

# **К вопросу об источниках и объемах поступления нефтяных компонентов в акваторию Черного моря**

**К.А. Заграничный**

## **Введение**

Черное море является внутриконтинентальным трансграничным водным объектом, имеющим важное транспортное значение. В его береговой зоне стремительными темпами развивается портовая инфраструктура. Особенно это актуально для российского сектора Черного моря, через порты которого осуществляется экспорт около 20 % российского и большая часть казахстанского нефтяного экспорта – в общей сложности, более 100 млн. т нефти и нефтепродуктов. В тоже время, данный водный объект обладает огромным рекреационным потенциалом, по сути являясь единственным полноценным морским курортом России, развитие и даже само существование которого может быть поставлено под угрозу.

## **Методика и результаты исследований**

Научным коллективом кафедры физической географии, экологии и охраны природы Южного федерального университета под руководством профессора Ю.А. Федорова и доцента А.Н. Кузнецова, при участии автора, на протяжении шестилетнего периода осуществляются исследования нефтяного загрязнения береговой зоны Черного моря. Результаты свидетельствуют о хроническом поступлении поллютанта в водную толщу, береговые и донные отложения [1 – 5]. В данной работе ставится задача проанализировать все возможные источники поступления поллютанта и произвести оценку массы нефтяных компонентов, ежегодно поступающих в акваторию Черного моря. Следует отметить ряд методологических трудностей, возникающих при выполнении подобного рода работ. Основная – это незаинтересованность виновников загрязнения в раскрытии его количественных характеристик. Также разброс оценок, связанный с неопределенностью природных источников поступления нефти.

Рассмотрим нефтяной комплекс, представленный на российском побережье нефтепроводами, нефтеперерабатывающими предприятиями, нефтехранилищами, портами и многочисленным танкерным флотом, осуществляющим экспорт нефти и продуктов ее переработки. Стоит отметить, что достоверно оценить поступление поллютанта от транспортировки углеводородного сырья весьма сложно. Так, например, в акваторию Мирового океана ежегодно при транспортировке и внештатных ситуациях по разным оценкам поступает 500 – 564 тыс. т [6, 7], тогда как для Черного моря эта цифра составляет 136 т [8 – 10]. По данным спутникового мониторинга российского сектора Черного моря [11, 8] также установлено, что акватория испытывает хроническое загрязнение нефтепродуктами, сбрасываемыми с проходящих судов. Следует конкретизировать источники поступления поллютантов, связанные с транспортировкой углеводородного сырья – это балластные и льяльные воды.

Более сложной является ситуация с внештатными случаями утечки нефтяных компонентов, включающими в себя аварии в открытом море, в акватории бухт, а также в акватории портовых комплексов. До последнего времени информация об авариях являлась недоступной, в том числе и для научного сообщества, что весьма затрудняет выполнение расчетов количества поступления углеводородов в экосистему от данного источника. Зачастую, огласке придавались лишь те аварии, последствия от которых трудно было скрыть. Научным коллективом кафедры физической географии, экологии и охраны природы Южного федерального университета, при участии автора, на протяжении длительного времени осуществлялся сбор информации об аварийных поступлениях нефтяных компонентов в акваторию российского сектора Азово-Черноморского бассейна. Результаты данной работы наглядно проиллюстрированы на рисунке 1. На нем показаны места нефтяных разливов и их масштабы за последние 10 лет. Наиболее масштабная катастрофа в рассматриваемом районе случилась в ноябре 2007 г, когда в результате аварии в акваторию Керченского пролива попало по разным оценкам примерно 1,3 тыс.

т мазута. Анализ последствий этой катастрофы, основанный на собственных исследованиях, выполненных указанным выше научным коллективом, представлен в работах [1 – 5].

Но не стоит забывать о том, что согласно статистическим данным большая часть нефтяных компонентов попадает в морскую среду при безаварийных ситуациях, тогда как на долю аварийных разливов приходится в среднем лишь 6 % от всех поступающих в акваторию Мирового океана углеводородов [7]. Для Черного моря эта цифра составляет до 1 % [8 – 10]. Несмотря на это их значение очень велико. Так как аварийные разливы носят локальный характер, в результате чего концентрации поллютанта на этих участках акватории многократно превышают допустимую норму, создавая неблагоприятную экологическую обстановку.

Загрязнение экосистемы нефтяными компонентами происходит, в том числе и в результате поступления поллютантов при разработке и промышленной эксплуатации морских месторождений нефти и газа. Первая поисковая скважина на территории Черного моря была пробурена в середине 1970-х гг., однако разведочное бурение на шельфе моря проводилось лишь в прибрежно-мелководной зоне, где открыты около двух десятков мелких месторождений нефти и газа. Промышленная добыча с 1981 г ведется в прибрежной зоне Румынии, а в настоящее время еще в Болгарии, Украине и Турции. Существуют геологические исследования, согласно которым потенциал нефтегазоносности глубоководной шельфовой зоны Черного моря может быть сопоставим с Каспийским морем. Однако следует учитывать, что его оценки базируются на сейсмических материалах разных лет и изменяются в широком диапазоне. Объем потенциальных запасов для российского сектора моря составляет 0,4 – 1,6 млрд. т нефтяного эквивалента, а для всей акватории Черного моря 4,5 – 5,5 млрд. т нефтяного эквивалента [12]. Согласно геологическим данным, большая часть ресурсов черноморского шельфа должна быть сосредоточена в северо-восточной части моря, которая охватывает Керченско-Таманский шельф и глубоководную Черноморскую впадину. В этой

части бассейна находятся Туапсинский прогиб и вал Шатского, структурные элементы которых могут являться самыми перспективными зонами черноморского шельфа [12].

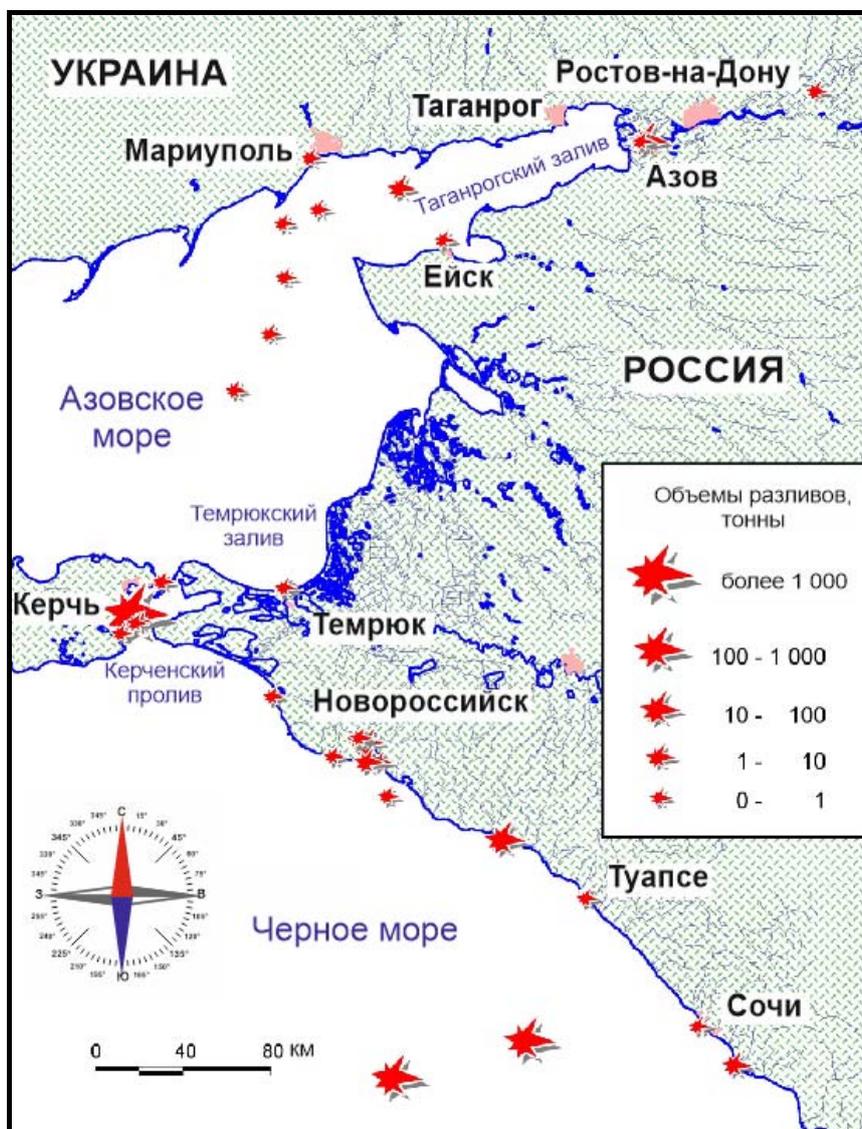


Рис. 1. – Нефтяные разливы и их масштабы за последние 10 лет [1]

По имеющейся информации на сегодняшний день в российском секторе Черного моря не производится добыча нефти. Но отмеченные выше факты, а также активный интерес нефтяных компаний к месторождениям в шельфовой зоне Черного моря свидетельствуют, что в ближайшей перспективе на экосистему российского сектора Черного моря будет оказана дополнительная техногенная нагрузка, выражающаяся в поступлении загрязнителей из рассматриваемого источника.

Одним из мощных источников нефтяного загрязнения акватории Черного моря является поступления нефтяных компонентов из атмосферы. По мнению ряда авторов, возникновение этого потока связано с неполным сгоранием различных видов топлива. В атмосфере содержится сравнительно небольшое количество загрязняющего вещества по сравнению с их суммарным содержанием в почвах, донных отложениях и воде [13, 14]. В тоже время концентрации нефтяных компонентов в атмосферных осадках нередко превышают предельно допустимые значения. Так по данным АзНИИРХ содержание нефтепродуктов в атмосферных осадках, выпадающих в прибрежном районе северо-восточной части Черного моря, составляет от 0,23 до 6,28 мг/л [15]. А по данным украинских коллег концентрации нефтяных углеводородов в атмосферных осадках, выпадающих в районе города Одессы, составляют от 0,075 до 3 мг/л [16]. По опубликованным данным количество поллютанта, поступающего от данного источника в экосистему Черного моря, составляет 46 т в год [8].

Одним из основных источников поступления нефтяных компонентов в экосистему Черного моря на сегодняшний день является сток бытовых и промышленных сточных вод, ливневой сток, а также нефтепродукты, приносимые со стоком рек. Это подтверждает сделанный ранее в работе вывод о том, что основная часть углеводородов поступает в акваторию при безаварийных ситуациях. Для Черного моря проблема поступления поллютанта от указанных выше источников является наиболее актуальной. Так для Мирового океана доля поступления нефтяных углеводородов со стоком, включающим бытовую, промышленный, ливневой и речной, составляет 46,35 %, тогда как для Черного моря эта цифра – более 95 % [8]. Работы по оценке поступления нефтяных компонентов с речным стоком выполнялись рядом авторов для различных секторов прибрежной зоны Черного моря. В работах Д.Я. Фащука и соавторов [9, 10] в основном рассматривалась северо-западная часть Черного моря, в которую впадают такие крупные реки как Дунай, Днепр, Днестер. Следует отметить, что в данном секторе береговой

зоны моря располагается ряд крупных индустриально развитых городов (Севастополь, Одесса и др.). Согласно представленным авторами результатам в акваторию поступает порядка 80 тыс. т углеводородов, из которых 65% поступает со стоком крупных рек, в то время как со стоком предприятий в морскую среду ежегодно поступает 10–12 тыс. т нефтепродуктов.

Для российского сектора Черного моря имеется работа [17], дающая подробный анализ вклада речного стока в поступление нефтяных компонентов в акваторию береговой зоны, на основании которых сделаны следующие выводы:

- нефтепродукты в речном стоке региона выносятся в море как в растворенном виде, так и на взвешенных частицах. Взвешенная форма составляет от 60 до 98 % общего содержания нефтепродуктов в воде стока;

- от 60 до 90 % общего количества нефтепродуктов выносятся в море с твердым стоком рек во время дождей и паводков. Диапазон концентраций нефтепродуктов в речной взвеси составил от 0,07 до 2,83 г/кг;

- с речным стоком Черноморского побережья России самое большое количество нефтяных углеводородов выносятся в море на участках р. Псоу – р. Сочи и в районе г. Туапсе.

Ежегодное поступление нефтяных углеводородов от различных видов стока для российского сектора Черного моря выглядит следующим образом: промышленные стоки – 52,78 т; ливневые стоки – 4200 т; речной сток – 165,7 т. В тоже время отсутствуют данные по поступлению поллютанта от хозяйственно-бытовых сточных вод [8].

Имеются данные, согласно которым в акваторию Черного моря ежегодно поступает 10 тыс. т нефтяных компонентов в результате дампинга грунтов [9, 10].

Рассмотрев антропогенные источники поступления нефтяных компонентов в экосистему Черного моря нельзя не сказать о том, что существенный вклад в общий приток поллютанта вносят природные источники, создавая их естественный фоновый уровень. Углеводороды синтезируются

живыми организмами. Так приводятся данные, согласно которым ежегодно живое вещество Земли генерирует 100 млн. т углеводов, а в результате фотосинтеза в Мировом океане продуцируется 3 – 12 млн. т углеводов в год [14]. Обращает на себя внимание широкий диапазон значений поступающего вещества, что связано с трудностями подобного рода оценок.

Еще одним природным источником, вносящим свой вклад в общий приток поступления нефтяных компонентов, являются естественные выбросы нефти из недр. Согласно опубликованным данным рассматриваемый процесс идет на территории, составляющей не более 10–15 % от общей площади Мирового океана, в акваторию которого от данного источника по разным оценкам высачивается 14 % всех поступающих нефтяных компонентов [7, 8, 14]. Имеются результаты спутниковых наблюдений, свидетельствующих о естественных выбросах нефти в акватории Черного моря. Согласно их результатам в грузинском секторе Черного моря высачивается от 0,4 до 3 тыс. т нефти в год, а в турецком секторе – до 2 тыс. т в год [18, 19]. Однако эта работа выполнена с помощью применения космических радиолокационных снимков без подтверждения «контактным» исследованием, о чем свидетельствует широкий диапазон возможного поступления поллютанта.

Стоит отметить, что на сегодняшний день отсутствуют какие-либо количественные оценки поступления нефтяных углеводородов из природных источников как для всей акватории Черного моря, так и для ее российского сектора в частности.

### **Обсуждение результатов исследований**

Итак, анализ имеющихся опубликованных данных о поступлении нефтяных углеводородов в акваторию Черного моря показал, что большинство авторов приводит величину от 80 тыс. т до 130 тыс. т в год [8 – 10].

Однако анализ количественных характеристик поступления поллютанта от разных источников позволяет утверждать, что эти оценки не соответствуют действительности. С.А. Лебедев справедливо заметил, что занижено количество нефтепродуктов, поступающих в результате сброса промывочных и балластных

вод [8]. Опираясь на общепринятую статистику, согласно которой при транспортировке происходят потери до 1% нефти и нефтепродуктов [6], а также на официальные данные об объеме экспорта нефти и нефтепродуктов, который только через российский сектор моря составляет не менее 100 млн. т, можно оценить количество загрязнителя, поступающего в акваторию. Эта оценка выглядит весьма пессимистичной. Получается, что реальные потери должны составлять около 1 млн. т.

К тому же можно предположить, что количество высачивающейся из естественных проявлений нефти ориентировочно должно составлять не менее 14 % от общего количества поступающих в акваторию нефтепродуктов [7, 14]. И в подтверждение этого следует также отметить вывод автора о том, что флюидные потоки высачивания со дна характерны для всех нефтегазоносных акваторий. А как показал анализ перспективных уже получивших лицензию участков на территории российского сектора, Черное море является именно таким водным объектом.

Считаем возможным выполнить оценку поступления загрязнителя, исходя из более оптимистичного сценария. Если учесть, что в акваторию Черного моря поступает всего 0,1 % от общего количество транспортируемой нефти, то поступление нефтепродуктов от данного источника можно оценить в 100 тыс. т. К этому следует прибавить 127 тыс. т загрязнителя, ежегодно поступающего с бытовыми и индустриальными сточными водами, включая нефтепродукты, приносимые со стоком рек. Затем добавляем 10 тыс. т в год, поступающих в результате дампинга грунтов, и 46 т в год – в составе атмосферных осадков. К полученной цифре прибавляем 14 %, которые предположительно поступают из природных источников. В результате, по самым оптимистичным прогнозам, реальное поступление нефтяных компонентов в экосистему Черного моря составляет примерно 270 тыс. т, что выше принятых в настоящее время оценок в 2 – 2,5 раза.

Полученные результаты имеют важное значение при установлении экологической емкости экосистемы Черного моря, которая во многом должна

служить основой для определения вектора социально-экономического развития прибрежных территорий. Вполне закономерно, что для формирования и последующей реализации программы устойчивого развития российского сектора побережья Черного моря, необходимо осуществление комплексных мониторинговых исследований. Существуют различные подходы решения данной задачи [20, 21], авторы которых отмечают, что одной из основных проблем при выполнении подобных работ является отсутствие корректных данных об исходном состоянии окружающей среды.

### **Заключение**

Рассмотрены источники поступления нефтяного загрязнения в акваторию Черного моря, позволяющие предположить неизбежное увеличение техногенной нагрузки на экосистему побережья в ближайшем будущем в связи с развитием нефтяного комплекса. Проанализированы опубликованные материалы, в которых произведена оценка количества поллютанта, ежегодно поступающего в акваторию Черного моря. Установлено, что по общему мнению авторов, подавляющая часть углеводородов поступает в экосистему вследствие безаварийных ситуаций. Анализ масштабов поступления нефтяных компонентов от различных источников позволил поставить под сомнение достоверность общепринятого значения количества поллютанта, ежегодно поступающего в акваторию Черного моря. Оценка, выполненная с помощью оригинального подхода, в основу которого положены материалы исследований нефтяного загрязнения Мирового океана, позволила предположить, что количество поллютанта, ежегодно поступающего в акваторию Черного моря, занижено как минимум в 2 – 2,5 раза и составляет примерно 270 тыс. т в год.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (гранты Президента РФ НШ-5548.2014.5) и РФФИ (проект 13-05-93105-НЦНИЛ\_a).

## Литература:

1. Оценка влияния географических факторов на распространение нефтяного загрязнения в аквальных природных комплексах и динамику их самоочищения. [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.): 30–31 / Южный федеральный университет; рук. Кузнецов А. Н.; исполн.: Заграничный К. А. [и др.]. – М., 2001. – 110 с. – Библиогр.: с. 56–65. – № ГР 14.740.11.1045. – Инв. № 02201363264.
2. Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А. Закономерности распределения и трансформации нефтяного загрязнения в районе техногенной катастрофы в Керченском проливе [Текст] // Известия Русского географического общества. 2010. Т. 142. Вып. 2. С. 53 – 59.
3. Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А., Заграничный К.А. О результатах трехлетнего мониторинга разлива мазута в Керченском проливе [Текст] // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2011. № 4. С. 90–95.
4. Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А., Заграничный К.А. Нефтяное загрязнение побережья Черного моря в районе г. Новороссийска (по результатам многолетних исследований) [Текст] // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2013. № 1. С. 71–77.
5. Kuznetsov A.N., Fedorov Y.A., Fattal P., Zagranichny K.A. Peculiarities of fuel oil natural transformation in the strait of Kerch polluted in November 2007 in consequence of tanker accident [Text] // 13-th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2013/ 16–22 June, 2013, Albena, Bulgaria. P. 839–846.
6. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. [Текст] М: Изд-во ВНИРО, 2001. 249 с.
7. GESAMR. Impact of oil and related chemicals on the marine environment. [Text] London: IMO, 1993. 180 p.
8. Лебедев С.А. Модельные расчеты фоновых значений антропогенного загрязнения нефтепродуктами и ассимиляционной емкости Черного моря (с

использованием данных дистанционного зондирования) [Текст] // Инженерная экология. 2008. № 5. С. 43–51.

9. Леонов А.В., Фащук Д.Я. Биотрансформация нефтяных углеводородов в Каркинитском заливе Черного моря: оценка по результатам математического моделирования [Текст] // Водные ресурсы. 2006. Т. 33. № 3. С. 311 – 326.

10. Фащук Д.Я., Шапоренко С.И. Загрязнение прибрежных вод Черного моря: источники, современный уровень, межгодовая изменчивость [Текст] // Водные ресурсы, 1995. Т. 22. №3. С. 271 – 281.

11. Бедрицкий А.И., Асмус В.В., Кровотынцев В.А., Лаврова О.Ю., Островский А.Г. Спутниковый мониторинг загрязнения российского сектора Черного и Азовского морей в 2003 – 2007 гг. [Текст] // Метеорология и гидрология. 2007. № 11. С. 5–13.

12. Виноградова О.К. Наступление на Черное море [Текст] // Политика и управление. 2011. № 9. С 70 – 74.

13. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря [Текст] / Пер. с англ. М.: Прогресс, 1977. 304 с.

14. Немировская И.А. Углеводороды в океане. [Текст] М.: Научный Мир, 2004. 328 с.

15. Павленко Л.Ф., Скрыпник Г.В., Дейниченко Н.В., Клименко Т.Л., Анохина Н.С., Кленкин А.А., Корпакова И.Г. Загрязнение нефтяными компонентами элементов экосистемы северо-восточной части Черного моря [Текст] // Екологічні проблеми Чорного моря. Одеса: ЦНТПІОНЮА, 2003. С. 253–256.

16. Савин П.Т., Подплетная Н.Ф., Дятлов С.Е. Химический состав атмосферных осадков г. Одессы [Текст] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. – Севастополь, 2005. № 12. С. 220–225.

17. Глумов И.Ф., Кочетков М.В. Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения Прикавказской зоны Черного моря. [Текст] М.: «Недра», 1996. 502 с.

18. Иванов А.Ю., Филимонова Н.А., Евтушенко Н.В., Антонюк А.Ю. Обширные судовые разливы в Черном море – легальные рамки? [Текст] // Земля из Космоса. 2012. № 12. С. 56–63

19. Иванов А.Ю., Евтушенко Н.В. Естественные нефтепроявления в юго-восточной части Черного моря по данным космической радиолокации [Текст] // Земля из Космоса. 2012. № 12. С. 64–71.

20. Лосевская Е.А., Россинская М.В. Мониторинг как инструмент регулирования устойчивого развития региона [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №2. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/838> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

21. Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И. Синтез прогнозной информации в практике оценки эколого-экономического развития региона [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/1993> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.