

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН УКРАИНЫ



СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Средства, информационные технологии и мониторинг



Севастополь
2008

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Измерительные приборы и системы

- В.А. Трофименко, В.А. Гайский.* Оснащение сети станций гидрометеослужбы Украины современными автоматизированными системами контроля окружающей среды 11
- В. Нічога, Е. Грудзінський, В. Кошовий, Л. Сопільник.* Моніторинг впливу електромагнітного випромінювання базової станції стільникової телефонії на довкілля (рецензент *В.В. Пустовойтенко*) 45
- М.Н. Сурду, А.М. Авраменко, А.Н. Кононенко.* Мобильный метеорологический комплекс «ТРОПОСФЕРА» (рецензент *В.А. Гайский*). 52
- М.Н. Сурду, А.Л. Ламеко, Е.В. Олигов, И.С. Петрунина, А.В. Павлов.* Прецизионный измеритель электропроводности и температуры морской воды (рецензент *В.А. Гайский*) 55
- Ю.А. Прохоренко, М.Н. Пеньков.* К измерениям ослабления света жидкостями в связи с действующими стандартами (рецензент *В.И. Бабий*). 59
- И.А. Калинин, О.В. Мартынов.* Лабораторная установка для исследования спектров рассеяния света морской водой в малых углах (рецензент *В.И. Маньковский*) 64
- П.В. Гайский, А.В. Клименко.* Аппаратура измерительного комплекса автоматического биомониторинга водной среды (КАБМВС) (рецензент *В.М. Кушнир*) 67
- А.Г. Зубов, О.И. Павленко.* Описание электронной части и программного обеспечения измерительного комплекса «Сигма-1» (рецензент *В.З. Дыкман*) 72
- А.Н. Греков, С.Ю. Алексеев.* Акустический измеритель скорости и направления течения ИСТ-1М речного и морского назначения (рецензент *А.Н. Морозов*) 77
- Д.А. Антоненков.* Технические средства для натуральных исследований размерного состава и концентрации взвешенного в воде вещества (рецензент *М.Е. Ли*). 83
- В.И. Забурдаев, П.В. Богатырёв, О.В. Пархоменко.* Оценка влияния элементов конструкции погружаемого устройства STD-зондов с индуктивными датчиками электропроводимости на результаты измерения солёности морской воды (рецензент *П.Д. Ломакин*) 87

С.А. Ковардаков, Ю.К. Фирсов. Донный фитоценоз в акватории черноморского рекреационного комплекса и его вклад в процессы самоочищения (рецензент *В.П. Парчевский*). 421

Е.О. Спиридонова. Гипоксия, массовая гибель и миграции рыб в Керченском проливе в современных условиях (рецензент *Б.Г. Троценко*) 426

Секция 9. Мониторинг морского природопользования

В.Ф. Пятакова. Общая оценка влияния дампинга на экосистему северо-западной части Черного моря (рецензент *В.И. Михайлов*) 429

В.И. Михайлов, Б.Б. Капочкин, А.Б. Капочкина. Генезис кислорода, поступающего в Мировой океан с субмаринными флюидами (рецензент *В.Х. Корбан*). 433

В.И. Михайлов, Б.Б. Капочкин, Н.В. Кучеренко, А.Б. Капочкина. Изменения фосфатной системы Мирового океана как климатообразующий фактор (рецензент *В.Х. Корбан*) 436

В.И. Михайлов, Б.Б. Капочкин, Н.В. Кучеренко. Изменения гидрохимического климата Мирового океана в аспекте геоморфологических изменений (рецензент *В.Х. Корбан*) 439

М.М. Монюшко. Океанографические аспекты распределения различных форм нефтяных углеводородов в Мировом океане (рецензент *В.И. Михайлов*) 442

Н.О. Олифиренко. Особенности стока наносов в Черное море (рецензент *В.И. Михайлов*) 447

Алфавитный указатель авторов 451

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

М.М. Монюшко

Одесский государственный экологический
университет

г. Одесса, ул. Львовская, 15
E-mail: moniyshko@rambler.ru

Рассматривается пространственное распределение различных форм нефти в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. Показано загрязнение нефтью от ее добычи и перевозки морским путем, а также влияние гидрометеорологических условий на распространение нефтяных углеводородов в морской среде.

Введение. В морские и океанические воды нефть поступала и до начала интенсивного развития промышленности. Существует естественное загрязнение: через трещины на дне ежегодно просачивается более 0,5 млн. тонн нефти. Но искусственное загрязнение в настоящее время намного превосходит натуральный фон. По данным различных исследователей 5-10 млн. т. нефти ежегодно попадает в моря и океаны при танкерных перевозках, утечке из скважин, пробуренных на шельфе, аварии судов и др. [1]

На сегодняшний день на шельфах морей и океанов существует около 2 тыс. месторождений нефти с суммарными запасами 43,3 млрд. тонн. Темпы освоения морских

месторождений нефти ежегодно увеличиваются. В таблице 1 представлены данные по добычи и перевозки нефти морским путем [1, 2]. Показано, что за 69 лет увеличение объемов морских перевозок происходило нарастающими темпами. Загрязнение нефтью побережья, морской и океанической поверхности явилось следствием экспоненциального роста перевозок нефти по морю, увеличения тоннажа танкерного флота и изменения мировых танкерных маршрутов. Лишь за период 1938 – 2000 гг. загрязнение нефтью от сброса в море остатков груза увеличилось в 80 раз (таблица 1). В настоящее время 3/4 добычи нефти транспортируется морским путем.

Основная часть. В море нефть встречается в различных формах: нефтяные слики (пленки), эмульсии «вода в нефти» или «нефть в воде», нефтяные агрегаты. Все это дает пространственную неоднородность распределения различных форм нефти в Мировом океане.

При попадании нефти в морскую среду образуется поверхностный слик. Распространение нефтяного пятна (слика) на поверхности моря происходит за счет процессов адвекции и растекания. Известно, что адвекция возникает под влиянием ветров и течений и зависит от различных явлений, вызывающих движение водных масс (течения Экмана, циркуляция Лэнгмюра, геострофические течения и турбулентный поток). Растекание определяется динамическим равновесием между силами гравитации, инерции, трения, вязкости и поверхностного натяжения.

Таблица 1 – Рост загрязнения нефтью Мирового океана

Годы	Добыча нефти (млн. т)	Перевозка сырой нефти морским путем (млн. т)	Сброс нефти в океан (млн. т)	Сброс в море остатков груза (млн. т)
1938	278,0	22,0	–	0,110
1949	336,0	84,0	1,7	0,420
1958	870,0	241,0	3,0	1,205
1968	2145,0	807,0	5,2	4,003
1972	2500,0	1225,0	6,9	6,012
1977	2780,0	1362,0	7,8	6,377
2000	8244,0	6183,0	8,8	8,010
2007	14760,0	11070,0	10,2	–

Представляется интересным отметить, что нефть, как и поверхностная вода, дрейфует со скоростью, составляющей несколько процентов от скорости ветра. По приближительным оценкам, скорость перемещения нефтяного пятна составляет 60 % скорости течения и 3–4 % скорости ветра [3]. На рисунке 1 показано пространственное распределение нефтяных пленок в Атлантическом океане за период 1976 – 1992 гг. Анализ карты (рисунк1) пространственно-го распределения нефтяных пленок в

поверхностном слое океана показывает, что поля загрязнений формируются в береговых и шельфовых районах Западной Африки и Канарских островов (10 – 35 %), это связано с тем, что в этом районе проходят основные судоходные магистрали перевозок нефти в Западную Европу. Также наибольший процент обнаружения нефтяных пленок отмечается у берегов Южной Америки (8–40 %) и в районе Карибского моря (5–28 %).

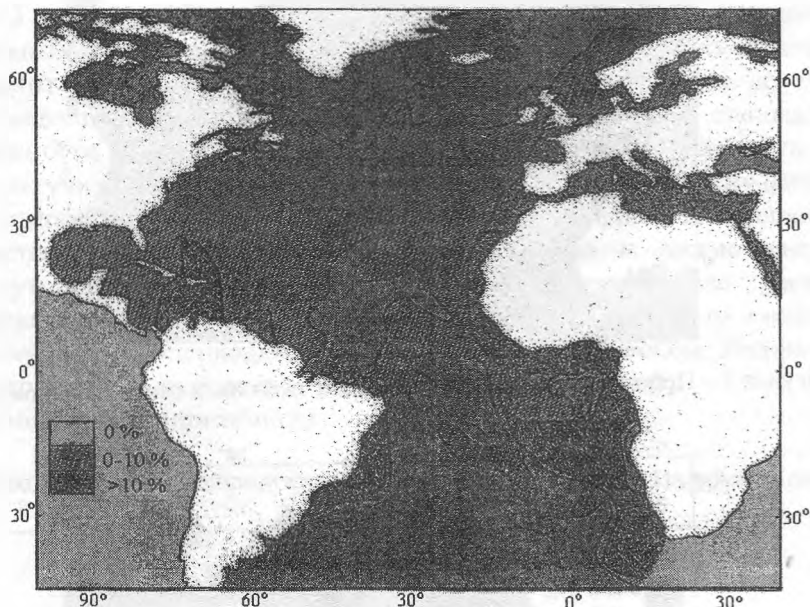


Рисунок 1 – Пространственное распределение нефтяных пленок (пленок) в Атлантическом океане

В северной части Атлантического океана характерной чертой в пространственном распределении нефтяных углеводородов на поверхности является четкое уменьшение их концентраций при удалении от берега в широтном направлении, что связано с рассеиванием их в пространстве, чему способствуют постоянно дующие пассатные ветры, испарением и окислением при высоких температурах воды и воздуха в тропических широтах. Наиболее загрязнены морские берега заливов и бухт. Особенно это относится к внутренним морям с интенсивным судоходством и развитой прибрежной промышленностью. Таковым является Средиземное море, где наблюдается встречаемость нефтяных пленок 3 – 40 %. Нередко, и загрязнение пляжей связано с морскими перевозками, добычей нефти на морском шельфе, природными поступлениями из донных

осадков.

На рисунках 2, 3 показаны распределение нефтяных пленок в Тихом и Индийском океанах. В Тихом океане встречаемость нефтяных пленок связана также с танкерными перевозками, но не в меньшей степени зависит и от основных течений, которые переносят их далеко за пределы морских путей. Характерной особенностью обнаружения нефтяных пленок в Тихом океане является то, что они встречаются локально. Больше 10 % обнаружения наблюдается в открытой части океана, у берегов Южной Америки (5–26 %), и в районе Австралии (0–25 %) (рисунк 2).

В Индийском океане наибольший процент обнаружения нефтяных пленок приурочен к шельфовым и береговым районам восточной Африки (4–30 %) – это подтверждается влиянием берегового стока на состояние морской среды (рисунк 3). В

Аравийском море наблюдается в пределах 6–26 %. Большой процент обнаружения нефтяных пленок отмечается у берегов Западной Индии (6–25 %) и имеет сезонный характер. В период юго-западного муссона, с апреля по октябрь, развивается муссонный дрейф, который приносит к побережью Западной Индии значительные количества

нефти из северо-западной части Аравийского моря, района с интенсивными танкерными перевозками нефти. Также наибольший процент обнаружения нефтяных пленок наблюдается в Южно-Китайском море (4–40 %) (рисунок 3). В открытой части акватории (0–20 %).

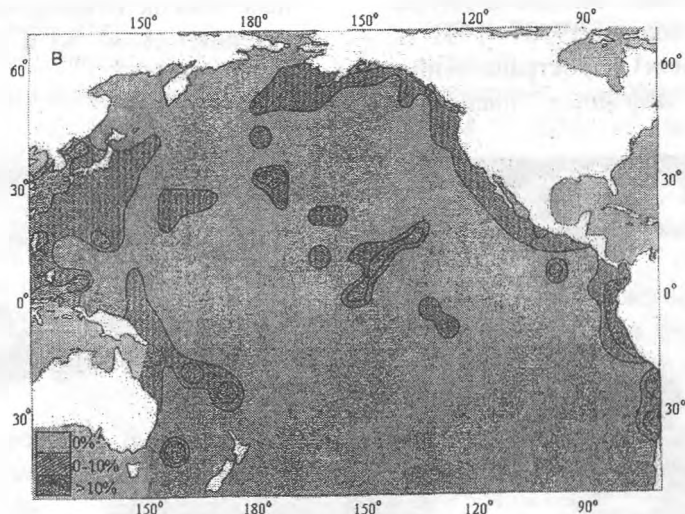


Рисунок 2 – Пространственное распределение нефтяных slickов (пленок) в Тихом океане

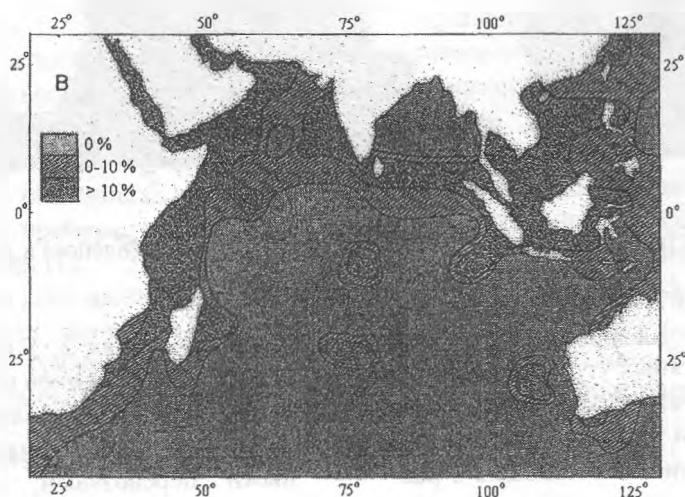


Рисунок 3 – Пространственное распределение нефтяных slickов (пленок) в Индийском океане

Следующей формой нефти содержащейся в Мировом океане является растворенная и эмульгированная нефть. Способность к образованию эмульсии «вода в нефти» определяется химическими и физическими свойствами нефти. Тяжелая сырая нефть с высокой вязкостью образует более устойчивые эмульсии. К числу важнейших факторов, воздействующих на образование мусса, относится температура воды. Так, например, низкая температура может вызвать дестабилизацию устойчивой

эмульсии «вода в нефти». Важно отметить, что физические свойства стабильной эмульсий типа «вода в нефти» отличаются от родоначальных сырых нефтей: в них увеличивается вязкость и гравитация. Вместе с тем такие эмульсии отрицательно влияют на испарение углеводородов с низкой молекулярной массой. В эмульгированном состоянии нефть соприкасается с кислородом, что интенсифицирует микробное и химическое окисление.

Помимо эмульсий типа «вода в нефти»

в море, особенно при попадании диспергирующих химических соединений (диспергентов), образуются эмульсии типа «нефть в воде». В этом случае происходит образование мельчайших капелек нефти, что резко увеличивает поверхность раздела сред и способствует ускорению физико-химических и биологических процессов [3].

Последней фазой деградации нефти являются твердые углеводороды парафинового ряда, имеющие вид комков-агрегатов. Они обладают положительной плавучестью и распределяются в гипонейстали (поверхностном слое 0–25 см) морей и океанов. Образование нефтяных агрегатов из разлитой нефти происходит следующим образом. В первые сутки и недели под воздействием температуры, влажности воздуха и силы ветра испаряются летучие фракции нефти, а растворимые ее компоненты выщелачиваются. Процесс растворения нефти продолжается от 5 до 15 суток.

Нелетучие фракции нефти подвергаются химическому и бактериальному окислению. Бактериальное окисление – процесс довольно медленный: при темпера-

туре 10 °С и ниже нефть сохраняется в воде до 50 лет, а в умеренных широтах через неделю после поступления в море она остается на 50 % недоокисленной [1]. Представленные в остатках нефти соединения легко эмульгируются, образуя устойчивые нефтеводяные эмульсии повышенной вязкости. Эти эмульсии желто-коричневого цвета известны под названием «шоколадного мусса» [2]. В результате сложных физико-химических процессов, а также под влиянием микроорганизмов, растений и животных вязкость «мусса» повышается и начинается его слипание в комки – агрегаты. Процесс этот, подобно образованию снежного кома, происходит до тех пор, пока размеры агрегатов не становятся настолько большими, что силы вязкости уже не могут противостоять дробящему действию волн.

Представлены обобщения материалов исследований и рассмотрено пространственное распределение растворенной и эмульгированной нефти и нефтяных агрегатов в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах (таблица 2).

Таблица 2 – Формы содержания нефтепродуктов в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах

Район исследования	Формы нефтепродуктов		
	Растворенная и эмульгированная нефть, мг/л		Нефтяные агрегаты (мг/м ²)
	Средняя концентрация	Диапазон изменений	
Северная часть Атлантического океана	2,4	0,0 – 15,0	0 – 1000
Северо-западная часть Тихого океана	0,28	0,0 – 1,0	0,0 – 700
Индийский океан	0,40	0,0 – 1,28	0 – 400

Растворенная и эмульгированная нефть в Атлантическом океане изменяется в широких пределах. Наиболее загрязнена этой формой нефти Северная часть Атлантического океана. Значительное концентрирование нефтяных углеводородов (НУ) наблюдается в системе Северо-Атлантического течения, Гибралтарском проливе, также в Средиземном море. Концентрация (НУ) в Средиземном море изменяются в широких пределах от 0,1 до 1,87 мг/л (до 37 ПДК). Средняя концентрация на поверхности составляет 1,05 мг/л. Она во много раз превышает ПДК и гово-

рит о постоянном загрязнении акватории моря. В системе Северо-Атлантического течения концентрации составляют 0,1 – 1,0 мг/л. В районе между островами Канарскими и Зеленого Мыса в летние периоды были зарегистрированы наибольшие концентрации нефтяных углеводородов на поверхности (более 15 мг/л) в стрессе Канарского течения. Также значительные концентрации (НУ) наблюдаются в Саргасовом море от 1,4 до 2,4 мг/л.

В северо-западной части Тихого океана концентрации НУ по акватории изменяются в пределах от 0,00 до 1,0 мг/л.

Наибольшие концентрации зарегистрированы в районе Куроиси (0,1 – 0,4 мг/л); в Восточно-Китайском море (0,2 – 1,0 мг/л).

Рассматривая в географическом плане распределение суммы (НУ) на поверхности в Индийском океане, можно сказать о том, что в районах различных фронтов и схождения водных масс концентрации суммы НУ повышены до 0,50 мг/л, что подтверждает высказанную акад. В.И. Вернадским гипотезу о концентрировании различных веществ во фронтальных зонах. Средняя концентрация НУ в открытой части акватории Индийского океана составляет 0,12 мг/л, максимальные концентрации наблюдаются в районе шельфа Африки и достигают 1,28 мг/л, в Южно-Китайском море (0,2 – 1,2 мг/л.) и у полуострова Индостан (до 1,0 мг/л).

Суммарный вес нефтяных агрегатов на всей акватории Мирового океана составляет не менее 0,5 млн. т [2]. Их содержание на морской поверхности в различных акваториях варьирует в широких пределах: от 0,001 до 1000 мг/м². К наиболее загрязненным районам относится Северная Атлантика между Гибралтаром и Азорскими островами. Максимальные концентрации нефтяных агрегатов тяготеют к таким судоходным районам, как Саргассово и Средиземное моря. Количество агрегатов в гипонейстали Саргассова моря изменяются в пределах (0,1 – 40 мг/м²), средняя концентрация 9,4 мг/м², в Средиземном море (0 – 540 мг/м²), среднее значение – 37 мг/м². В стержневой полосе Гольфстрима, по данным, их содержание значительно ниже (0,03 мг/м²), чем на периферии (11,6 мг/м²). Распространение нефтяных агрегатов зависит и от донного рельефа. Они скапливаются на дне в трещинах песчаника, образуя вытянутые полосы, перемещаются придонными орбитальными волновыми движениями. Накопление смоляных агрегатов на глубинах от уреза воды до 6–7 м совпадает с зоной максимальной деформации волн.

В Тихом океане присутствие нефтяных комков и агрегатов также связано как с танкерными перевозками, так и с основными течениями которые переносят их на большие расстояния. Нефтяные агрегаты выносятся из динамически активных зон и накапливаются в относительно спокойных. Высокое содержание нефтяных агрегатов

находится в северо-западной части Тихого океана между 20° и 40° с.ш. (среднее – 2,7 мг/м²), у острова Окинава содержание нефтяных агрегатов достигало до 700 мг/м².

В Индийском океане нефтяные комки встречаются возле полуострова Индостан и изменяются в пределах 3,2–375 мг/м². По мнению авторов, такие значительные колебания в концентрации нефтяных агрегатов объясняются изменениями направленных муссонных ветров.

Заключение. В результате проведенных исследований на обширном материале показано:

1. Нефть в экосистеме Мирового океана встречается в трех формах (нефтяные пленки, растворенная и эмульгированная нефть, нефтяные агрегаты.).

2. Распределение нефтяных пленок в Мировом океане характеризуется своей неоднородностью и наиболее загрязнен этой формой нефти Атлантический океан.

3. Наиболее устойчивой формой нефти содержащейся в океане является растворенная и эмульгированная, и изменяется в широких пределах. Максимальные концентрации наблюдаются в Северной части Атлантического океана, что связано с активным судоходством в этом районе.

4. Нефтяные агрегаты распределяются и переносятся на огромные океанические акватории, главным образом под влиянием ветров и морских течений, проникая далеко на периферию от мест их поступления и концентрируясь в круговоротах различного типа и происхождения. Отдельные районы Мирового океана (Саргассово и Средиземное моря характеризуются чрезвычайно высоким загрязнением). Районами со значительным загрязнением агрегатами является побережья Индостанского полуострова. В Тихом океане отмечается наибольшее загрязнение в северо-западной части океана, в районе Восточно-Китайского моря.

Л и т е р а т у р а

1. А.Г. Бенжицкий. Нефтяные компоненты в гипонейстали морей и океанов. – Киев: Наук. думка, 1980. – 118 с.
2. А. Нельсон-Смит. Нефть и экология моря. – М.: изд. «Прогресс», 1977. – 300 с.
3. Ю. А. Израэль, А. В. Цыбань. Антропогенная экология океана. –Л: Гидрометеоиздат, 1989. – 527 с.