

*ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ ЯВЛЕНИЙ НА НЕФТЯНЫЕ РАЗЛИВЫ В
ГВИНЕЙСКОМ ЗАЛИВЕ (ПРИБРЕЖНЫЕ ВОДЫ РЕСПУБЛИКИ НИГЕРИЯ)*

И.Ю. ГЛУХЕНЬКИЙ¹, Э.О. ОБИ²

¹ *Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: ilyag84@mail.ru*

² *Калабарский технологический университет,
Нигерия, штат Риверз*

Проблема загрязнения Нигерийских прибрежных вод в Гвинейском заливе является актуальной, так как большая часть нефти добывается в открытом море, а аварии в местах добычи происходят достаточно регулярно. Для Республики Нигерия характерными являются два типа погодных условий: сухой и дождливый сезон. В зависимости от этих сезонов меняются направления и скорости течений, а, следовательно, будет отличаться и поведение нефтяных пятен на поверхности Гвинейского залива. Авторами разработана математическая модель распространения нефтяного загрязнения на шельфе Гвинейского залива и на ее основе создана программа «Slickmovement», позволяющая, учитывая скорость растекания нефти на поверхности воды, испарение, растворение, эмульгирование и осаждение, моделировать распространение нефтяных пятен при аварийном разливе. С помощью проведенных численных экспериментов по моделированию аварийных разливов нефти было установлено, что нефтяное пятно в сезон дождей достигает побережья быстрее, загрязняя большую площадь, чем пятно такого же начального размера в сухой сезон, при этом концентрация в центре нефтяного пятна в сезон дождей уменьшается быстрее.
Ключевые слова: разливы нефти, математическая модель, Гвинейский залив.

Нигерия испытывает негативное влияние нефтяных разливов с момента открытия первого месторождения в 1956 году. Развитие нефтяной промышленности в стране в сочетании с увеличением численности населения и отсутствием регулирования в области борьбы с загрязнением окружающей среды нанесло значительный ущерб окружающей среде, особенно в регионе Дельты Нигера. Хотя в последние годы ситуация стала улучшаться с введением строгих норм на загрязнение окружающей среды для нефтяной промышленности, но проблема загрязнения до сих пор остается одной из наиболее важных.

Ранее в работах [1-5] авторами были установлены особенности влияния гидрометеорологических и климатических условий, физических и химических свойств разлившейся нефти на форму и динамику распространения нефтяного

пятна в прибрежных водах Федеративной Республики Нигерия в результате аварийных ситуаций, связанных с добычей, транспортировкой, перевалкой нефти. На основе полученных данных была разработана математическая модель нефтяного загрязнения прибрежных вод Федеративной Республики Нигерия, позволяющая моделировать динамику нефтяного пятна на поверхности моря, учитывающая конвективный перенос, процессы диффузии, растекания, испарения, биологической деструкции, гидрометеорологические условия и направления поверхностных течений Нигерской Дельты. Разработанная математическая модель легла в основу программного комплекса имитационного моделирования «Slickmovement», визуализирующего динамику и деструкцию нефтяного загрязнения в море с одновременным учетом физических, физико-химических, биологических, гидрометеорологических и климатических условий.

С помощью программного комплекса имитационного моделирования «Slickmovement» проведен ряд численных экспериментов, позволяющих определить направление, динамику и деструкцию нефтяного пятна в прибрежных водах Федеративной Республики Нигерия в зонах аварийных и чрезвычайных ситуаций, выявить влияние сезона года, поверхностных течений, физических параметров и экологических факторов. Эксперименты выполнены для мест наиболее частого разлива нефти, находящихся в 20 км ($6^{\circ}14'$ северной широты и $3^{\circ}48'$ восточной долготы – зона А), 30 км ($6^{\circ}06'$ северной широты и $4^{\circ}05'$ восточной долготы – зона В) и 70 км ($5^{\circ}33'$ северной широты и $4^{\circ}06'$ восточной долготы – зона С) от Нигерийской береговой линии. Имитации были проведены для двух сезонов, так как Нигерийская прибрежная зона находится в тропическом климате, состоящем из сезона дождей (с апреля до ноября) и сухого сезона (с декабря до марта). Сезонные направления Гвинейского течения выбраны согласно данным международной организации Mariano Global Surface Velocity Analysis (MGSVA).

Численный эксперимент зоны А проведен для сухого и дождливого сезона. Место загрязнения показано на рисунке 1. Данная зона выбрана, так как

через эту точку проходят танкеры из США и Европы, транспортирующие сырую нефть с экспортного терминала Escravos ($5^{\circ}37'$ северной широты и $5^{\circ}11'$ восточной долготы). Площадь разлива нефти принимается равной 314 км^2 . При проведении численного эксперимента с помощью программного комплекса «Slickmovement» считаем среднюю скорость течений в прибрежных водах Республики Нигерия в сухой сезон равной 21 см/с . Программно учитываем карту течений для сухого сезона. На рисунке 2 представлен фрагмент распространения нефтяного пятна в контурных изображениях, полученный для сухого сезона в ходе моделирования с помощью программного комплекса.

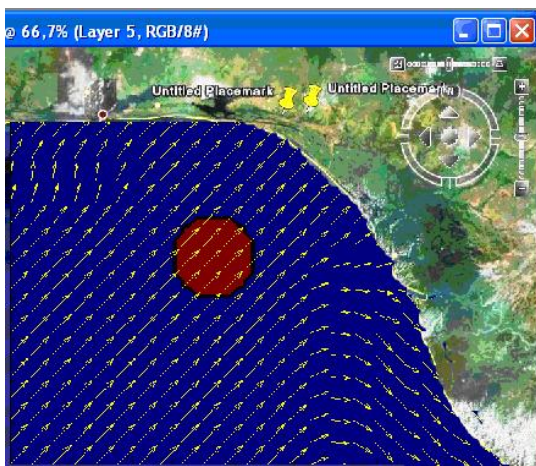


Рисунок 1 – Положение нефтяного пятна зоны А в момент обнаружения разлива (сухой сезон)

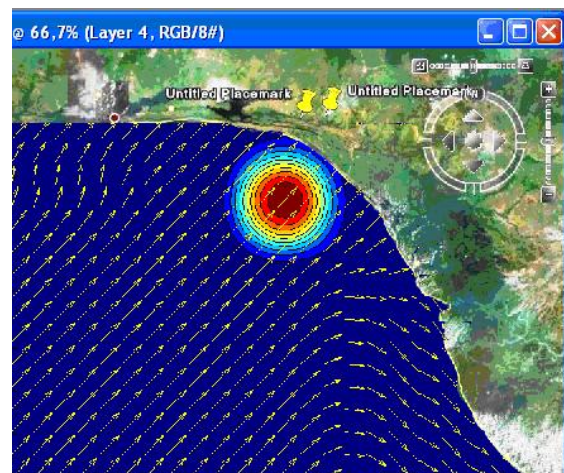


Рисунок 2 – Смещение нефтяного пятна спустя 29 часов с момента разлива для сухого сезона

На рисунке 2 показано место, в котором нефтяной разлив достигает побережья ($6^{\circ}20'$ северной широты и $4^{\circ}26'$ восточной долготы). Траектория нефтяного разлива совпадает с направлением движения поверхностных течений.

Аналогично рассмотрена динамика пятна в зоне А для дождливого сезона (расстоянии 30 км от побережья; площадь разлива нефти – 314 км^2). Скорость перемещения нефтяного слика – 28 см/с . Координаты места, в котором нефтяной разлив достигает побережья, будут следующими: $6^{\circ}20'$ северной широты и $4^{\circ}26'$ восточной долготы. Следует отметить, что траектории

нефтяного пятна для сухого и дождливого сезонов совпадают. Это происходит вследствие того, что направление движения поверхностных течений от места загрязнения до побережья в сухой и дождливый сезоны не изменяется.

Численный эксперимент зоны В представляет собой моделирование разлива нефти, произошедшего на расстоянии 20 км ($6^{\circ}14'$ северной широты и $3^{\circ}48'$ восточной долготы) от побережья Федеративной Республики Нигерия. Эта точка выбрана, потому что танкеры, перевозящие нефть с экспортного терминала Escravos в соседние африканские страны, проходят через эту точку. Площадь разлива нефти была принята равной $78,5 \text{ км}^2$. Эксперимент проведен для сухого и дождливого сезонов. Отличительной особенностью данной зоны является наличие точки изменения направления морского течения, что сказывается на уменьшении времени достижения пятном береговой линии (в сухой сезон – 23 часа с момента разлива, в дождливый – 17 часов). Изменение направления морского течения более выражено в сухой сезон (рисунки 3, 4).

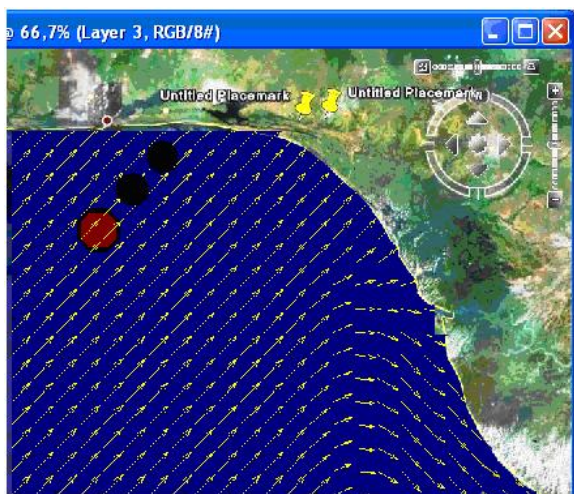


Рисунок 3 – Траектория движения нефтяного пятна в сухой сезон

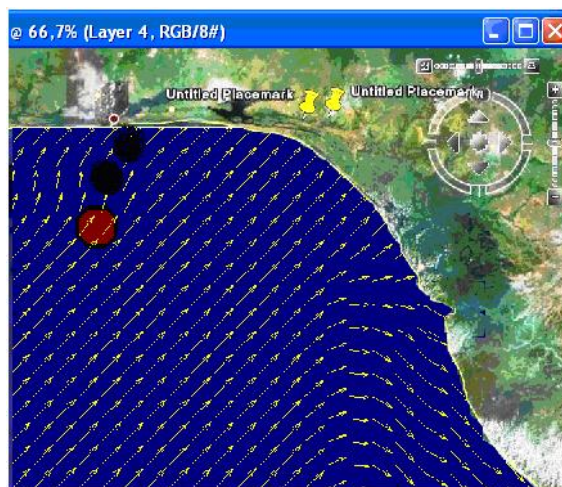


Рисунок 4 – Траектория движения нефтяного пятна в дождливый сезон

В зоне В наблюдается не только изменение траектории перемещения пятна, обусловленное течением, но и значительное увеличение площади распространения разлива с одновременной деформацией формы пятна из-за усиления турбулентности потоков при изменении направления течения. Размер

загрязнения береговой полосы в случае выброса нефти на берег составляет 24 км в сухой сезон и 19 км в дождливый сезон.

Численный эксперимент зоны С проведен для точки, удаленной на 70 км от побережья Федеративной Республики Нигерия, где проходят нефтеналивные танкеры из США и Европы, перевозящие сырую нефть с терминала Forcados. Площадь разлива нефти принята равной 78,5 км². Исходные данные моделирования аналогичны предыдущим экспериментам. В результате моделирования получены траектории нефтяного пятна для сухого и дождливого сезонов (рисунки 5, 6).



Рисунок 5 – Траектория движения нефтяного пятна в сухой сезон

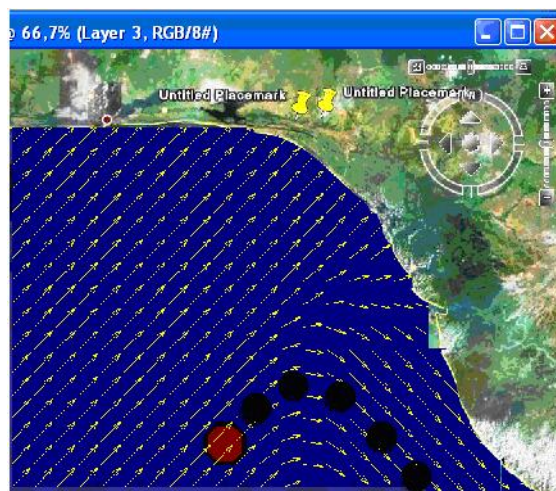


Рисунок 6 – Траектория движения нефтяного пятна в дождливый сезон

Отличительной особенностью зоны С является наличие критической точки резкого изменения направления поверхностного течения, обусловленного особенностями географического строения береговой зоны. Это сказывается на значительной деформации формы пятна нефти и увеличении площади загрязнения после достижения критической точки (рисунки 7,8).

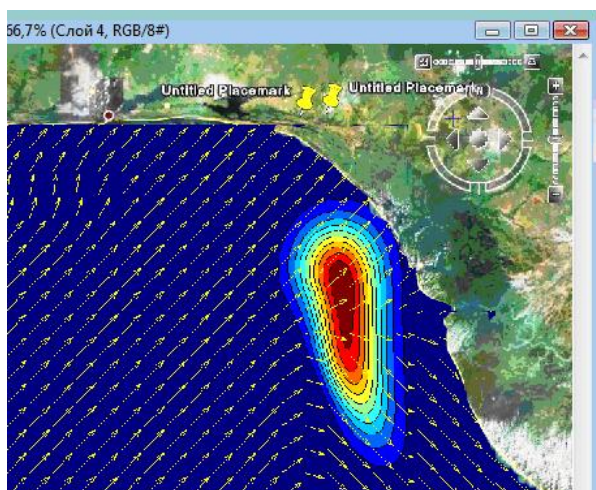


Рисунок 7 – Смещение нефтяного пятна через 62 часа с момента разлива (сухой сезон)



Рисунок 8 – Смещение нефтяного пятна через 28,6 часа с момента разлива (дождливый сезон)

ЛИТЕРАТУРА

1. Оби Э.О. Прогнозирование загрязнения нефтью прибрежных вод республики Нигерия: автореф. дис. ... канд. тех. наук / Э.О. Оби; Кубанский государственный технологический университет. Краснодар, 2009.– 24 с.
2. Оби Э.О, Чердниченко В. Г. Моделирование динамики нефтяного пятна в прибрежной области//Экология и промышленность России. - 2009.- С.34-35.
3. Оби Э. О. Математическое моделирование динамики и деструкции нефтяного пятна на поверхности моря// Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2008.- №2-3.- С. 112-114.
4. Оби Э. О. Воздействие нефтяного пятна на окружающую среду// Известия высших учебных заведений. Пищевая технология.- 2008.- № 4.- С. 102-103.
5. Оби Э. О. Сравнительный анализ математических моделей динамики и деструкции нефтяного пятна на море//Научно-технические ведомости, Санкт-Петербург. - 2008. -№3(60).- С. 211-214.

REFERENCES

1. Obi Je.O. Prognozirovanie zagrjaznenija neft'ju pribrezhnyh vod respublik Nigerija: avtoref. dis. ... kand. teh. nauk / Je.O. Obi; Kubanskij gosudarstvennyj tehnologičeskij universitet. Krasnodar, 2009.– 24 s.
2. Obi Je.O, Cherednichenko V. G. Modelirovanie dinamiki neftjanogo pjatna v pribrezhnoj oblasti//Jekologija i promyšlennost' Rossii. - 2009.- S.34-35.
3. Obi Je. O. Matematičeskoe modelirovanie dinamiki i destrukcii neftjanogo pjatna na poverhnosti morja// Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. - 2008.- №2-3.- S. 112-114.
4. Obi Je. O. Vozdejstvie neftjanogo pjatna na okružhajushhuju sredu// Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija.- 2008.- № 4.- S. 102-103.
5. Obi Je. O. Sravnitel'nyj analiz matematičeskikh modelej dinamiki i destrukcii neftjanogo pjatna na more//Nauchno-tehnicheskie vedomosti, Sankt-Peterburg. - 2008. -№3(60).- S. 211-214.

*THE INFLUENCE OF SEASONAL EFFECTS ON OIL SPILLS IN GUIDECOM BAY
(COASTAL WATER OF THE REPUBLIC OF NIGERIA)*

I.YU. GLUKHENKY¹, JE.O. OBI²

¹ *Kuban State Technological University
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072
e-mail: ilyag84@mail.ru*

² *University of Calabar,
Nigeria, Rivers State,*

The pollution problem of the Nigerian coastal waters in the Gulf of Guinea is relevant, since most of the oil produced in the open sea, and accidents in the mining areas happen fairly regularly. For Republic of Nigeria characteristic are two types of weather conditions: dry and rainy season. Depending on these seasons are changing direction and speed of currents, and, therefore, will be different and the behavior of oil spills on the surface of the Gulf of Guinea. The authors developed a mathematical model of the spread of oil pollution on the shelf of the Gulf of Guinea and on the basis of the created the program "Slickmovement", which allows, given the rate of oil spreading on the water surface, evaporation, dissolution, emulsification and precipitation, to simulate the spread of oil spills spill. Using the conducted numerical experiments for the simulation of accidental spills oil has been found that the oil spill in the rainy season reaches the coast faster, contaminating a large area than a spot of the same initial size in the dry season, the concentration in the center of the oil slick in the wet season decreases faster.

Key words: oil spill, the mathematical model, the Gulf of Guinea.