее всего, являются следствиями приноса нефтепродуктов из Севастопольской бухты, которые накопились на поверхности микроперифитона.

На первый взгляд это противоречит данным по содержанию НУ в морской воде летом, пробы которой отбирались одновременно с обрастаниями. Однако известно, что уровень нефтяного загрязнения поверхности морской воды Артиллерийской бухты может существенно меняться на протяжении нескольких часов [1]. По-видимому, такое загрязнение предшествовало времени отбора проб и распространялось из центральной части Севастопольской бухты вдоль побережья Приморского бульвара, о чем свидетельствуют уровни загрязнения микроперифитона на ст.5 и 8. Подобное распространение нефтяной пленки неоднократно наблюдалось визуально в прошлые годы. Результаты определения концентрации НУ в водорослях-макрофитах из образцов Артиллерийской бухты представлены на рис.5, б.

Из рис.5, б можно сделать вывод о том, что полученные значения концентрации нефтяных углеводородов в водорослях-макрофитах на всех четырех станциях были подвержены наименьшей флуктуации во все сезоны наблюдений по сравнению с другими объектами обрастаний. Это может быть связано с тем, что нефтяные углеводороды осаждаются в основном на микроперифитоне, покрывающем поверхность макрофитов, и практически не проникают в талломы водорослей.

Таким образом, береговые структуры, находящиеся в контакте с морской водой, покрыты обрастаниями той или иной интенсивности. Прибреж-



Р и с . 5 . Концентрация нефтяных углеводородов (мг/100 мг сухого веса) в микроперифитоне + детрит (а) и в водорослях-макрофитах из образцов на ст.1 – 4 (б) в Артиллерийской бухте.

ное мелководье, являющееся продолжением берега, также является субстратом для поселения морских гидробионтов. В зависимости от гранулометрического состава дна и гидродинамических процессов на мелководье, степень обрастания может быть от первичной пленки – «скользящие камни» до развития разнообразной и обильной жизни в зарослевых сообществах.

В прибрежных водах и берегах на границе с морем нефтяные углеводороды при малых кон-

центрациях, не достигающих поражающего уровня, вступают в сложные взаимодействия с морской биотой. Изучение этих процессов является составной частью мониторинга прибрежных акваторий и первым этапом изучения роли биопотоков нефтяных углеводородов в общем потоке нефтяного загрязнения у морских берегов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алемов С.В.* Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003.– 185 с.
2. *Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / Под ред. О.Г.Миронова.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– 192 с.
3. *Миронов О.Г.* Санитарно-биологические исследования на морских полигонах в Севастопольских бухтах (Чёрное море) // *Экология моря.*– 2009.– вып.77.– С.84-87.
4. *Миронов О.Г., Алемов С.В., Осадчая Т.С., Гусева Е.В., Миронова Т.О., Муравьева И.П., Миронов О.А., Енина Л.В., Алифанова Д.А., Волков Н.Г.* Мониторинг экологического состояния бухты Артиллерийская (Севастополь, Черное море) // *Морской экологический журнал.*– 2012.– т.XI, № 1.– С.41-52.
5. *Миронов О.А.* Методы и результаты мониторинга нефтяного загрязнения в прибрежной акватории региона Севастополя // *Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– вып.25.– С.45-52.
6. *Замыслова Т.Н.* Расчёт количества нефтяных углеводородов в прибрежных наносах при условии образования мономолекулярного слоя на поверхности частиц // *Морской экологический журнал.*– 2009.– т.VII, № 1.– С.37-41.
7. *Dixon W.J., Massey F.J.* Introduction to statistical analysis (4th ed.).– NY: McGraw-Hill, 1983.– 356 p.

Материал поступил в редакцию 15.09.2011 г.

АНОТАЦІЯ. Наводяться результати вивчення забруднення берегових структур при низьких рівнях нафтових вуглеводнів в морській воді. У прибережних водах і берегах на кордоні з морем нафтові вуглеводні в концентраціях, що не досягають вражаючого рівня для морської біоти вступають в складні взаємодії з гідробіонтами. Першим етапом цього процесу є накопичення або поверхневе забруднення морських організмів-обратателів. Такі дані є складовою частиною моніторингу прибережних акваторій і першим етапом вивчення ролі біопотоков нафтових вуглеводнів в загальному потоці нафтового забруднення морських берегів.

ABSTRACT. The results of the study of coastal structures pollution at low levels of oil hydrocarbons in the sea water are given. Oil hydrocarbons at concentrations that do not reach damaging levels for marine biota enter into complex interactions with marine life in coastal waters and sea shores. The first step of this process is the accumulation or surface contamination of marine fouling organisms. These data are a part of the monitoring of coastal waters and the first step in studying the role of oil hydrocarbons bioflows in the general flow of the oil pollution at sea coast.