



УДК 574.58.042 (262.81)

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ НЕФТЯНОГО ПЯТНА АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МОРСКИЕ И ПРИБРЕЖНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

© 2012 *Абдурахманов Г.М., Теймуров А.А., Штунь С.Ю., Солтанмурадова З.И., Гусейнова С.А.*  
ГУ Институт прикладной экологии

В статье анализируются разработанные Институтом прикладной экологии РД прогнозные карты моделирующие возможные сценарии перемещения нефтяного пятна через 1, 3, 5, 10, 15, 20 и 30 суток после аварийного разлива при двух исходных моментах: залповый выброс 1500 тонн сырой нефти на поверхности моря и выброс 1500 тонн нефти в течение 1 суток на поверхности.

The article analyzes developed by the Institute of Applied Ecology of the Republic of Dagestan forecast maps simulate possible scenarios of oil slick movement after 1, 3, 5, 10, 15, 20 and 30 days after the accidental spill with two initial conditions: volley emission 1,500 tons of crude oil on the sea surface and the release of 1,500 tons of oil during the first day on the surface.

**Ключевые слова:** Средний Каспий, нефтяное загрязнение, прогнозные карты, моделирование сценариев, сезонные особенности

**Keywords:** The Middle Caspian, oil pollution, forecast maps, modeling scenarios, seasonal features

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА В РАМКАХ ГК 16.552.11.7051 ОТ 29.07.2011 И  
ГК 16.740.11.0051 ОТ 01.09.2010

В связи с началом разведочно-поискового бурения и последующей добычей углеводородного сырья на шельфовых месторождениях Каспия моря, актуальной становится проблема целостности, как экосистемы самого моря, так и тесно связанных с его состоянием прибрежных экосистем. Безусловно, от последовательной реализации проектов по освоению месторождений зависит энергетическая безопасность страны в целом и социально-экономическое развитие регионов. Не может подвергнуто сомнению также, что решение этой важнейшей стратегической задачи не должно идти в ущерб экологическому состоянию среды обитания гидробионтов Каспия и биологического разнообразия его прибрежных экосистем. Биологические ресурсы по экологической классификации относятся к возобновляемым и потому способны обеспечивать потребности цивилизации и после исчерпания запасов углеводородного сырья.

Поиск оптимальных решений дилеммы по Каспию «углеводородное сырье или биоресурсы» является предметом научных фундаментальных и прикладных ведомственных изысканий многих коллективов, а также инициативных исследований отдельных ученых (Егоров и др., 2003; Зильберштейн и др., 2001; Алиев и др., 1997; Гаджиев и др., 2003; Кукса, 1994; Патин, 1997, 2001; Экологическая политика ОАО «Лукойл»..., 2003; Иванов, Сокольский, 2000; Сапожников, 2000; Экологическая оценка ..., 2005, 2006; Арбатов и др., 2001; Отчет по теме ..., 2006; Экологическая политика ..., 2000, 2003 и др.).

Сложный гидродинамический режим, проявляющийся в больших и малых трансгрессиях и регрессиях, – характерная черта Каспийского моря с момента его обособления от вод Мирового океана в качестве крупнейшего на Земле внутреннего водоема (Рычагов, 1997). Не менее существенным отличительным признаком данного озера-моря следует считать чрезвычайно лабильный гидрохимический состав его вод. Он проявляет широкий диапазон колебаний не только в разных частях современного Каспия (Пахомова, Затучная, 1966; Каспийское море ..., 1986), но и был крайне нестабильным за все время изолированного существования данного водоема. Такой естественный фон природной среды обитания определил своеобразие аборигенной биоты Каспия, выражающееся в ее адаптированности к различным состояниям гидрохимического режима морской воды (Абдурахманов, Карпюк и др., 2002). Растительный же покров прибрежных экосистем характеризуется отсутствием устойчивых, зрелых и полночленных растительных сообществ, что можно объяснить недавним освобождением территории из-под дна Каспия и заселением ее выходцами из сопредельных флор (Теймуров, Гаджиева, 2007). Исследования, проведенные в рамках научно-исследовательских программ Эколога-географического факультета Дагестанского государственного университета и Института прикладной экологии Республики Дагестан (Абдурахманов, Карпюк и др., 2002), свидетельствуют, что динамичность



уровня Каспия и гидрохимического состава его вод, есть тот самый оптимальный естественный режим, на фоне которого проходила эволюция биологического разнообразия Каспия и его прибрежных экосистем.

В последние 40-50 лет наблюдается устойчивая тенденция увеличения загрязненности морских вод и катастрофическое снижение численности осетровых и ряда других видов промысловых рыб (Абдусамадов и др., 2005), что, несомненно, свидетельствует о нарушении равновесия в экосистеме Каспия. Свой ощутимый «вклад» в этот процесс вносит и браконьерство. По оценкам специалистов ежегодно в Каспийское море попадает 40-45 м<sup>3</sup> загрязняющих веществ разного происхождения.

Не должно быть сомнений в том, что в дилемме «углеводородное сырье или биоресурсы», в лучшем случае будет попытка пойти на компромисс: применение для бурения, добычи и транспортировки углеводородов высокотехнологичного оборудования, если не полностью исключая аварийные выбросы, то сводящего к минимуму все риски для Каспия и прибрежных экосистем. На сегодняшний день нет абсолютно безаварийных нефте- и газопромысловых технологий. Поэтому на вопрос о том будут ли иметь место аварийные ситуации при добыче и транспортировке углеводородного сырья на шельфе Каспийского моря можно ответить утвердительно.

Если возможности аварий с выбросами и разливами углеводородов не гипотетичны, то нужно быть готовыми к локализации и предотвращению их последствий.

Институтом прикладной экологии Республики Дагестан совместно с сотрудниками Эколого-географического факультета Дагестанского государственного университета разработаны прогнозные карты моделирующие пространственно-временные масштабы развития предполагаемой аварии в морской среде, зонах риска поражения акватории и побережья, а также масштабах воздействия. Для оценки зон риска поражения акватории и побережий разливом нефти для района бурения поисково-разведочной скважины «Центральная 1» были проведены расчеты сценариям распространения нефти в пределах четырех сезонов года (зима, весна, лето, осень).

На распространение плёнки нефти в условиях Среднего Каспия существенное влияние оказывает особенности полей ветра, течений и волн, а также случайный их изменчивости. Циркуляция вод прилегающей к району бурения части акватории Каспия характеризуется преобладанием ветровой составляющей. Поэтому в переносе нефти определяющее влияние на скорость перемещения пятна нефти оказывает ветровой дрейф.

Для оценки возможных последствий аварийных разливов нефти были выбраны следующие сценарии аварийных сбросов поисково-разведочной скважины «Центральная 1»: залповый выброс 1500 тонн сырой нефти на поверхности моря и выброс 1500 тонн нефти в течение 1 суток на поверхности. Предполагалось, что аварийный разлив нефти с равной вероятностью может произойти в указанной точке в произвольный момент времени. На основе статистической обработки сценариев были получены оценки зон риска через 1, 3, 5, 10, 15, 20 и 30 суток после аварийного разлива нефти и вероятности поражения акватории и побережий для двух режимов сброса нефти для сценариев, указанных выше. На основе этих данных и построены 54 прогнозные карты иллюстрирующие течение модельных аварийных ситуаций. Примеры таких карт приводятся на рис. 1 и 2.

На основании информации о вероятных траекториях движения нефтяных пятен определены зоны риска поражения объектов на акватории и побережье нефтяным разливом от источника с заданными координатами. Методика построения зон риска заключается в следующем. Область акватории вокруг источника разбивается на подобласти или ячейки, так чтобы все траектории движения нефтяных slickов попадали в выбранную область. Для каждого элемента сетки (ячейка) подсчитывается минимальное время, за которое нефтяной разлив может попасть в рассматриваемую ячейку. По полученному сеточному массиву данных строятся контуры областей или зон риска, внутри которых нефтяной разлив может оказаться в пределах выбранных сроков.

Конфигурация зон риска в открытых районах моря определяется пространственно-временной структурой поля ветра и соответствующим им полями течений. В прибрежных районах зоны риска изменяются за счет особенностей прибрежной циркуляции и влияния береговой черты.

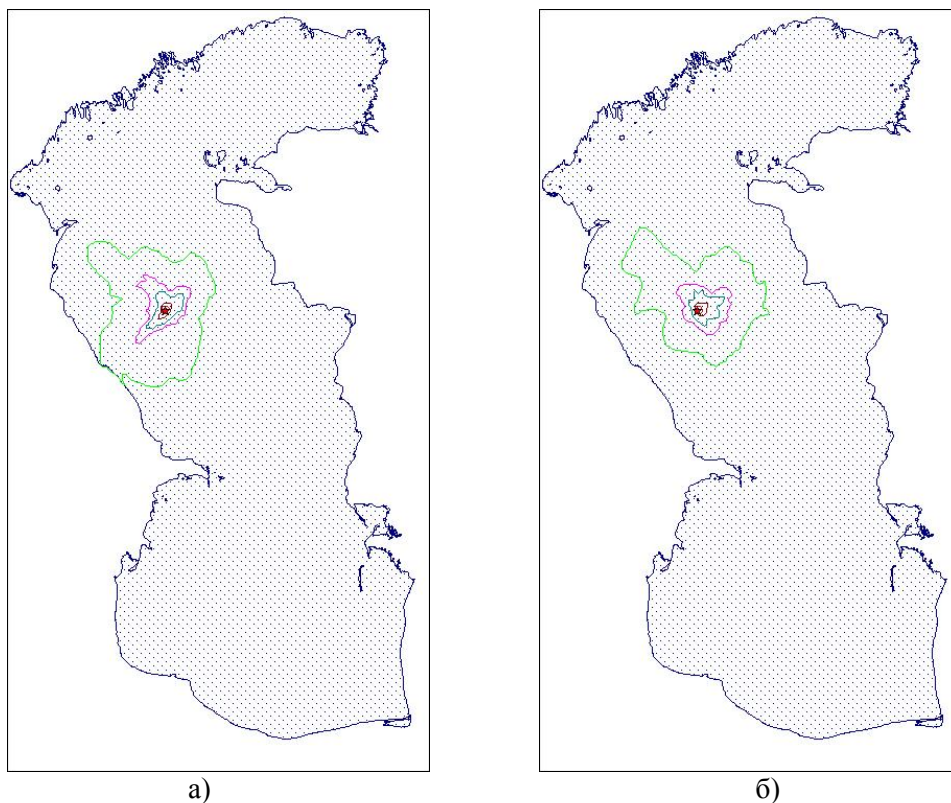


Рис. 1. Вероятность поражения акватории за 5 суток при разливе 1500 тонн сырой нефти в районе поискового бурения «Центральная 1», залповый сброс: а) зима, б) весна

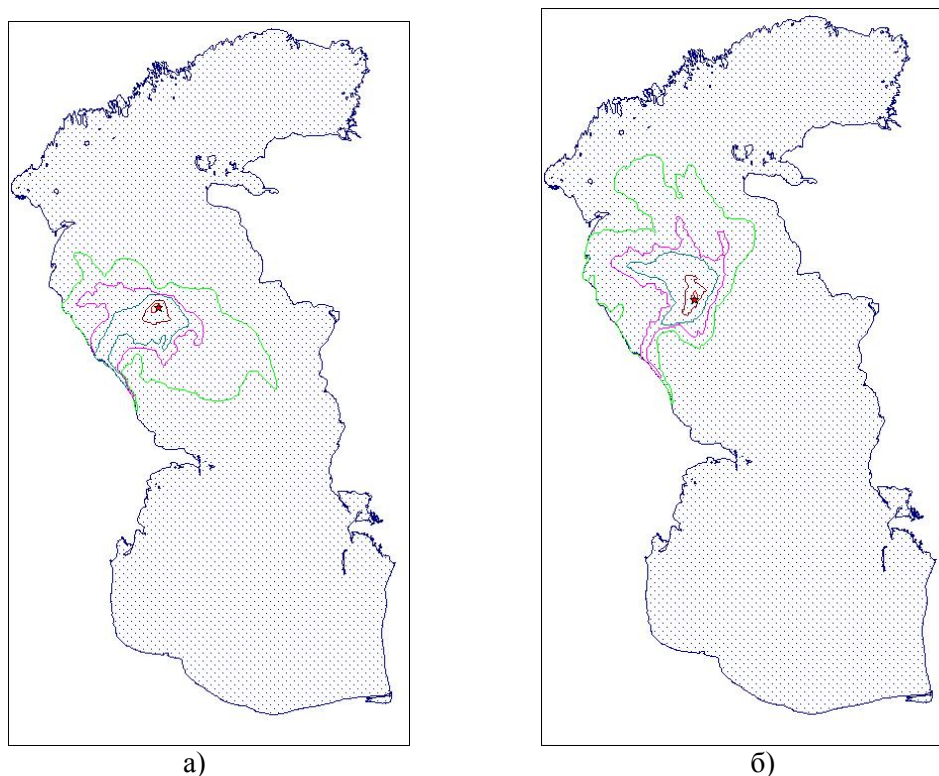


Рис. 2. Вероятность поражения акватории за 15 суток при разливе 1500 тонн сырой нефти в районе поискового бурения «Центральная 1», разлив в течение суток: а) лето, б) осень



Зоны риска не содержат информацию о масштабе потенциального воздействия на окружающую среду, связанного с объёмом сброса и типом нефтепродукта. Эффективность стратегий применения средств борьбы с разливом нефти (боны, скиммеры и диспергаторы) зависит от толщины нефти на поверхности моря. В данном документе зоны риска ограничены средней толщиной нефтяной пленки в 10 мкм.

Планирование мер защиты окружающей среды от воздействия аварийных разливов нефти начинается с определения участков или областей акватории и береговой зоны, уязвимых при попадании в них нефти или нефтепродуктов. Положение объектов защиты и специфика местных гидрометеорологических условий определяют вероятность поражения того или иного объекта, если разлив произойдет. Вероятность поражения конкретного объекта зависит от его размеров.

Вероятность выноса нефти или нефтепродукта на побережье зависит от физико-химических свойств нефти и режима сброса. В таблице 1 приведены оценки вероятности выноса нефти на берег в зависимости от режима сброса и в ситуации, когда свойства нефти или нефтепродукта обуславливают малое выветривание

Таблица 1.

**Интегральная вероятность времени достижения берега разливом нефти при сбросе в точке бурения «Центральная 1», в %**

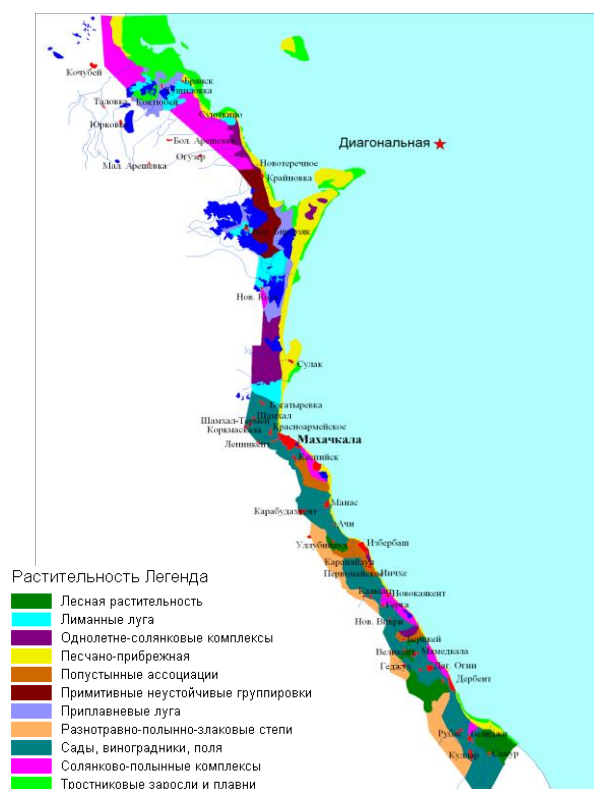
Время сут	Максимальные значения				Залповый сброс				Разлив в течение суток			
	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1,1	0	0	0,1	1,1	0	0	0,1	1,1	0	0	0,1
6	3,2	0	0,8	0,8	3,2	0	0,8	0,8	3,2	0	0,8	0,8
7	7,9	0	3	1,5	7,9	0	3	1,5	7,9	0	3	1,5
8	9,9	0	9,1	2,3	9,9	0	9,1	2,3	9,4	0	9,1	2,3
9	15,2	0,7	13	2,7	15,1	0,7	13	2,7	11,3	0,7	13	2,7
10	18,1	1,8	14,8	3,9	17,4	1,8	14,8	3,9	13	1,8	14,8	3,9
11	21	4,7	16,6	5,7	19,8	4,7	16,6	5,7	14,5	4,7	16,6	5,7
12	24,7	7,5	21,1	9,1	22,3	7,5	21,1	9,1	16,8	7,5	21,1	9,1
13	29	9,3	24,4	12,2	24,9	9,2	24,4	12,2	19	9,1	24,3	12,2
14	32,8	10,6	25,9	14	27	10,5	25,9	14	20,7	9,9	25,7	14
15	35,4	13	30,2	16,1	28,3	12,8	29,7	16,1	21,6	10,9	28,9	16
16	37,4	16,4	34,8	19,5	30	15,6	33,7	19,5	22,6	12,5	32,9	19,5
17	41,2	18,4	39,5	22,9	33,7	17,2	37,8	22,6	24,7	13,3	36,8	22,5
18	43,6	20,6	43,8	25,2	35,8	19,1	41,7	24,6	25,9	14,2	40,7	24,6
19	45	21,9	45,8	28,7	36,5	20,2	43,7	27,2	26,5	14,7	42,6	27,2
20	47,8	23,5	47,6	32,5	37,9	21,5	45,5	30,5	27,8	15,7	44,3	30,4
21	50,6	24,8	49,5	36,3	39,1	22,7	47,4	33,2	28,7	16,4	46,2	32,5
22	52,4	26,6	53,4	39	39,5	23,8	51,3	34,7	29	16,5	50,1	33,8
23	54,5	27,2	57,5	42,4	40	24,2	55,4	37,4	29,2	16,7	54,2	36,5
24	57,5	27,8	59,8	45,1	41,8	24,7	57,7	39,4	30,5	16,7	56,5	38,4

25	60,3	28,7	61,2	48,2	43,5	25	59,1	41,5	31,7	16,8	57,7	40,5
26	64	29,7	63,1	50,9	45,4	25,5	60,9	42,7	32,9	16,8	59,6	41,6
27	67,3	30,6	65,3	53,6	47,2	25,7	63,2	44	33,8	16,8	61,9	42,8
28	70,7	30,6	67,7	55	49,5	25,7	65,6	45,1	35,2	16,8	64,2	43,8
29	73,6	31,1	69,3	58,1	50,6	25,7	67,2	47,9	35,5	16,8	65,9	46,3
30	76,5	31,3	70,6	59,1	50,6	25,7	67,2	47,9	35,5	16,8	65,9	46,3

Аналогичные прогнозные карты с теми же исходными параметрами аварийных ситуаций разработаны также для месторождения «Диагональная».

На рис. 3 показано разнообразие типов растительности дагестанской части побережья Каспия, а на рис. 4 места массового скопления перелетных птиц в прибрежных экосистемах и прилегающей части акватории моря.

Примеры прогнозных карт приводятся на рис. 5 и 6.



**Рис. 3.** Карта растительности дагестанского побережья Каспия



**Рис. 4.** Места массового скопления птиц у дагестанского побережья во время осенних и весенних перелетов



Рис. 5. Вероятность поражения акватории за 15 суток при разливе 1500 тонн сырой нефти в районе бурения (весна, залповый сброс).

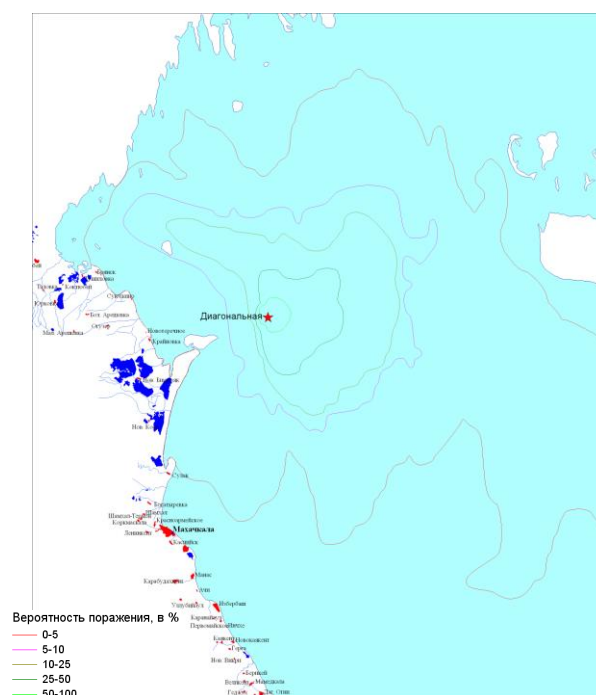


Рис. 6. Вероятность поражения акватории за 15 суток при разливе 1500 тонн сырой нефти в районе бурения (весна, разлив в течение суток).

#### Библиографический список

1. Абдурахманов Г.М., Карпюк М.И., Морозов Б.Н., Пузаченко Ю.Г. Современное состояние и факторы, определяющие биологическое и ландшафтное разнообразие волжско-каспийского региона России. – Москва: Наука, 2002. – 416 с.
2. Абдусаматов А.С., Абдурахманов Г.М., Карпюк М.И. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства в западно-каспийском регионе России. – М.: Наука, 2005. – 496 с.
3. Алиев Н.-К.К., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А., Гаджиев А.А. Экологические проблемы бассейна Каспия. – Махачкала, 1997. – 160 с.
4. Арбатов А.А., Войтоловский Г.К., Вылегжанин А.Н. и др. Море проблем. – М.: Изд-во СОПС, 2001 – 187 с.
5. Варущенко С.И., Варущенко А.Н., Клиге Р.Г. Изменение режима Каспийского моря и бессточных озер в палеовремени. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
6. Гаджиев А.А., Шихшабеков М.М., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А. Анализ экологического состояния Среднего Каспия и проблема воспроизводства. Монография. – Москва «Наука», 2003. – 420 с.
7. Егоров А.А., Зацепя С.Н., Ивченко А.А., Овсиенко С.Н., Фашук Д.Я. Разработка морских месторождений углеводородов: география, экологические последствия и пути их прогноза // Изв.РАН, сер. Геог., вып.6. 2003
8. Зильберштейн О.И., Попов С.К., Чумаков М.М., Сафронов Г.Ф. Метод расчета характеристик уровня моря в Северном Каспии // Водные ресурсы. – 2001. – Том 28. – № 6. – с. 692-700.
9. Иванов В.П., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения - Астрахань, Изд-во КаспНИРХа, 2000 - 181 с.
10. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия / Под ред. Воропаева Г.В. – М.: Наука, 1986. – 261 с.
11. Кукса В.И. Южные моря (Аральское, Каспийское, Азовское и Черное) в условиях антропогенного стресса. – С-П: Гидрометиздат, 1994. – 319 с.
12. Отчет по теме «Возможные воздействия строительства поисковой скважины в Среднем Каспии на прибрежные экосистемы Республики Дагестан»: Махачкала, Институт прикладной экологии Республики Дагестан. Рук. Г.М. Абдурахманов. 2006.
13. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. - М.: ВНИРО, 2001. - 247 с.





14. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – Москва. Издательство ВНИРО, 1997. – 349 с.
15. Пахомова А.С. Затучная Б.М. Гидрохимия Каспийского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1966.
16. Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 267 с.
17. Сапожников В.В. Современное состояние экосистемы Каспийского моря и сценарий дальнейшего развития событий // Каспийский плавучий университет. Научный бюллетень, № 1. – Астрахань, 2000. – С. 64-71.
18. Теймуров А.А., Гаджиева Г.Г. Анализ флоры Терско-Сулакской низменности. – Махачкала, 2007. – 93 с.
19. Экологическая оценка загрязнения западной части Северного Каспия нефтяными углеводородами. Атлас. / Отв. ред. С.К. Монахов; Каспийский морской научно-исследовательский центр. – Астрахань, 2005. – 50 с.
20. Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами. Атлас. / Отв. ред. Г.М. Абдурахманов, С.К. Монахов, – Астрахань, 2006. – 50 с.
21. Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море. Том 1. Состояние окружающей природной среды при проведении изыскательских и геологоразведочных работ на структуре «Хвалынская» в 1997-2000 гг. Астрахань, 2000. – 133 с.
22. Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море. Том 2. Охрана окружающей среды при поиске, разведке и добыче углеводородного сырья в Северной части Каспийского моря. Астрахань: ГУП ИПК «Волга», 2003. – 256 с.

#### Bibliography

1. Abdurahmanov G.M., Karpuk M.I., Morozov B.N., Puzachenko U.G. Current status and factors that determine the biological and landscape diversity of the Volga-Caspian region of Russia. - Moscow: Science, 2002. – p. 416
2. Abdusamadov A.S., Abdurakhmanov G.M., Karpuk M.I. Current status and ecological-economic prospects of the development of fisheries in the West-Caspian region of Russia. - M.: Science, 2005. – p.496.
3. Aliev N-K.K., Abdurakhmanov G.M., Mungiev A.A., Gadzhiev A.A. Ecological problems of the Caspian basin. - Makhachkala, 1997. – p.160
4. Arbatov A.A., Voitlovskii G.K., Vilegzhanin A.N. ect. Sea problems. - M: Pub. house - The Council on study of productive forces, 2001 – p.187
5. Varushenko S.I., Varushenko A.N., Klige R.G. Change of the regime of the Caspian sea and inland lakes in paleo time. - M.: Science, 1987. – p.240
6. Gadzhiev A.A., Shikhshabeov M.M., Abdurakhmanov G.M., Mungiev A.A. Analysis of the environmental status of the Middle Caspian and the problem of reproduction. Monograph. - Moscow, "Science", 2003. – p.420
7. Egorov A.A., Zacena S.N., Ivchenko A.A., Ovsienko S.N., Fashuk D.Ya. Development of offshore hydrocarbon fields: geography, environmental consequences and ways of their prognosis // News of the Russian Academy of Sciences, series of Geography, Issue 6. 2003
8. Zilbershtein O.I., Popov. S.K., Chumakov M.M., Safronov G.F. The method of calculating the characteristics of the sea level in the Northern Caspian sea // Water resources. - 2001. – V. 28. - №6. – p. 692-700.
9. Ivanov V.P., Sololskii A.F. Scientific foundations of the strategy of protection of biological resources of the Caspian sea from oil pollution, Astrakhan, Pub. house of the Caspian research Institute of fishery, 2000 – p. 181
10. The Caspian sea: Hydrology and hydrochemistry // Under the editorship of Voropaeva G.V. - M.: Science, 1986. - 261.
11. Kukxa V.I. The southern seas (Aral, Caspian, Azov and Black) in conditions of anthropogenic stress. - St. Petersburg: Pub. house of the Hydromet, 1994. – p.319
12. Report on the theme "Possible impact of the construction of the prospecting wells in the Middle Caspian sea in the coastal ecosystems of the Republic of Dagestan": Moscow, Institute of applied ecology of the Republic of Dagestan. The head - Abdurakhmanov G.M. 2006.
13. Patin S.A. Oil and ecology of the continental shelf. - M.: Russian scientific - research Institute of Fisheries and Oceanography, 2001. – p.247.
14. Patin S.A. Ecological problems of development of oil and gas resources of the continental shelf. - Moscow. Pub house of the Russian scientific - research Institute of Fisheries and Oceanography, 1997. - 349.
15. Pakhomova A.S. Zatuchnaya B.M.. Hydrochemistry of the Caspian sea. St. Petersburg: Pub. house of the Hydromet, 1966.
16. Richagov G.I. Pleistocene history of the Caspian sea. - M.: Издательство Moscow State University, 1997. – p.267
17. Sapozhnikov V.V. Modern condition of the ecosystem of the Caspian sea and the scenario of a further development of events // The Caspian floating University. Scientific Bulletin, № 1. - Astrakhan, 2000. – p. 64-71



18. Teimurov A.A., Gadzhieva G.G. Analysis of flora of the Tersko-Sulak lowland. - Makhachkala, 2007. – p. 93
19. Environmental assessment of the pollution of the Western part of the Northern Caspian by oil hydrocarbons. Atlas. // Executive editor - Monakhov S.K.; Caspian marine scientific research center. - Astrakhan, 2005. – p.50
20. Environmental assessment of the pollution of the Western part of the Northern Caspian by oil hydrocarbons. Atlas. // Executive editors – Abdurakhmanov G.M., Monakhov S.K. - Astrakhan, 2006. – p.50
21. The environmental policy of PLC «LUKOIL» on the Caspian sea. V. 1. The state of the environment in carrying out prospecting and exploration works on a structure of "Khvalinskaya" in 1997-2000. Astrakhan, 2000. – p. 133.
22. The environmental policy of PLC «LUKOIL» on the Caspian sea. Volume 2. Protection of the environment during the search, exploration and production of hydrocarbons in the Northern part of the Caspian sea. Astrakhan 2003. – p. 256

УДК 504.432.054

## РАСТВОРИМОСТЬ И ДЕСТРУКЦИЯ НЕФТИ В МОРСКОЙ ВОДЕ

© 2012 **Абдусаматов А.С., Панарин А.П.,  
Магомедов А.К., Коваленко Л.Д., Гусейнова Б.Р.**  
ДФ ФГУП КаспНИРХ  
**Дохтукаева А.М., Дудурханова Л.А.**  
ГУ Институт прикладной экологии

В данной работе изучена растворимость и деструкция сырой нефти в морской воде в условиях Каспийского моря.  
The solubility and the destruction of crude oil in seawater in conditions of the Caspian sea have been studied.

**Ключевые слова:** Каспий, деструкция, растворимость, концентрация.

**Keywords:** The Caspian Sea, destruction, solubility, concentration.

Растворимость ЭНУ в воде была пропорциональна внесенным количествам и достигала максимума на 10-е сутки.

В настоящее время многие государства обеспокоены прогрессирующим загрязнением морских вод стоками промышленных и бытовых отходов, а в последние годы к этому добавилось масштабное освоение месторождений нефти на шельфе.

Цель данной работы – изучение деструкции сырой нефти в морской воде в лабораторных условиях. Опыты проводились в аквариумах объемом 20 л, в диапазоне концентраций 0,5; 1,25; 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, при температуре 20-25<sup>0</sup>С. Контролем служила морская вода без токсиканта. Пробы отбирались на 5, 10, 20, 30 сутки экспозиции.

Формы нахождения нефти, в составе которой изначально находятся соединения с различными свойствами, в водной среде отличаются особой сложностью и многообразием. Попавшая на водную поверхность нефть может существовать в виде нескольких агрегатных состояний, а именно поверхностные пленки, растворенные формы, эмульсии. В среднем, лишь около 3-15% от исходного количества сырой нефти подвержена процессам окисления, биодеградациии, фотохимическим реакциям, тогда как испаряется - от 10 до 40%. Способность нефти растворяться в воде зависит от ее химического состава, температуры воздуха, воды и т.д. (Патин, 1997).

Как показали результаты наших экспериментов, при внесении в морскую воду опытного образца сырой нефти различной концентрации, пик ее растворимости приходился на 10-е сутки экспозиции (рис. 1). В этот момент соответствующее присутствие ЭНУ в воде составляло 80%, 56% и 48%, соответственно.