

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРЯ У БЕРЕГОВ ОДЕССЫ

В статье анализируется уровень нефтяного загрязнения акватории у берегов Одессы в период 2005–2007 гг. и дается сравнение этого уровня с аналогичным уровнем периода 1988–1999 гг. Приведена сезонная динамика нефтяного загрязнения, связанная с изменчивостью гидрологических условий. Показана роль динамики вод в пространственном распределении нефтяного загрязнения воды и донных осадков.

Ключевые слова: загрязнение нефтепродуктами, гидрологические условия, динамика вод, Одесский район СЗЧМ.

Вступление. Целью настоящей статьи является анализ современного состояния уровня нефтяного загрязнения вод и донных осадков Одесского района северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) и выявление тенденций его изменения по сравнению с уровнем нефтяного загрязнения периода 1988–1999 гг.

В предыдущих работах по настоящей теме [1, 2, 3] проанализирован уровень нефтяного загрязнения в акватории Одесского района СЗЧМ по результатам исследований Одесского филиала Института биологии южных морей НАН Украины за период 1988–1999 гг. Анализ позволил выявить основные закономерности сезонной динамики и пространственного распределения нефтяного загрязнения морских вод и донных осадков в этот период. Полученная информация была также включена в созданный в институте банк данных загрязняющих веществ. После 5-летнего перерыва исследования нефтяного загрязнения акватории Одесского региона были возобновлены в 2005 г. и проводятся до настоящего времени.

Нефтепродукты (НП) относятся к наиболее распространенным и опасным веществам, загрязняющим воды. В литературе широко освещены биологические аспекты нефтяного загрязнения [4]. В больших концентрациях НП губительны практически для всех водных организмов. Длительное воздействие незначительных концентраций НП на водную экосистему изменяет биологическую структуру сообществ и нарушает условия существования живых организмов. Мониторинговое изучение нефтяного загрязнения прибрежной зоны моря в районе г. Одессы в условиях планируемого развития морского нефтегазотранспортного комплекса играет важную роль в решении региональных природоохранных проблем.

Район исследований. Район исследований представляет собой акваторию северо-западной части Черного моря, ограниченную с запада и севера береговой чертой от Сухого лимана до Григорьевского лимана. Сетка станций отбора проб воды и донных осадков создавалась с учетом местоположения источников загрязнения и рельефа дна акватории (рис. 1).

Методы исследований. Определение содержания НП в морской среде осуществлялось с использованием экстракционных методов инфракрасной и ультрафиолетовой спектрофотометрии [5, 6]. Как дополнительные, при изучении степени трансформации компонентного состава НП применялись методы тонкослойной и газожидкостной хроматографии. Для оценки уровня загрязнения вод изучаемого района НП используется значение 0,05 мг/л, соответствующее рыбохозяйственной ПДК в морской воде. Для донных осадков санитарно-экологические нормативы содержания НП отсутствуют.

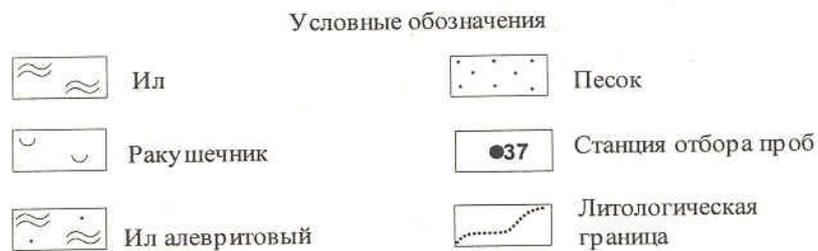
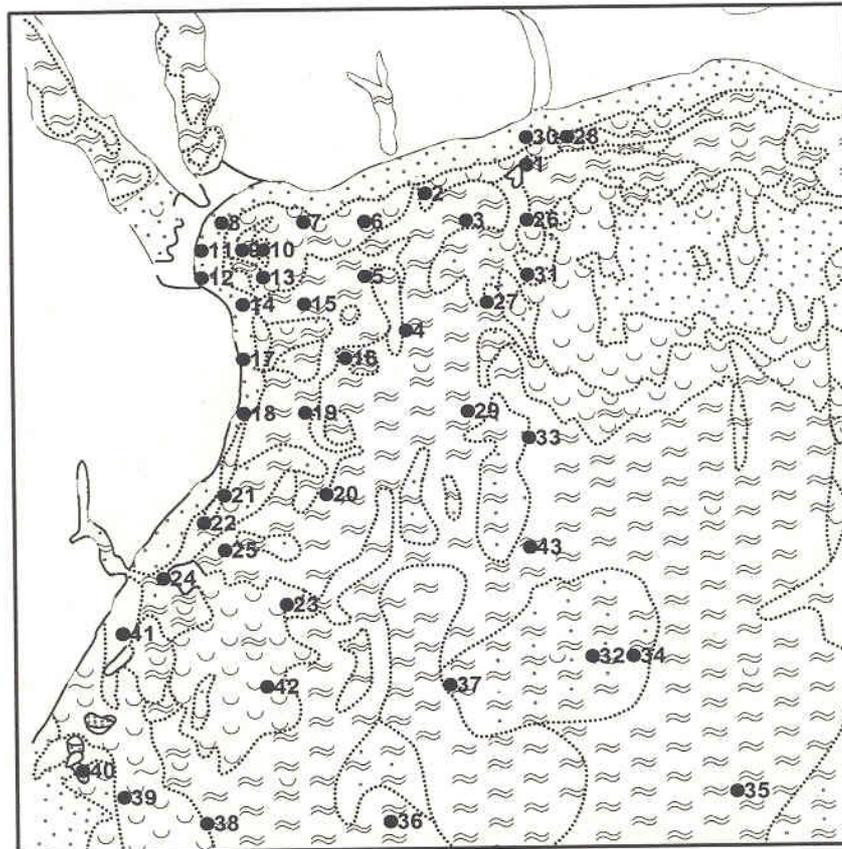


Рис. 1 – Схема станций мониторинга акватории Одесского района.

Результаты исследований и их анализ. Основными источниками загрязнения изучаемой акватории являются сбросы СБО «Южная» и СБО «Северная», выпуски Одесского, Южного и Илличевского портов. НП попадают в акваторию также с ливневыми и дренажными водами. Свой вклад вносит судоходство. Поступают НП и со стоком рек Днепр и Южный Буг, чему способствует существующая в Одесском районе циклоническая циркуляция вод.

Сезонная динамика, пространственное распределение НП в воде, накопление их в донных осадках, а также процессы их деструкции во многом обусловлены гидрологическими условиями исследуемой акватории.

В районе наблюдается выраженная сезонная изменчивость гидрологического режима. Гидрологическими сезонами являются: весна (апрель, май, июнь), лето (июль, август, сентябрь), осень (октябрь, ноябрь, декабрь) и зима (январь, февраль, март) [7].

Одесский район является приустьевым районом, поскольку в формирование его гидрологической структуры значительный вклад вносит сток рек Днепр и Южный Буг.

В весенний период пространственная изменчивость термохалинной структуры вод района определяется стоком Днепра и Южного Буга. В летний период влияние пресного стока ослабевает и главной особенностью, определяющей пространственную изменчивость термохалинной структуры вод, является часто наблюдаемый у берегов апвеллинг при ветровых сгонах. В результате этого в прибрежной полосе часто наблюдается вода пониженной температуры и повышенной солености по сравнению с открытой частью акватории. В осенний период снова возрастает влияние пресного стока рек.

Поступающие в акваторию от источников загрязнения НП переносятся течениями. При анализе данных натуральных измерений течений установлено, что в поверхностном слое в районе наибольшую повторяемость имеет циклонический характер суммарной циркуляции вод. В прибрежной полосе у западного берега, в течение года наибольшую повторяемость в поверхностном слое имеют суммарные южные течения. Наибольшие скорости течений наблюдаются в поверхностном слое. У дна течения слабые и неустойчивые. А модельные расчеты установившейся ветровой циркуляции свидетельствуют, что главной особенностью этой циркуляции в Одесском районе является образование в акватории баротропных круговоротов разной завихренности (циклонической либо антициклонической) [8]. Эти круговороты обусловлены направлением действующего ветра, конфигурацией береговой линии и рельефом дна. Центрами этих круговоротов являются Одесская котловина и Одесская банка. При умеренных ветрах вдали от берегов скорости течений в поверхностном слое невелики, около 10 см/с. Вблизи берегов и над Одесской банкой скорости ветровых течений в поверхностном слое достигают значений 20–25 см/с. При более сильных ветрах скорости течений возрастают до 50 см/с. У дна течения слабые. Здесь они направлены в противоположную сторону по отношению к поверхностным, т.е. в Одесском районе выявлена двухслойная вертикальная структура ветровой циркуляции. В прибрежной полосе доминирует постоянный вдольбереговой поток южного направления от поверхности до дна.

Существуют в Одесском районе и значительные термохалинные течения. При расчетах термохалинных течений установлено, что в акватории образуются круговороты циклонического и антициклонического характера в соответствии с реально существующими полями плотности. Главной особенностью термохалинной циркуляции вод района является ее сезонная выраженность. Весной и осенью под действием внешних факторов формируются такие поля плотности, при которых возникает интенсивная термохалинная циркуляция циклонического характера. В летний период на всей акватории Одесского района преобладает слабый антициклонический круговорот, что является следствием прибрежного апвеллинга и сокращения в этот период речного стока и ослабления ветровой деятельности. Скорости термохалинных течений на поверхности моря в зонах резких градиентов плотности могут достигать 50 см/с. С глубиной скорости термохалинных течений уменьшаются и у дна они близки к нулю [9].

Характер как ветровой, так и термохалинной циркуляции, в которой имеют место круговороты над Одесской котловиной, несомненно, препятствует выносу НП за пределы акватории и способствует постепенному их накоплению в донных осадках котловины.

Такие особенности циркуляции вод исследуемого района при наличии постоянных источников загрязнения НП, низкая интенсивность процессов самоочищения морской среды от нефтяных углеводородов в прибрежной зоне Одессы в

1988–1999 гг. привели к хроническому нефтяному загрязнению акватории - среднегодовая величина содержания НП в поверхностных водах в тот период составляла 1–1,5 ПДК. В придонном слое средние величины содержания НП были несколько ниже - 0,8–1,0 ПДК [1]. Наиболее загрязненными были пробы морской воды, отобранные на станциях, расположенных на судоходных трассах, якорных стоянках и в районах сбросов сточных вод.

Исследования 2005–2007 гг. показали значительное снижение уровня загрязнения морских вод района по сравнению с периодом 1988–1999 гг. Так в 2005 г. в весенний и зимний период содержание НП в поверхностном слое было на 40 % ниже значений прошлых лет, а в летний период на 30 %. В летней съемке 2007 г. отмечен самый низкий уровень нефтяного загрязнения поверхностных вод - 0,2–0,8 ПДК. Превышение ПДК в водах поверхностного и придонного слоев отмечалось только в зоне судоходного канала Одесского порта и в районах сброса сточных вод СБО «Северная» и СБО «Южная».

Ежемесячно в течение 2007 г. года проводился отбор проб морской воды в прибрежной рекреационной зоне (у биостанции Одесского национального университета, между пляжами Дельфин и Аркадия). Из 48 проанализированных проб незначительное превышение ПДК зафиксировано лишь в 5 % случаях.

Надо отметить, что климатические особенности лета 2007 г. (сильнейшая засуха) привели к значительному снижению стока пресных вод Днепро-Бугского генезиса, а также сокращению ливневых стоков, смывающих НП с территорий городов и портов, что, возможно, и явилось причиной снижения нефтяного загрязнения моря.

Значительную роль в экологическом состоянии морской среды района играет углеводородный состав нефтяного загрязнения, от которого зависит скорость процессов деградации НП в морской среде и воздействие их на гидробионты. В последние годы наблюдается тенденция к изменению углеводородного состава нефтепродуктов в морской среде. Наши исследования показали, что в составе НП, присутствующих в морской среде преобладают трудноокисляющиеся трансформированные углеводороды техногенного происхождения, поступающие от местных источников и приносимые с речным стоком. Доля метано-нафтеновой фракции в их составе минимальна. Доминируют полиароматические и полициклические углеводороды, накопление которых происходит в придонных слоях вод прибрежных и мористых станций. На фоне снижения уровня содержания НП в морской воде отмечается возрастание содержания органических соединений, содержащих карбоксильные, карбонильные и азотсодержащие функциональные группы, что связано с деструкцией НП и денатурацией биогенных органических соединений.

Главным источником «свежих» НП в прибрежной зоне моря, по-видимому, являются аварийные разливы с судов (летом 2006 г. в результате разлива в Одесском порту в воду попало около 75 т нефтепродуктов), и судоходство в целом.

В настоящее время сохраняется выявленная ранее сезонная изменчивость содержания НП в прибрежных морских водах. В весенний период увеличение объемов речного стока приводит к росту уровня нефтяного загрязнения вод как поверхностного, так и придонного слоев акватории. В летний период уровень нефтяного загрязнения прибрежных вод снижается, прежде всего, за счет увеличения самоочищающей способности морской среды в результате интенсивной биохимической деструкции. Нередко наблюдаемые в этот период ветровые сгонные явления, вызывающие апвеллинг, также способствуют снижению уровня загрязнения НП вблизи берегов. В этот период и пресный сток минимален. Осенью, с понижением температуры воды и некоторым увеличением пресного стока рек наблюдается некоторый рост уровня

загрязнения НП. В зимний же период, при усилении интенсивности гидродинамических процессов, большая часть НП выносится за пределы акватории в открытое море.

Донные осадки - конечный этап миграции загрязняющих веществ, поэтому величины содержания НП в донных осадках являются надежным индикатором загрязнения морской среды. Пространственное распределение НП в донных осадках очень неравномерно и зависит от таких факторов как гидродинамика вод, рельеф дна, наличие постоянных источников загрязнения, а также от физических свойств донных осадков и их сорбционной способности. Происходящие на поверхности раздела «вода-донные осадки» сложные физические, химические и биологические процессы могут изменять физическое и химическое состояние углеводородов. При этом, связанные с взвешенными частицами НП могут вновь перейти в толщу воды.

В рельефе дна района основную часть занимает палеодолина Днепра, протянувшаяся узким пятикилометровым по ширине желобом от Днепро-Бугского лимана на запад и отделяющая Одесскую банку от прибрежного склона. У западного края банки Днепровский желоб принимает меридиональное направление и образует в центральной части Одесского района котловину с глубинами около 25 м, в илистых осадках склонов которой накапливается основная масса НП, адсорбированных на взвешенном веществе и оседающих с ним на дно. Седиментационными ловушками являются также судоходные каналы портов и другие депрессии дна. Такому характеру накопления НП способствует и вышеописанная циркуляция вод Одесского района.

В табл. 1 приведены величины содержания НП в донных осадках в целом по Одесскому району за период 1993–2007 гг.

Таблица 1 – Содержание НП в донных осадках Одесского района (в числителе - пределы колебаний показателя, в знаменателе - среднее значение)

Период исследований (годы)	Содержание НП (мг/г сухого вещества)
1993	<u>0,15–15,80</u> 3,4
1994	<u>0,12–3,90</u> 0,8
1995	<u>0,11–2,40</u> 0,9
1996	<u>0,80–10,40</u> 2,5
1997	<u>0,12–2,10</u> 0,6
1998	<u>0,01–3,05</u> 0,77
1999	<u>0,15–1,74</u> 0,70
2005	<u>0,02–4,00</u> 1,12
2006	<u>0,04–3,85</u> 0,68
2007	<u>0,10–1,18</u> 0,52

В период исследований 1988–1999 гг. содержание НП в донных осадках района колебалось от 0,1 до 19,4 мг/г сухого грунта. В илистых донных осадках судоходных каналов, в осадках акваторий портов Одесского и Южного среднее содержание НП составляло 2,47 мг/г сухого грунта, а в донных осадках на склонах Одесской котловины - 5,7 мг/г сухого грунта [3]. Минимальные уровни нефтяного загрязнения отмечались в песчаных осадках Одесской банки - 0,05 мг/г сухого грунта.

В 2006 г. по заказу Одесского порта Одесским филиалом Института биологии южных морей был проведен мониторинг загрязнения свалок грунта. На свалке, расположенной в Одесской котловине максимальное содержание НП в илистом осадке достигало величины 1,21 мг/г сухого грунта, при среднем содержании 0,48 мг/г сухого грунта. В песчаных осадках Одесской банки средняя величина содержания НП в то же время составила 0,05 мг/г, что в 10 раз ниже, чем концентрация, зафиксированная в 1999 г.

Береговые источники загрязнения по-прежнему оказывают сильное влияние на процессы аккумуляции НП в донных осадках. Обычно наиболее загрязненные донные осадки фиксируются в зоне влияния сбросов СБО «Южная». Если в период до 2000 г. величина содержания НП в пробах, отобранных здесь, колебалась в пределах 0,13–2,30 мг/г сухого грунта, то в 2005 г. уровень загрязнения несколько вырос и составил 0,24–2,82 мг/г сухого грунта. А в 2006–2007 гг. зафиксировано снижение содержания НП до величин <1,0 мг/г. В донных осадках, отобранных в прибрежной зоне, находящейся под влиянием сбросов дренажных и ливневых вод величины содержания НП, как и в прошлые годы, превышают 1 мг/г сухого грунта. Надо отметить, что в 2005–2006 гг. снизился уровень загрязнения донных осадков, отобранных в районе судовых ходов и рейдовых стоянок портов Одесский и Южный.

По результатам исследований, проведенных летом 2007 г донные осадки на 70 % станциях отбора проб по содержанию НП можно характеризовать как слабозагрязненные.

В донных осадках качественный состав НП находится в прямой зависимости от гранулометрического состава донных осадков. Тяжелые углеводороды и продукты деградации полиароматических, полициклических и других органических соединений в виде смол и асфальтенов наблюдаются в илистых донных осадках мористых станций.

В целом, в период 2005–2007 гг. средний уровень нефтяного загрязнения донных осадков исследуемой акватории несколько снизился по сравнению с периодом 1988–1999 гг.

Выводы. Результаты исследований показали общую тенденцию к снижению нефтяного загрязнения морских вод и донных осадков Одесского района СЗЧМ в период 2005–2007 гг. по сравнению с периодом 1988–1999 гг. Некоторое улучшение качества морской среды в настоящее время, по-видимому, связано с соблюдением природоохранного законодательства в районе. Возможно, несколько повысилась и самоочищающая способность моря в связи с наблюдающейся в последние годы тенденцией роста среднегодовой температуры воды изучаемой акватории, что в свою очередь связано с потеплением зим в эти годы [10].

Список литературы

1. Савин П.Т., Доценко С.А., Подплетная Н.Ф. Особенности распределения нефтепродуктов и органического вещества в донных отложениях Одесского региона северо-западной части Черного моря // Наукові записки Тернопільського педуніверситету. 2005. – Серія: біологія. – Спеціальний випуск: гідроекологія. – 4(27). – С.205–207.

2. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К: Наукова думка, 2006. – 704 с.
3. Савин П.Т., Подплетная Н.Ф. Сравнительная характеристика нефтяного загрязнения прибрежных и мористых районов Одесского региона // Мат. XXII межд. береговой конф. «Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря». – Геленджик, 2007. – С.278–280.
4. Биологические аспекты нефтяного загрязнения морской среды / Под ред. О.Г. Миронова. – К: Наукова Думка, 1988. – 248 с.
5. Руководство по методам химического анализа морских вод / Под ред. С.Г. Орадовского. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С.118–127.
6. Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях № 93. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – С.14–16.
7. Доценко С.А. Сезонная изменчивость основных гидрологических параметров в Одесском регионе северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2002. – Вып.1(6). – С.47–57.
8. Доценко С.А. Мінливість основних гідрологічних характеристик Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря // Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Одеса, 2003. – 20 с.
9. Тучковенко Ю.С., Доценко С.А., Рубан И.Г. Сезонные особенности термохалинной циркуляции Одесского региона северо-западной части Черного моря // Екологічні проблеми Чорного моря. – Одеса, 2002. – С.249–253.
10. Доценко С.А., Рубан И.Г. Многолетняя и внутривековая изменчивость температуры и солености воды у берегов Одессы // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2002. – Вип.46. – С.332–337.

Гідрологічний режим і сучасний стан нафтового забруднення моря у берегів Одеси.

Доценко С.А., Подплетная Н.Ф., Савин П.Т.

В статті аналізується рівень нафтового забруднення акваторії у берегів Одеси в період 2005-2007 рр. і дається порівняння цього рівня із аналогічним рівнем періоду 1988-1999 рр. Приведена сезонна динаміка нафтового забруднення, пов'язана із сезонною мінливістю гідрологічних умов. Показана роль динаміки вод в просторовому розподілі нафтового забруднення в воді та донних опадах.

Ключові слова: забруднення нафтопродуктами, гідрологічні умови, динаміка вод, Одеський район ПЗЧМ.

Hydrological regime and modern oil pollution of the sea coastal area near Odessa.

Dotsenko S.A., Podplotna N.F., Savin P.T.

The article presents levels of oil pollution of the sea area near Odessa conducted during years 2005–2007. These results are comparing with levels of the sea oil pollution in years 1988–1999. Seasonal changes of the oil pollution considered with season variables of hydrological parameters. The study showed the major role of dynamical factors of seawaters in the space area distribution of oil pollution of seawaters and bottom sediments.

Key words: pollution of oil hydrocarbons, hydrological parameters, waters dynamic, Odessa region of the North-western Black Sea.