

© В.А. Иванов, В.М. Кушнир, Е.Е. Совга, 2011

Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь

ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ УКРАИНЫ

Обсуждаются особенности морской нефтегазодобычи в части воздействия экстремальных гидрометеорологических условий на установки для производства и обеспечения добычных работ. Рассмотрены характеристики ветрового режима редкой повторяемости для Азово-Черноморского бассейна, соответствующие параметры и пространственные распределения характеристик штормовых поверхностных волн, ледовые поля. Перечислены возможные опасности нарушения экологического режима при эксплуатации буровых платформ и других систем нефтегазодобычи.

Введение

Месторождения нефти и газа на континентах в основном разведаны, и имеются обоснованные прогнозы специалистов о том, что они могут быть исчерпаны в ближайшие 30–50 лет. Именно по этой причине в последние годы происходит бурное развитие добычи нефти и газа на морском шельфе, а в последние годы – в глубоководных районах морей и океанов. Анализ мировой практики показывает, что морская нефтегазовая индустрия является одним из наиболее высокорентабельных и, вместе с тем, опасным видом человеческой деятельности [1]. В значительной степени это связано со сложной спецификой эксплуатации в морских условиях технических средств (морские буровые платформы (МБП) и буровые суда различных типов, подводные трубопроводы, терминалы и другие системы для производства и обеспечения добычных работ). Ключевыми моментами конструирования и эксплуатации таких средств является решение комплекса проблем, связанных с воздействием на них морской среды, т.е. штормовых волн, течений, ледовых полей. Цель настоящей работы – предварительный анализ основных факторов воздействия морской среды на океанотехнические установки для добычи нефти и газа и наоборот – возможных воздействий океанотехнических установок на морскую среду.

Общие характеристики условий морской нефтегазодобычи

В настоящее время в Мировом океане работает свыше 1000 установок для производства буровых работ, из которых задействовано около 670. За 60 с лишним лет эксплуатации конструкции буровых платформ непрерывно совершенствуются, увеличивается диапазон возможных глубин их установки, возрастает устойчивость к воздействию экстремальных гидрометеорологических процессов. Тем не менее, за период эксплуатации таких установок было зарегистрировано большое количество аварий. На самоподъемных установках каждая такая авария дает убытки более 1 млн. долл. США. Две крупнейшие аварии на полупогружных буровых платформах “Александр Киланд” 27 марта 1980 г. в Норвежском море и “Оушн Рейнджер” 15



Рис. 1. Последствия воздействия штормовых волн и ветра в урагане «Лили» на буровую платформу в Мексиканском заливе

февраля 1982 г. вблизи о. Ньюфаунленд, произошедшие в результате жестоких штормов, явились причиной гибели 207 человек и общего ущерба в 150 млн. долл. США. В настоящее время ежегодно происходит до 420 аварий на морских буровых платформах, причем по статистике примерно 40% из них связано с действием жестоких штормов [1]. Для иллюстрации на рис. 1 показаны последствия воздействия урагана «Лили» на одну из МБП в Мексиканском заливе. Ураган «Катрина» был причиной аварий на 58 буровых платформах в этом же районе Мирового океана, причем 30 платформ были утеряны безвозвратно.

Морские буровые платформы (МБП) – это совершенно новые для традиционного судостроения технические средства. Их архитектура и конструкция соответствуют основным требованиям, вытекающим из условий эксплуатации, а именно: 1. Высокая стабильность пространственного положения с точностью порядка (1–1,5)% от глубины моря в течение периодов времени до 8-10 и более месяцев. 2. Возможность проведения сложных операций, связанных с постановкой и съемом МБП с места проведения буровых работ. 3. Обеспечение устойчивости опор или опорного основания от размыва придонными переменными и постоянными течениями. 4. Выживание платформы при самых суровых штормах в заданном районе океана в период проектного срока службы.

Несмотря на многолетний опыт использования подводных трубопроводов, многие аспекты, связанные с воздействием на них придонных волновых и постоянных течений, остаются недостаточно изученными. Об этом свидетельствует статистика их аварий. Так в Северном море за период с 1969 по 1986 год 70% таких аварий связано с жестокими штормами. Особенно важны данные о гидродинамическом воздействии придонных волновых течений на подводные трубопроводы в мелководных районах, где действие штормовых волн создает не только значительные знакопеременные механические нагрузки, но может приводить к размыву грунта под трубой, провисанию и вибрации ее участков. Это создает предпосылки для аварий, которые могут сопровождаться экологическими катастрофами и значительными финансовыми потерями.

В настоящее время имеются следующие основные предпосылки для решения комплексной проблемы воздействия морской среды на океанотехнические установки, включая оперативную реакцию на меняющиеся внешние воздействия.

1. Спутниковые методы измерения характеристик морской среды, в том числе, скорости приводного ветра, уровня моря, параметров волнения, восходящего излучения в оптическом (0,4...0,7 мкм), ближнем ИК (0,7...2 мкм), тепловом ИК (3...12 мкм) диапазонах, параметров ледовых полей. По этим данным, кроме измеряемых величин приводного ветра, высот значительных поверхностных волн, уровня моря, могут быть определены прозрачность, концентрация хлорофилла и минеральной взвеси, пленок поверхностно-активных веществ, цвет и температура морской воды, концентрация льда [2].

2. Прикладные пакеты для численных расчетов волновых и постоянных течений морской воды с учетом ее вязкости при обтекании различных препятствий, в том числе относительно сложных трехмерных конструкций океанотехнических установок. К их числу относятся прикладные пакеты Fluent, COSMOSFloWorks и др. [2].

Прикладные пакеты для расчетов полей поверхностных волн при заданной скорости ветра и рельефе дна, например, SWAN. [3]

3. Методы численных расчетов эрозии донного материала вблизи и непосредственно под опорными основаниями океанотехнических установок, что является основой для оценки устойчивости установки на слабонесущем морском дне [4].

4. Различные технические средства измерений гидрофизических параметров.

Для освоения углеводородных энергоносителей в шельфовых и глубоководных районах экономической зоны Украины, в том числе огромных запасов газогидратов (метаногидратов), необходимы детальные комплексные данные о рельефе дна, геологии и гидрометеорологии районов, перспективных для нефтегазодобычи. При этом важным фактором являются оценки экстремальных параметров, характеризующих состояние морской среды и приводной атмосферы в течение заданных интервалов времени, например, величины скорости ветра, возможные один раз в 50 лет, и продолжительность экстремальных режимов. Для таких расчетов используются со-

зданные в МГИ НАН Украины специальные статистические методы, апробированные на экспериментальных данных [5–7]. Для иллюстрации ниже приведены оценки экстремальных величин скорости ветра и продолжительности его действия для условий Черного моря.

Характеристики скорости ветра редкой повторяемости для северной части Черного моря

На основе анализа обобщенных статистических данных по северной части Черного моря выделены следующие частотные интервалы: синоптический со средним периодом 9 суток, местные ветры со средним периодом 20 суток, сезонный и межгодовой с периодом 3 года. Для каждого их этих интервалов определены характерные амплитуды или дисперсии колебаний, граничные частоты и наиболее выраженные частоты для каждого диапазона, преобладающие направления ветров и соотношение наиболее сильных и слабых ветров на основе данных о повторяемости скоростей ветра по румбам. Оценки дисперсии определялись на основе данных о средних амплитудах колебаний или о диапазонах изменчивости скорости ветра в каждом из указанных спектральных диапазонов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики изменчивости скорости ветра в северном районе Черного моря

Вид изменчивости и характерный период колебаний	ω_i , рад/сут	σ_w , м/с	β , сут ⁻¹
Синоптические колебания, 9 сут.	0,7	8,5	0,42
Местные ветры (бора), 20 сут.	0,31	3,75	0,1
Сезонная изменчивость	$1,72 \cdot 10^{-2}$	1	$4,65 \cdot 10^{-3}$
Межгодовая, 3 года	$5,73 \cdot 10^{-3}$	1,4	0,02
Стандартное отклонение, м/с	9,45		
Дисперсия производной, (м/с ²) ²	61,79		

Используя данные, приведенные в табл. 1 и созданную спектральную модель [5–7], вычислены возможные параметры ветрового режима редкой повторяемости для периодов 1, 5, 10, 25, 50 и 100 лет. Результаты расчетов приведены в табл. 1, 2. Здесь $\beta = \lambda_2(\omega_m)/\lambda_1(\omega_m)$ – квадрат отношения поперечных и продольных возмущений, определяемый по результатам взаим-

Таблица 2

Параметры ветрового режима редкой повторяемости

Период, лет	Скорость ветра редкой повторяемости и его продолжительность		
	W_p , м/с	W_e , м/с	t_w , сут
1	23,84	32,00	0,91
5	29,25	33,35	0,89
10	31,30	34,60	0,85
25	33,81	37,15	0,79
50	35,59	40,70	0,73
100	37,29	41,50	0,71

ной статистической спектральной обработки составляющих скорости ветра за многолетний период или по данным справочных режимно-статистических характеристик скорости ветра в заданном регионе; W_p – пороговое значение экстремальной скорости ветра при его продолжительности t_w , и собственно экстремум W_e , возможные один раз за заданное количество лет T .

Таким образом, по данным этих оценок значения скорости ветра, возможные один раз в 100 лет, составляют 41,5 м/с. По данным независимых традиционных оценок и наблюдений эта величина равна примерно 40 м/с, что незначительно отличается от полученных оценок. Продолжительность действия скорости ветра свыше 37 м/с (1 раз в 100 лет) может составлять 17 часов. Один раз в год ветер со скоростью свыше 23,8 м/с действует в течение 21,8 ч. Эти расчетные данные находятся в хорошем соответствии с данными прямых метеонаблюдений.

Для расчетов характеристик экстремальных поверхностных волн и нагрузок на океанотехнические системы используются поля скорости ветра, полученные на основе усвоения спутниковых данных скатерометра QuikScat в моделях расчета атмосферных процессов типа SCERON, Alladin и аналогичных. На рис. 2 показан пример последовательных значений скорости ветра по данным системы SCERON для условий редкого по интенсивности южного циклона 10–11 ноября 2007 г. Причиной связанного с этим циклоном экстремального шторма в Азово-Черноморском бассейне стала активная фронтальная зона, протянувшаяся в меридиональном направлении через западную часть Европы. На возмущенной фронтальной зоне сформировался очень активный южный циклон, который принес на территорию Украины целый комплекс опасных явлений. Так, ЗСЗ ветры на западном побережье Крымского полуострова достигали 28 м/с, а шторм на море стал причиной крушения в Керченском проливе свыше 10 судов. Глубокий циклон, который сформировался северо-западнее Черного моря, в течение 10–11 ноября перемещался в восточном, северо-восточном направлении. На космическом снимке облаков по данным сканера MODIS/Terra (канал 0,469 мкм), хорошо видно, что к 9-ти часам GMT, или к 11-ти часам местного времени центр циклона находился севернее Азовского моря, при этом район наиболее сильного ветра охватывал Азовское море и Керченский пролив [8].

На рис. 2 показаны распределения векторов скорости ветра в последовательные моменты времени 10–11 ноября 2007 г, охватывающие период от увеличения скорости до максимальных значений около 29 м/с и до ее уменьшения после прохождения циклона. По этим распределениям можно проследить изменение области экстремальной скорости ветра, в том числе ее положение ночью и в первой половине дня 11 ноября 2007 г., когда шторм и большие волны обрушились на Севастополь, вызвав при этом значительные разрушения в районе набережной. Примерно в это же время область экстремальных значений скорости ветра была вблизи от Керченского пролива, где произошли крушения большей части судов.

Таким образом, современные спутниковые системы на основе скаттерометров в комплексе с численными атмосферными моделями позволяют получать поля скорости ветра для любых акваторий независимо от облачного покрова.

Оценки экстремальных характеристик ветрового режима необходимы при расчетах характеристик воздействия морской среды на системы освоения морских энергетических ресурсов, так как именно эти величины определяют максимально возможные механические нагрузки и наибольший размыв опорных оснований. Таким оценкам придается особое значение при

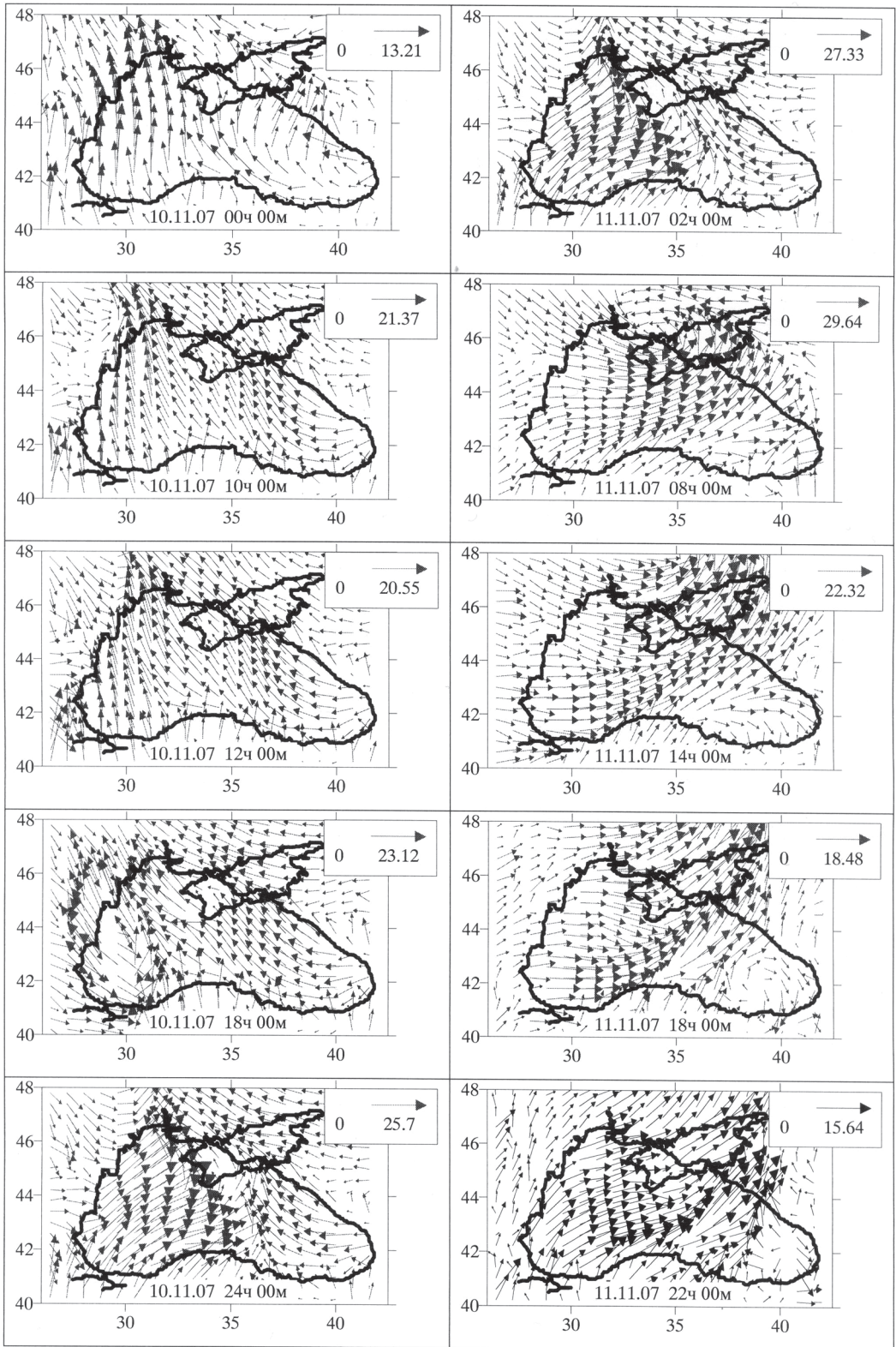


Рис. 2. Поле скорости ветра в последовательные моменты времени, указанные в верхней части рисунков

решении многочисленных проблем, связанных с производством инженерных гидрометеорологических изысканий, проектированием, строительством и эксплуатацией инженерных объектов, подверженных действию гидрометеорологических факторов. При проектировании подводных трубопроводов указанные данные необходимы для расчетов параметров морского волнения заданной обеспеченности и индуцированных ими волновых течений.

Поле поверхностных волн

Поверхностные волны оказывают двойное действие на океанотехнические установки. Во-первых, это гидродинамические и инерционные механические нагрузки, во-вторых – размыв дна вблизи и непосредственно под опорными основаниями сооружений и тем самым снижение их устойчивости на грунте.

Длинные поверхностные волны хорошо различимы на радиолокационных снимках в основном из-за наличия на их поверхности коротких гравитационно-капиллярных волн, которые модулируются орбитальным движением, формой волны, а также локальным ветровым потоком вдоль профиля волны. На радиолокационных снимках можно выделить различные системы волн, распространяющихся в разных направлениях, наблюдать рефракцию волн на мелководье и интерференцию за препятствиями, иногда отдельные пятна и полосы пены, прибойную зону и другие детали. Методами спектрального анализа по радиолокационным изображениям определяются важные параметры морского волнения: длины волн и направление их распространения, а также количество систем волнения [2].

На различных стадиях развития волнения картина взволнованной поверхности, изменяясь со временем и в пространстве, меняет и структуру изображения, что позволяет при помощи дистанционных средств контролировать эти изменения.

Спутниковые измерения значительных высот волн (обеспеченность 3%) осуществляются альтиметрами типа TOPEX/POSEIDON. К недостаткам таких измерений относятся низкое пространственное разрешение (6 км), большая дискретность (TOPEX/POSEIDON – 10 суток, ERS-2 – 35 суток), а также измерения волновых возвышений только вдоль определенных траекторий. Поэтому данные прямых измерений возвышения морской поверхности по данным спутниковых альтиметров могут использоваться для калибровки и верификации метода диагностического расчета и прогноза значительных высот волн в шельфовых зонах по спутниковым данным о поле скорости ветра.

Этот метод основан на использовании численной модели поверхностных волн третьего поколения SWAN (Simulating Waves Near Shore), в которой для расчета волновых параметров используются основные кинематические уравнения и уравнение сохранения энергии волнового движения [3]. Точность рассчитанных волновых параметров (значительная высота волны, ее период, длина и др.) зависит от правильности задания спектра волн на границах расчетной области, а также параметров, отвечающих за генерацию, рассеивание и диссипацию волн. С целью контроля точности прогноза волновых параметров в системе мониторинга используется селекция и об-

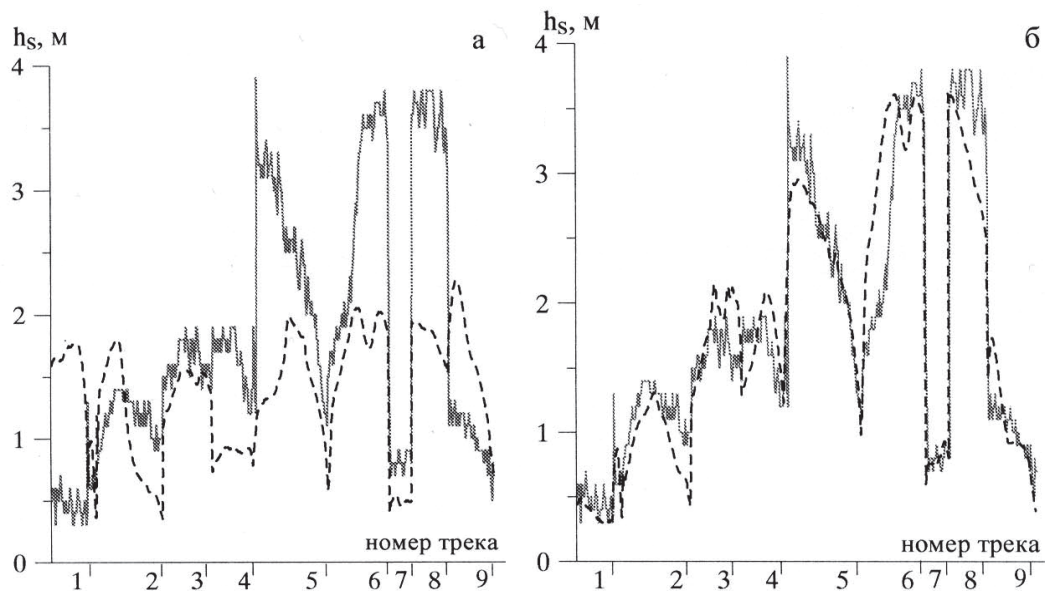


Рис. 3. Сопоставление значения значительной высоты волны h_s : рассчитанные (прерывистая линия); по спутниковым данным TOPEX/POSEIDON (сплошная линия). А – без коррекции модели SWAN, Б – с коррекцией модели

работка данных о высотах волн. При этом сравниваются высоты волн, полученные по модели SWAN с аналогичными данными альтиметров. На основании этого сравнения входные данные о спектре волн и волновой генерации корректируются таким образом, чтобы рассчитанные волновые параметры соответствовали реальным внешним условиям. На рис. 3 показано сравнение рассчитанных по модели значений значительной высоты волны h_s со спутниковыми данными без проведения корректировки и с корректировкой исходных данных. Расчет выполнен по данным QuikSCAT о поле ветра для 21.10.2000 г. Из рисунков видно, что без коррекции модели SWAN возможны значительные погрешности из-за неопределенности параметров этой модели.

На рис. 4 показан пример расчета значительных высот поверхностных волн (3% обеспеченность) в Азово-Черноморском бассейне во время шторма 10–11 ноября 2007 г., когда скорость ветра достигала 29 м/с, а высоты волн – свыше 10 м.

Ледовые поля

Ледовые поля относятся к основным источникам механических нагрузок на океанотехнические установки, и поэтому данные об их параметрах чрезвычайно важны для конструирования таких систем. Обычно для определения характеристик ледовых полей используют данные дистанционного зондирования на различных длинах волн, в том числе и видимом диапазоне спектра.

Уже с середины 1960-х годов по снимкам со спутников *ESSAT* в автоматическом режиме стали создавать фотокарты морских льдов для северного полушария, сочленяя снимки с отдельных витков, переводя их в картог-

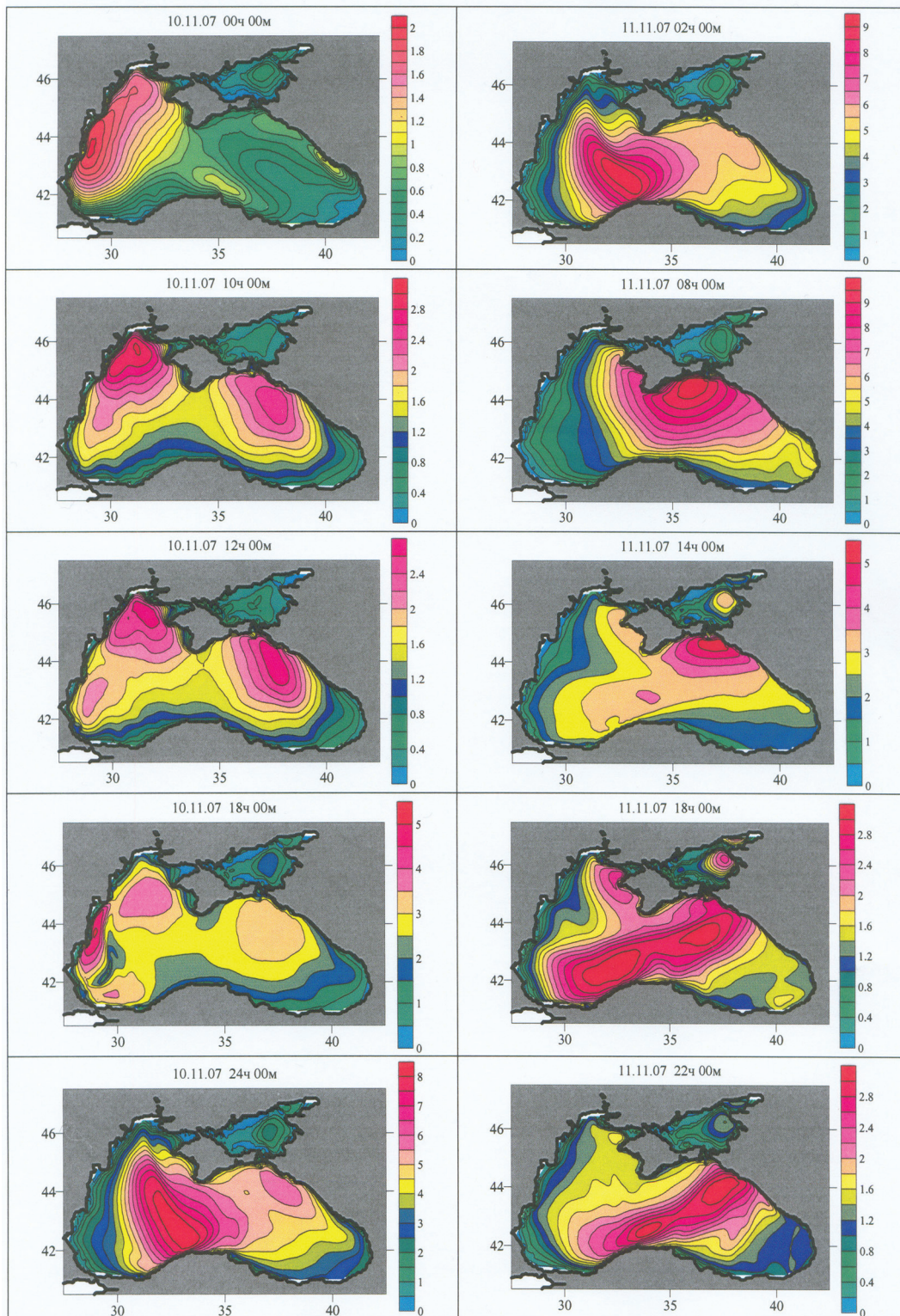


Рис. 4. Пространственное распределение значительных высот волн (высота волн 3% обеспеченности) в последовательные моменты времени одного из сильнейших штормов в Черном море

рафическую проекцию. Типы льдов разной сплоченности разделяли по яркости изображения, выполняя фильтрацию облачности на основе выбора минимальной яркости изображения за несколько дней. Однако облачность и зависимость от условий освещения в приполярных широтах сдерживали развитие таких методов мониторинга льдов. С внедрением в космические исследования радиолокационной съемки наиболее перспективными стали космические радиолокационные системы наблюдения за ледовым покровом, позволяющие получать всепогодную, независимую от времени суток и года, точную и оперативную информацию.

При радиолокационном зондировании морского льда существенное значение имеет как его шероховатость, так и электрофизические характеристики, главным образом диэлектрическая проницаемость. Поэтому радиолокационные характеристики морского льда зависят от возраста льда, увлажненности и температуры поверхности.

Для определения характеристик ледовых полей могут быть эффективно использованы данные цветковых сканеров типа MODIS. Измерительные каналы системы MODIS охватывают диапазон от коротких волн до тепловых каналов на длинах волн порядка 10. Алгоритмы выделения полей льда и снега используют каналы 4, 6, 7, 13, 16, 20, 26, 31 и 32, описание которых можно найти на сайтах <http://modis.gsfc.nasa.gov/MODIS/CAL/>, <http://modis.gsfc.nasa.gov/> и <http://modis.gsfc.nasa.gov/>.

Для идентификации снега и льда и большей части облаков используется «Нормализованный разностный индекс (NDSI)», который является мерой относительного различия характеристик отражения между сигналами видимой части спектра и ИК области. NDSI нечувствителен к широкому диапазону условий освещения, частично нормализован для атмосферных эффектов и не зависит от отражения в локальной полосе спектра. Индекс NDSI рассчитывается следующим образом:

$$NDSI = [L_t(0,865) - L_t(1,24)] / [L_t(0,865) + L_t(1,24)], \quad (1)$$

где $L_t(\lambda)$ – сигнал спектрофотометра на длине волны λ , мкм.

Если приблизительно 50% или больше площади покрыты снегом, NDSI равен примерно 0,4. Так как вода также имеет близкое значение NDSI, необходимо разделить снег и воду. Такое разделение основано на том, что отражение воды < 11 % на длине волны 0,555 мкм (канал 4). Следовательно, если сигнал этого канала > 11%, и NDSI равен 0,40, изображение можно идентифицировать как область, покрытую снегом, причем чистый снег имеет более высокий NDSI. Более подробную информацию по определению снежного покрова можно найти на сайте <http://modis-snow-ice.gsfc.nasa.gov/pap_improve.html>.

Температура поверхности льда вычисляется по следующему соотношению:

$$IST = a + bL_t(11,03) + c[L_t(11,03) - L_t(12,02)] + d[L_t(11,03) - L_t(12,02)][\sec(\theta_v) - 1], \quad (2)$$

где a , b , c , d – эмпирические коэффициенты, приведенные ниже в табл. 3, θ_v – зенитный угол спектрофотометра.

Таблица 3

Эмпирические коэффициенты для расчета температуры поверхности льда

<i>IST</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Северное полушарие				
< 240 К	-1,5711228087	1,0054774067	1,8532794923	-0,7905176303
(240...260) К	-2,3726968515	1,0086040702	1,6948238801	-0,2052523236
> 240 К	-4,2953046345	1,0150179031	1,9495254583	0,1971325790
Южное полушарие				
< 240 К	-0,1594802497	0,9999256454	1,3903881106	-0,4135749071
(240...260) К	-3,3294560023	1,0129459037	1,2145725772	0,1310171301
> 240 К	-5,2073604160	1,0194285947	1,5102495616	0,2603553496

Таким образом, располагая пространственными распределениями NDSI и IST, можно определить границы ледовых полей, их основные структурные особенности и температуру поверхности льда с пространственным разрешением 1 км.

Последняя величина может быть использована для оценки толщины ледового поля, так как температура нижней границы (точка замерзания) определяется в зависимости от солености морской воды.

В экономической зоне Украины ледовые поля могут иметь существенное значение в Азовском море, где толщина сплошного льда может достигать 0,8 м, а льда с торосами – 1,3 м. Методы расчета нагрузок на океанотехнические установки от воздействия льда детально рассмотрены в [9–11].

Экологическое состояние морской среды в районах нефтедобычи

В процессе разведки, бурения, эксплуатации и консервации нефтегазовых платформ возможны различные виды их воздействия на состояние морской среды [12,13].

При бурении скважин источниками негативного воздействия на компоненты окружающей среды могут быть:

- циркуляционная система (буровой раствор, шлам, буровые сточные воды);
- система приготовления жидких реагентов (химреагенты, мусор);
- система приема, хранения и выдачи ГСМ (нефтепродукты, масла);
- настил палубы (буровые сточные воды, ГСМ, нефтепродукты);
- подвыщечный постамент (буровой раствор, буровые сточные воды);
- стеллажи бурильных и обсадочных труб (буровые сточные воды);
- блок очистки бурового раствора (буровой раствор, буровые сточные воды, шлам);
- насосная ГСМ (буровые сточные воды);
- блок запасных емкостей бурового раствора (буровые сточные воды);
- жилые и хозяйственно – бытовые помещения (хозбытовые и хозфекальные сточные воды, пищевые отходы, бытовой мусор);
- силовое, энергетическое и котельное оборудование (ГСМ, нефтепродукты, выбросы вредных веществ в атмосферу);
- утилизационное оборудование продукции опробования скважин (буровой раствор, конденсат, выбросы вредных веществ в атмосферу).

Технологический процесс строительства скважины предусматривает применение материалов и химических реагентов различной токсичности,

которые в различных формах и конфигурациях содержатся в буровом растворе, буровом шлеме, буровых сточных водах. На заключительном этапе строительства скважины и в процессе их апробации, в окружающую среду могут попасть компоненты разрабатываемого месторождения – газ и газовый конденсат.

Возможными причинами загрязнения окружающей среды в процессе эксплуатации скважины являются:

- нарушение технологического регламента проходки скважин;
- нарушение норм и правил эксплуатации бурового и технологического оборудования;
- отсутствие специальных конструктивных и технико-технологических средств по предотвращению загрязнения окружающей среды;
- несанкционированные сбросы в море тех или иных отходов и загрязняющих веществ с целью захоронения, вследствие ошибок и нарушений персоналом;
- аварии и аварийные ситуации, вызванные отрицательным влиянием воздействий форс-мажорных обстоятельств.

Для оценки экологического состояния вод северо-западного шельфа Черного моря в местах нефтегазодобычи использованы результаты обработки данных морских экспедиционных исследований на перспективных и эксплуатирующихся месторождениях и структурах северо-западного шельфа Черного моря, выполненных за период 1991–2002 гг. КП «Южэкогеоцентр», ВНИПИ шельф, ЮГНИРО [12].

Нефть и нефтепродукты представляют собой сложную многокомпонентную смесь различных углеводородов (парафины, олефины, нафтены, ароматические соединения). В морской воде нефть перераспределяется в различные миграционные формы: пленочную, растворенную, эмульгированную, сорбированную [13].

Загрязнение моря нефтепродуктами имеет непрерывный характер. Источники поступления углеводородов в воды шельфа – сбросы и утечки из береговых источников, судоходство, трансграничные переносы, поступление с речным стоком, а также эманации из глубинных горизонтов земли. В связи с этим характерен высокий (73,1 %) уровень их обнаружения, в основном наблюдаются концентрации в 3–6 раз превышающие предельно допустимые, а в 2–4 % случаев (от общего числа наблюдений) содержание НУ в 10–20 раз превышает ПДК [14].

В состав нефтепродуктов входят также полициклические ароматические соединения (ПАУ), молекулы которых содержат два и более бензольных кольца. Образуюсь при термическом воздействии на углеводородные материалы, они обладают высокой токсичностью, мутагенной и канцерогенной активностью. Приоритетными ПАУ являются 3,4 бенз(а)пирен, пирен, петилен, флуорантен, коронен, фенантрен и другие [13].

Повышенные концентрации НП могут быть обусловлены не только непосредственной близостью источников загрязнения, но и особенностями переноса водных масс и соответственно загрязняющих веществ. Так, с помощью расчетных методов установлено и натурными наблюдениями подтверждено, что в северо-западной части Черного моря существуют специ-

фические районы (например, междуречье Дунай–Днестр), где в результате конвергенции транспортирующих НП потоков формируются локальные зоны их повышенного содержания (так называемые «мусорные корзины»). Аналогичное явление наблюдается в районе «рингов» – вихревых образований на границе Основного Черноморского течения.

Обсуждение и выводы

Рассмотренные в статье основные факторы воздействия морской среды на океанотехнические установки для добычи нефти и газа и наоборот – воздействие океанотехнических установок на морскую среду, естественно не исчерпывают всю полноту проблемы. Основной целью этой работы, по мнению авторов, является привлечение внимания специалистов по морским технологиям в широком смысле этого понятия для решения различных аспектов указанной проблемы, имеющей решающее значение для развития морской нефтегазодобычи в экономической зоне Украины. При этом важен учет как региональных факторов (локальный район нефтегазодобычи, рельеф дна, физико-механические свойства донного материала, в том числе его гранулометрический состав), так и возможные величины экстремальных гидрометеорологических параметров, таких как скорость ветра, характеристики поверхностных волн, течений и ледовых полей. К этой проблеме относятся также модельные расчеты режима обтекания волновыми и постоянными течениями различных океанотехнических систем и комплексные расчеты полей течений и давления для определения гидродинамических и инерционных нагрузок на элементы конструкций, а также оценки характеристик динамики размыва и аккумуляции донного материала под действием волн и течений.

1. *Алексеев С.П., Бродский П.Г., Добротворский А.Н. и др.* Комплексная система безопасности освоения ресурсов континентального шельфа: стратегия развития. / Труды 6-ой Российской научно-технической конференции «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии» НО-2007.” Санкт-Петербург, ГНИНГИ МО РФ, 23-25 мая 2007. “ С. 501-511.
2. *Кушнир В.М., Душко В.Р., Федоров С.В.* Воздействие морской среды на системы освоения шельфа. “ Севастополь, Изд. СевНТУ. 2009. “ 303 с.
3. *SWAN*. Technical documentation. - Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Environmental Fluid Mechanics Section. – 2006. “P. 88. “ <http://www.uidmechanics.tudelft.nl/swan/index.htm>
4. *Иванов В.А., Михинов А.Е.* Прогноз динамики наносов в прибрежной зоне моря (Практические рекомендации и примеры расчетов) “ Севастополь: МГИ АН УССР, 1991. “ 50с.
5. *Кушнир В. М.* Оценки экстремальных значений гидрометеорологических величин и продолжительности их существования // Метеорология и гидрология. “ 1997. “ №2. – С. 50-55.
6. *Кушнир В. М. Федоров С.В.* Экстремальные величины скорости ветра над морем, их направленность и продолжительность действия.// Сбірник наукових праць УДМТУ, Николаев. “ 2001. “ №3(369). “ С.43-52.
7. *Кушнир В. М. Федоров С.В.* Оценки больших скоростей ветра по спектральным характеристикам // Метеорология и гидрология. “ 2001. “ №2. “ С. 56-65.
8. *Кушнир В.М., Федоров С.В., Петренко Л.А.* Реакция Азово-Черноморского бассейна на интенсивный циклон 10-11 ноября 2007 г по данным дистанционного зондирования // Морские испытания. 2008. –№1. – с. 62-81.

9. СНиП 2.06.04-82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Госстрой СССР. М. Стройиздат 1983. –39 с.
10. Афанасьев В.П. Разработка и совершенствование методов расчета ледовых нагрузок на вертикальные сооружения шельфа от морских ледовых образований : диссертация. доктора технических наук : 05.23.07 / Моск. гос. строит. ун-т.- Москва, 2007.- 329 с.: ил. РГБ ОД, 71 07-5/587
11. Shkhinek, K., Loiset, S., Gugmestad, O., Hoyland, K. Ice loads on offshore structures.- СПб, изд-во «Лань», 2006, 10 п.л.
12. Башкирцева Е.В., Степаняк Ю.Д. Динамика тяжелых металлов в донных осадках районов геологоразведочных и добычных работ нефтегазового комплекса. // В сб. Екологічні проблеми Чорного моря.- Одеса.ОЦНТЕІ. – 2002. – С.25-30.
13. Совга Е.Е. Загрязняющие вещества и их свойства в природной среде – Севастополь.– ЭКОСИ-ГИДРОФИЗИКА. – 2005, 237с.
14. Деньга Ю.М., Зарубин Ю.В., Трескунов Б.О. Загрязнение Черного моря нефтью и нефтепродуктами // Исследование экосистемы Черного моря.– Одесса: ИРЭН-ПОЛИГРАФ, 1994.– С.24-29.

Обговорюються особливості морського нафтогазовидобування в частині дії екстремальних гідрометеорологічних умов на установки для виробництва і забезпечення робіт із видобування нафти і газу. Розглянуто характеристики вітрового режиму рідкої повторюваності для Азово-Чорноморського басейну, відповідні параметри і просторові розподіли характеристик штормових поверхневих хвиль, льодові поля. Перераховано можливі небезпеки порушення екологічного режиму при експлуатації бурових платформ та інших систем нафтогазовидобування.

Features of the marine oil-and-gas production regarding influence of extreme hydrometeorological conditions on installations for manufacture and maintenance production works are discussed. Characteristics of a wind mode of the rare repeatability for the Azov-Black Sea basin, corresponding parameters and spatial distributions of characteristics of the storm surface waves, ice fields are considered. Possible dangers of infringement of an ecological mode are listed at operation of the drilling platforms and other systems for oil and gas production.

Поступила 15.04.2011 г.