

НЕФТЕПРОДУКТЫ В ЭКОСИСТЕМЕ МИРОВОГО ОКЕАНА И ЧЕРНОГО МОРЯ

В.И. Михайлов, М.М. Монюшко

Одесский государственный экологический университет

г. Одесса, ул. Львовская, 15

E-mail: monuyshko@rambler.ru

Анализируется современное состояние загрязнения Мирового океана и Черного моря нефтепродуктами. Предметом исследований является оценка экологического состояния акватории Мирового океана и Черного моря, степени их загрязненности нефтяными углеводородами.

Введение. В настоящее время ухудшение экологической обстановки Мирового океана приобретает действительно общепланетарный характер и несет реальную угрозу.

Наиболее опасным из всех нарушений, вызванных антропогенной деятельностью может оказаться Мировой океан, в том числе и Черное море. В Мировом океане сложно восстановить нарушение равновесия, так как он находится в конечном звене крупномасштабных потоков загрязняющих веществ, так как океаническая ветвь биогеохимических циклов элементов играет существенную роль всего живого на нашей планете.

Загрязнение Мирового океана нефтепродуктами – наиболее яркий пример глобального антропогенного воздействия. В настоящее время в Черном море практически нет такой области, где не ощущалось бы нефтяное загрязнение. Согласно современным оценкам, ежегодно в Мировой океан из различных источников поступает 5–10 млн. т. нефти. Попадание нефтяных углеводородов в морскую среду можно разделить на природные и антропогенные источники поступления. Основными природными источниками нефтяного загрязнения морской среды являются естественные выходы нефти на дне моря и менее значительным источником – эрозионные процессы. Следует отметить, что природные потоки нефти в морскую среду составляют 0,025–2,5 млн. т. в год. К числу важнейших антропогенных источников загрязнения нефтью в Мировом океане относится: до-

быча нефти на шельфе, транспортировка нефти, судоходство, аварии танкеров, аварии судов, обслуживание танкеров в доках, поступление из атмосферы, бытовые стоки, перегонка нефти, неочищенные промышленные воды, дождевая вода с городских территорий, речной сток, захоронение нефтепродуктов в океане.

Материалы и методы исследования.

В основу работы положен анализ результатов экспедиционных исследований, произведенных многочисленными экспедициями по различным международным программам, таким как MARPOLMON, MARPOLMON-P, UNEP, Tasis. Исследования выполнялись на основе натурных данных в специализированных рейсах согласно программе наблюдений на стандартных разрезах в Атлантическом океане, и в Черном море выполняемыми судами Одесского отделения ГОИНа, где проводился отбор проб по трем формам нефти (растворенная и эмульгированная, нефтяная пленка, нефтяные контаминации (комочки)). В частности для рассмотрения загрязнения нефтяными углеводородами Мирового океана и Черного моря была взята растворенная и эмульгированная нефть, т.к. является наиболее устойчивой формой нефти и длительное время сохраняется в морской среде.

Основная часть. Согласно современным оценкам [1] ежегодно в морскую среду из различных источников поступает не менее 5–10 млн. т. нефти в год (таблица 1).

В таблице 1 представлены данные по количеству нефтяных углеводородов поступающих в среднем ежегодно в океан. Естественно, в настоящее время вполне вероятно эта величина увеличивается в связи с увеличением добычи, перевозки нефти. В полной мере это касается акватории Черного моря, которая становится коридором перевозки нефти судами из восточных районов. Для примера можно сказать о том, что в 1995 г. по акватории моря перевезено порядка 55 млн. тонн нефти, а в 2011 г. эта перевозка достигнет около 100 млн. тонн.

Анализируя эколого-экономическую обстановку в Черном море можно сделать вывод, что она стала критической. В настоящее время экосистема резко ухудшилась и находится на грани кризиса по многочисленным причинам.

Таблица 1 – Количество нефтяных углеводородов поступающих в океан ежегодно [1, 2]

№ п/п	Источники	Количество нефтяных углеводородов, млн. тонн/год
1	Добыча нефти на шельфе	0,06
2	Транспортировка нефти	2,13
3	Судоходство	0,2
4	Аварии танкеров	0,4
5	Аварии судов	0,03
6	Поступление из атмосферы	0,6
7	Бытовые стоки	1,3
8	Неочищенные промышленные воды	0,2
9	Дождевая вода с городских территорий	0,2
10	Речной сток	0,7
11	Захоронение нефтепродуктов в океане	0,02
12	Выходы нефти на морском дне	0,9
13	Эрозия осадков	0,25
Итого:		7,0

В первом приближении загрязнение нефтяными углеводородами Черноморской экосистемы, как и Мирового океана можно объединить по характеру действия на три группы: а) площадные, б) линейные, в) точечные.

В Украине и Причерноморских странах

была проведена инвентаризация источников загрязнения с применением международной методики быстрой оценки воздействия источников загрязнения морской среды на экосистему Черного моря. Для Украины и Черноморских стран оценка представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Поступление в Черное море нефтепродуктов в процентном отношении от различных источников [2]

№ п/п	Источники	Сумма нефтепродуктов, %
1	Площадные (поиски, разведка, эксплуатация месторождений, терминалы и т. д.)	10
2	Линейные (нефтепроводы, судовые установки, перевозка и т. д.)	30
3	Точечные (речные системы, агломерации, сточные воды и т. д.)	60

В учет не входит расчет попадания нефти от диффузионных источников, так как нет реального уровня загрязнения, что приводит к не учету расчета при загрязнении Черноморской экосистемы и связано это:

- 1) невозможность всесторонне оценить загрязнение морской среды нефтью по эпизодическим наблюдениям в локальных акваториях;
- 2) некорректное обобщение и отсутствие систематических наблюдений;
- 3) отсутствие координации исследований на национальном уровне. Невыполнение международных обязательств.

Черноморскими странами в рамках программы ВСЕР проведены оценочные расчеты сбросов нефти в море от различных источников (таблица 3).

Анализ представленных данных в таблице 3, позволяет сделать вывод, что сбросы хозяйственных источников всех Причерноморских стран составляют, порядка 51,1 %. Это связано со значительным сбросом бытовых отходов, плохой работой очистных сооружений и отсутствием в приморских городах сливной канализации, при этом все отходы после дождей попадают в акваторию Черного моря.

Таблица 3 – Нефтяные загрязнения, поступающие в Черное море по странам и источникам (тонн/год) [1]

№ п/п	Источники	Болгария	Грузия	Румыния	Россия	Турция	Украина	Общее
1	Хозбыто-вые	5649,0	–	3144,1	–	7,3	21215,9	30016,3
2	Индустриальные	2,7	78,0	4052,5	52,8	752,9	10441,0	15379,9
3	Береговые	–	–	–	4200,0	–	5169,2	9369,2
4	Реки	1000,0	–	–	165,7	–	1473,0	2638,7
5	Воздух	260,0	100,0	280,0	140,0	180,0	365,7	1325,7
6	Общее	6911,7	178,0	7476,6	4558,5	940,2	38664,8	58729,8

Сбросы от индустриальных источников составляют 26,2 %, это говорит об увеличении мощности предприятий с одной стороны, и с другой стороны наличием старого оборудования.

Сбросы береговых источников составляют 15,9 %, что говорит о плохом выполнении экологического законодательства и также не представлением данных по береговым источникам следующих стран: Болгария, Грузия, Румыния и Турция.

Незначительный процент вноса загрязнения за счет рек в акваторию Черного моря, в первую очередь связано с применением в странах находящихся в бассейне рек жесткого выполнения экологического законодательства, этот процент не превышает 4,5 %, что и оказывает влияние на взморье. Процент загрязнения Черноморской экосистемы за счет атмосферы составляет 2,3 % от суммы всех сбросов в акваторию. Можно говорить, что атмосферный внос загрязнения характерен для береговой зоны, за счет близкой циркуляции в Черном море. Таким образом, проведенный анализ позволяет говорить о том, что существующая концепция, высказанная некоторыми авторами о том, что реки вносят основные загрязнения в Черное море, нуждаются в уточнении и проведении дополнительных комплексных Международных исследований экосистемы.

Дальнейший анализ табл. 3 показывает роль Причерноморских государств в загрязнении экосистемы Черного моря. Наиболее значительные загрязнения акватории моря принадлежат Украине (65,8 %), далее Румыния (12,7 %), Болгария (11,8 %), Россия (7,8 %), Турция (1,6 %), Грузия (0,3 %). Такой вклад в загрязнения береговой зоны Черного моря, объясняется тем, что Украи-

не принадлежит 1640 км береговой зоны, куда впадают 4 больших реки (Дунай, Днестр, Днепр, Южный Буг), а также на берегу Украины находятся 23 портовых сооружения, которые определяют большое загрязнение.

Сырая нефть и ее производные – исключительно сложная смесь многих тысяч химических соединений, среди которых наиболее многочисленными являются углеводороды (от 50 до 98 % общего состава).

В Черном море, как и в Мировом океане, нефть встречается в различных формах:

- нефтяные пленки различного происхождения;
- эмульгированная и растворенная нефть системы «вода в нефти» и «нефть в воде»;
- нефтяные остатки (агрегаты) остающиеся в поверхностном биотопе длительное время.

Нефть и нефтепродукты, попавшие в море за счет многочисленных факторов, разрушаются за счет химических, физических, биологических, механических, океанических процессов (динамика моря), что создает значительную неоднородность в ее распределении по акватории и глубине.

Распространение нефтяной пленки на поверхности моря происходит за счет процессов адвекции и растекания. В настоящее время многие полагают, что не существует ни одной универсальной модели, которая бы давала надежные прогнозистические оценки распространения разлитой нефти.

Согласно данным УкрНЦЕМ и кафедры океанологии и морского природопользования нефтяными пленками покрыта поверхность Черного моря порядка 4,2 % акватории моря. Часто встречаются нефтяные пленки по акватории в районах Одесского,

Ильичевского, Южного регионов и в районах лиманных систем Дуная и Днепра. Растворения нефтяных пятен происходит за счет процессов адвекции. Адвекция, возникающая под влиянием ветров и течений, вызывающих движение водных масс выносит нефтяную пленку в открытую часть моря.

Еще один фактор распространения нефтяных пленок в открытых акваториях моря (район Босфорского пролива) связан с тем, что несмотря на подписанную Конвенцию 1994 г. в Бухаресте, о запрете сброса нефти, до сих пор не имеется Международного соглашения об экономических зонах в Черном море, а это дает право безответственно сбрасывать нефть в нейтральных водах.

Растворимость нефти в морской среде незначительна, поэтому на поверхности нефть образует эмульсии „вода в нефти” или „нефть в воде”. Эти эмульсии растворимая в воде нефть переносится течениями, на значительные расстояния. В некоторых районах известны максимальные концентрации от постоянных загрязнений нефтью. Такими районами являются: акватория моря вблизи Одессы (0,05–0,15 мг/л), Ильичевска (0,05–0,20 мг/л), Севастополя (0,10–0,20 мг/л) и другие районы прибрежной части Черного моря. В районе Керченского пролива концентрации нефтепродуктов изменяются от 0,05 до 0,78 мг/л [2, 3]. Это и обусловлено источниками антропогенного происхождения: авариями, континентальными стоками, транспортными перевозками. Также концентрации нефти в значительных величинах переносятся течениями

и накапливаются в так называемых халистатических зонах. Здесь нефть достаточно долго сохраняется, что зависит от температуры воды, недостаточности бактерий, микроорганизмов и слабой динамики водных масс. Эта закономерность характерна для всех этих районов. Для примера можно привести данные халистатической зоны по центру северо-западной части Черного моря. В районе «поле Зернова» концентрация на поверхности здесь достигает в некоторых случаях 0,5 мг/л. Такая же тенденция характерна и для Мирового океана (пример Саргассово море, где на поверхности концентрации нефти достигают 0,2 мг/л.).

В открытых районах Черного моря уровень нефтяного загрязнения снижается. Фоновые концентрации растворенной и эмульгированной формы нефти зарегистрированы в районе Крыма, Кинбурской косы, о. Змеиный, на поверхности концентрации нефтяных углеводородов не превышают 0,05 мг/л.

Пространственно-временное распределение нефтяного загрязнения в открытых районах носят «очаговый характер» и обусловлено локальными выбросами и гидродинамическими факторами. В очаговых районах концентрации нефти превышают 0,10 мг/л. Это районы постоянных судовых путей Одесса-Стамбул, Одесса-Николаев.

В Черном море, максимальные загрязнения растворенной и эмульгированной нефти встречаются в районах хронического загрязнения, где происходит переход нефти в донные отложения. Это порты, терминалы, районы агломераций и т. д. (таблица 4).

Таблица 4 – Концентрации нефтепродуктов в морских донных осадках основных портов Украины [1, 4]

Концентрация нефтепродуктов, г/кг	Порты				
	Одесский	Устье-Дунай	Ильичевск	Южный	Севастополь
	3,8	4,5	2,7	1,9	12,8

Результаты исследований донных отложений доказывают, что в портах, где происходит активно перегрузка и использование нефтепродуктов, концентрации в донных отложениях максимальны. Это явление достаточно опасно для экосистемы, так как приводит к гибели бентоса в первую очередь и вторичного загрязнения воды нефтью. В шельфовых зонах концентрации нефти в донных отложениях в некоторых

случаях превышают 1 г/кг.

Значительное загрязнение нефтью Черного моря поверхностного слоя и донных отложений говорит о значительной устойчивой деградации экосистемы. В первую очередь это коснулось продуктивности моря. За последние 25 лет из 23 промысловых рыб в Черном море осталось 9 видов, основной из которых является тюлька, приходящая из Азовского моря. Кроме этого

ухудшается рекреационный потенциал моря, т. е. невозможно использование моря для отдыха отдыхающих [5].

Интересными и устрашающими являются анализ количества нефти попадающей в Мировой океан и Черное море ежегодно (табл. 1 и 3). Исследованиями показано, что попавшая в Мировой океан нефть составляет 5–10 млн.т./год, что является значительным и приводит к влиянию нефти на экосистему. Известно, что объем Мирового океана, составляет 1333168 тыс. км³. Предполагая, что нефть распространяется равномерно по акватории океана, что не является правомерным допуском, количество нефти в среднем составляет 0,05 мг/л. Эта величина по отношению к ПДК (предельно допустимой концентрации) в Украине составляет 0,05 мг/л, что оценочно незначительно и равно 1 ПДК.

В Черное море, объем которого составляет 555 тыс. км³ количество попавших нефтепродуктов составляет 58729,8 тыс. тонн. При аналогичных допущениях равномерного распределения нефти в Черном море, ее средняя концентрация в экосистеме составляет около 0,1 мг/л, что близко к 2 ПДК. Следует отметить, что до сих пор не существует данных, которые могли бы дать представление или выявить характерные закономерности распределения нефтепродуктов по глубине, и определить слои в которых происходит концентрирование ее. Сравнивая полученные концентрации по загрязнению Мирового океана (0,05 мг/л) и Черного моря (0,1 мг/л) можно прийти к выводу о значительном загрязнении последнего. Это говорит о том, что на сегодняшний день ситуация в Черном море катастрофическая, т. к. загрязнение нефтью влияет на физико-химические параметры морской среды, на условия энерго-, тепло-, влаго- и газообмена океана с приводным слоем атмосферы, возможные изменения погодных условий. Кроме этого такое значительное загрязнение приносит большой ущерб биологическим ресурсам моря, а нередко и совсем низводит на нет промысловое значение водоема, и невозможность использовать море как рекреационные ресурсы.

На состояние моря влияет соотношение между площадью территории водосбора и собственной акваторией Черноморского бассейна. Водная поверхность Черного моря составляет 422 тыс. км². Величина удельного водосбора в них равная состав-

ляет 5,6, что не имеет аналогов в мире и говорит о высоком поступлении загрязнения в Черное море. В Северо-западной части моря эта величина достигает 22, тогда как в Мировом океане величина водосбора не превышает 1,7. Поэтому акватория Черного моря должна рассматриваться как арена, имеющая наибольшую антропогенную нагрузку, где загрязнения во много раз выше, чем в Мировом океане.

Заключение. В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Нефтяные углеводороды, попадая в Мировую экосистему имеют глобальный характер распространения.

2. Наибольшую антропогенную нагрузку несет Черное море. Загрязнение нефтью Черноморской экосистемы во много раз превышает загрязнение Мирового океана. Это говорит о катастрофическом экологическом его состоянии.

3. Анализ сбросов нефти в Черное море показал, что наибольший вклад характерен для Украины.

4. Выявлено, что ранее бытующие представления о значительных загрязнениях нефтью экосистемы Черного моря за счет рек, нуждаются в дополнительных исследованиях и корректировке.

5. Современное состояние загрязнения Черного моря нефтью вынуждает Причерноморские страны принять срочные меры, так как, становясь коридором перевозки нефти морским путем, экосистема моря обречена на гибель.

Л и т е р а т у р а

1. The state of the Marine Environment: Regional assessments. UNEP/GPA, 2006.
2. Стан довкілля Чорного моря: Національна доповідь України, видавництво Астропрінт, Одеса, 1996–2000 pp.
3. Звіт про науково-дослідну роботу Національної доповіді про стан і перспективи встановлення національної мережі інтегрованого управління прибережної смуги морів в Україні, УКРНЦЕМ, Одеса, 1995.
4. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. United National Development Programme, New York, 1997.
5. The Black Sea Ecological Problems, Odessa, SCSEIO, 2000.