

**А.И.КАЛАШНИК**, канд. техн. наук, зав. лабораторией, [kalashnik@goi.kolasc.net.ru](mailto:kalashnik@goi.kolasc.net.ru)  
**Н.А.КАЛАШНИК**, научный сотрудник, [kalashnik@goi.kolasc.net.ru](mailto:kalashnik@goi.kolasc.net.ru)  
Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты

**A.I.KALASHNIK**, PhD in eng. sc., laboratory head, [kalashnik@goi.kolasc.net.ru](mailto:kalashnik@goi.kolasc.net.ru)  
**N.A.KALASHNIK**, research assistant, [kalashnik@goi.kolasc.net.ru](mailto:kalashnik@goi.kolasc.net.ru)  
Mining Institute of the Kola Centre of Science of the Russian Academy of Sciences, Apatity

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И АВАРИЙ ПРИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ НА ШЕЛЬФЕ

Рассмотрены социально-экономические последствия чрезвычайных ситуаций и аварий при нефтегазодобыче на шельфе. Выполнен анализ мирового опыта морских (шельфовых) нефтегазовых разработок с оценкой количества аварийных ситуаций и наступившего ущерба на платформах, сооружениях для добычи и хранения нефтеуглеводородов, скважинах, трубопроводах и др. Предложены методические подходы к экономической оценке последствий аварийных ситуаций и ожидаемой прибыли нефтегазопромысла с учетом риска чрезвычайных ситуаций и аварий.

**Ключевые слова:** континентальный шельф, морская нефтегазодобыча, чрезвычайные ситуации, аварии, риск, убытки, социально-экономические последствия.

## SOCIAL AND ECONOMIC CONSEQUENCES OF EXTREME SITUATIONS AND FAILURES ARE CONSIDERED AT OIL AND GAS ON THE SHELF

Social and economic consequences of extreme situations and failures are considered at oil and gas workings on the shelf. The analysis of world experience of sea (shelf) oil and gas workings out with an estimation of quantity of emergencies and the come damage on platforms, constructions for extraction and storage of petrohydrocarbons is made, chinks, pipelines, etc. Methodical approaches to an economic estimation of consequences of emergencies and expected profit oil and gas workings a taking into account risk of extreme situations and failures are offered.

**Key words:** continental shelf, sea oil and gas workings, emergency situations, failures, risk, losses, social and economic consequences.

Добыча нефти и газа, как известно, ведется не только на суше, но и на шельфе морей (Мексиканский и Персидский заливы, Северное, Норвежское, Каспийское и Охотское моря, побережье Северной Америки и другие регионы). В мировом объеме морская (шельфовая) нефтегазодобыча к настоящему времени превысила 30 % и в перспективе должна увеличиться до 50 % [1]. При этом ежегодные суммарные затраты на освоение ресурсов нефти и газа на шельфе

морей превышают 80 млрд долларов, из которых около 25 % идут на поисково-разведочные работы и до 60-80 % на содержание и установку платформ, буровое и эксплуатационное оборудование, строительство скважин, строительство подводных трубопроводов и пр. Экономический эффект от разработки морских месторождений в США и Мексиканском заливе составляет до 10 долларов на каждый затраченный доллар при сроках окупаемости ка-

питательных вложений от 1 до 3 лет. Для арктических условий экономический эффект втрое ниже, а срок окупаемости увеличивается до 10-20 лет [1].

Мировой опыт показывает, что на морских нефтегазопромыслах по разным причинам возникают чрезвычайные ситуации и аварии, которые приводят к социально-экономическим последствиям в виде непредвиденных сверхпланируемых финансовых затрат и ущерба. Это обусловлено, прежде всего, следующими особенностями освоения шельфовых и морских нефтегазовых месторождений:

- повреждения и потеря функциональности используемых специальных дорогостоящих сооружений (платформы различных видов, эстакадные площадки, специальные суда, плавучие эксплуатационные палубы, подводные модули и др.) и технических средств, обеспечивающих нефтегазопромысловые объекты, добычу, временное хранение и трубопроводное транспортирование углеводородного сырья по дну моря требуют дорогостоящего ремонта и дополнительных финансовых затрат для вывода их на рабочий режим и ликвидацию последствий аварий;

- нефтегазопромысловые объекты постоянно подвергаются значительным внешним нагрузкам: движение воды (течения, волны, приливные явления), ветровые и ледовые нагрузки и айсберги, природные и вызванные извлечением нефти и газа деформационные процессы, сейсмические явления и др., которые могут создавать чрезвычайные ситуации, вплоть до аварий. Для снижения воздействия этих нагрузок необходимо применение специальных защитных сооружений и превентивных мероприятий, что приводит к удорожанию проекта в целом;

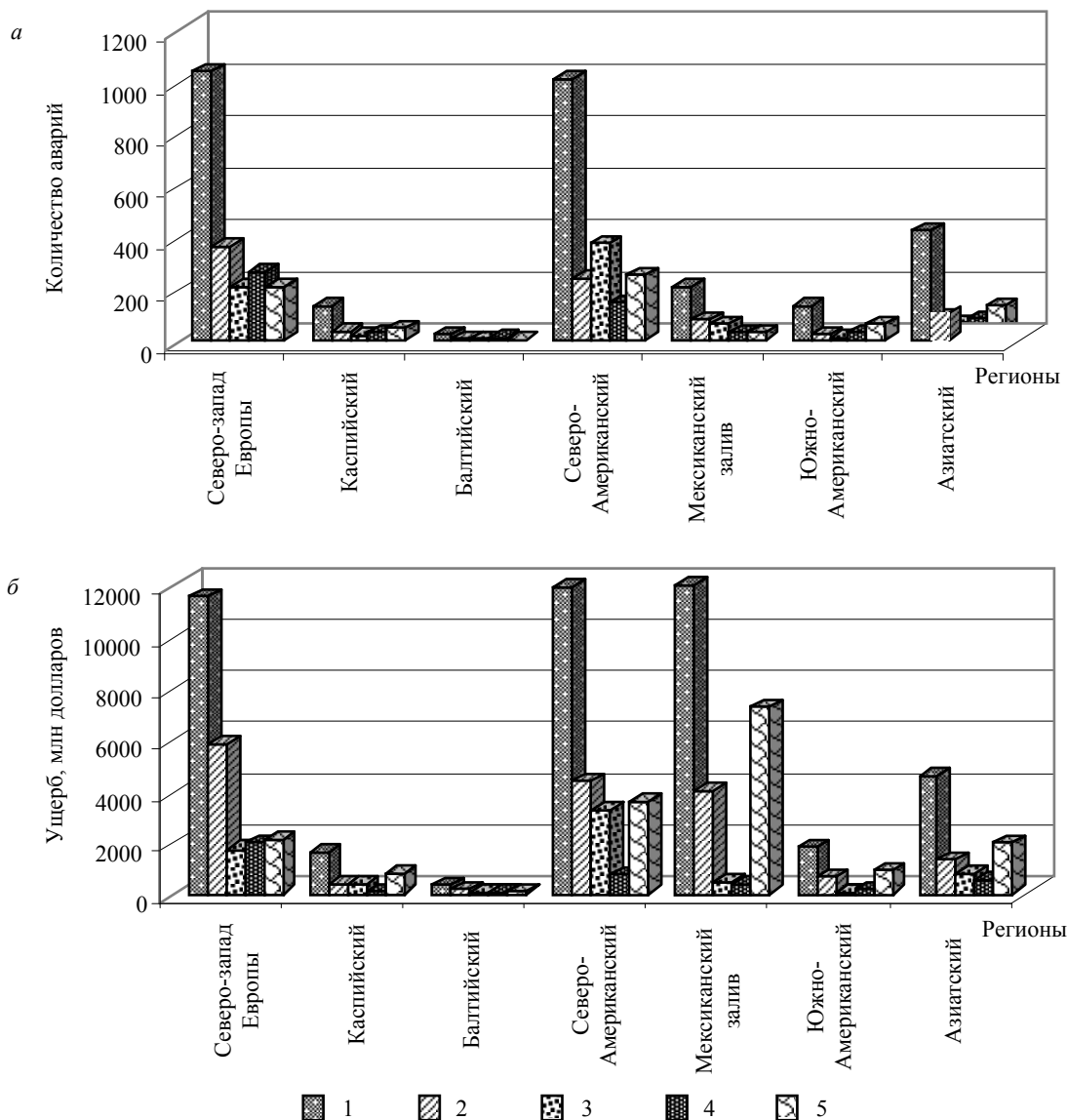
- весь комплекс нефтегазопромысловых работ концентрируется в жестко ограниченном пространстве (например, на платформе), зачастую он весьма удален от обеспечивающих береговых структур, и выполняется в стесненных условиях, в автономном режиме. Жизнеобеспечение персонала, работ и нефтегазовых объектов в целом также требует дополнительных финансовых затрат;

- используемые на шельфовых нефтегазовых объектах скважины и трубопроводы чувствительны даже к незначительным деформациям и смещениям, причем сложности материально-технического обеспечения и их труднодоступность делают даже обычные простои или ремонтные работы такого оборудования весьма дорогостоящими (свыше 150 тыс. долларов в день), а в случае аварии приводят к значительным социально-экономическим последствиям.

Накопленный к настоящему времени мировой опыт морских (шельфовых) нефтегазовых разработок [4] показывает, что количество аварийных ситуаций на платформах, сооружениях для добычи и хранения углеводородов, скважинах, трубопроводах и др., составляет около 3000 случаев, а экономический ущерб превысил 43000 млн долларов (см. рисунок).

Анализ влияния различных факторов на возникновение аварийных ситуаций на морских нефтегазопромыслах показывает, что наибольшее число аварий произошло за счет потери устойчивости, повреждений и разрушений конструкций (36 %). Тяжелые погодные условия и удары стали причиной соответственно 7 и 5 % аварий [3]. При этом для 22 % аварийных ситуаций причина не выявлена. Приведем примеры.

На месторождении Экофиск, разрабатываемом в Северном море, за более чем 30 лет добычи морское дно над центральной частью месторождения просело на глубину более 7 м, что привело к значительным техническим и экономическим последствиям. Основание ряда платформ и внешняя стенка нефтехранилища стали недопустимо низкими по отношению к уровню моря, и потребовалось провести работы по наращиванию и подъему оснований платформ и возведению дополнительной, более высокой, внешней стены нефтехранилища. Проседание дна моря стало причиной деформаций и повреждений уложенных на дне моря трубопроводов и конструкций. За несколько лет было выполнено более 70 повторных ремонтных работ на эксплуатационных скважинах, по ликвидации разрывов в зонах цементирования, сплющивания или разрушения обсад-



Количество аварий на нефтегазообъектах (а) и ущерб от них (б) по основным регионам морского нефтегазопромысла

1 – всего; 2, 3 и 4 – платформы, скважины и трубопроводы соответственно; 5 – прочее оборудование

ных труб. По разным оценкам, затраты на выполнение этих работ превысили 400 млн долларов США [4].

Огромный экологический и социально-экономический ущерб сопровождал аварию в Мексиканском заливе на платформе Deerwater Horizon, принадлежащей компании «British Petroleum» [6]. Платформа Deerwater Horizon представляла собой буровую установку 5-го поколения, RBS-8D дизайна, предназначенную для сверхглубоководного морского бурения на перспективном слое Макондо в 80 км от юго-восточного

побережья Луизианы. Установка должна была произвести начальное бурение. Платформа обслуживалась экипажем из 130 человек. 20 апреля 2010 г. произошел выброс из скважины и взрыв метана и буровая загорелась. Попытки потушить пожар были неудачными и 22 апреля, после 36-часового пожара, Deerwater Horizon затонула и опустилась на дно залива на глубину 1500 м в 400 м к северо-западу от пробуренной скважины. Вследствие аварии 11 человек погибли, 17 получили ранения. В воды залива из скважины вытекло почти 5 млн баррелей

нефти. На поверхности воды образовалось нефтяное пятно, которое постепенно достигло береговой линии всех пяти штатов, расположенных на побережье Мексиканского залива. На сегодняшний день убытки «British Petroleum» (ликвидация последствий экологической катастрофы и компенсации потерпевшим) составили уже 12 млрд долларов. Образовавшийся в результате разлива нефти был признан самой масштабной экологической катастрофой в истории США.

Анализ аварий показал, что более трети от общего их числа произошло на платформах, но в силу высокой стоимости оборудования и самой платформы суммарный объем убытков превысил 50 % от общего объема [3]. Число аварий на трубопроводах превышают 25 %, а суммарный объем убытков около 18 %.

Анализ аварий на морских промыслах на северо-западе Европы (см. таблицу) показал, что больше всего их на платформах (34 %) и на трубопроводах (25 %). Подвержены авариям скважины, в особенности оснащенные устьевым оборудованием (19 %).

**Аварийность на морских промыслах северо-запада Европы**

Категория оборудования	Количество аварий	Общие убытки, млн долларов
Платформа	353	5775
Трубопровод	259	1966
Скважина с подводным устьем	127	657
Установка	79	865
Скважина	68	1285
Плавучая установка	46	376
Плавучий причал	38	362
Судно	14	56
Плавучее хранилище	10	219

Уместно отметить, что скважины, являясь ключевым элементом добычи углеводородного сырья, представляют собой наиболее уязвимый элемент нефтепромысла. На бурение скважин различного назначения разведывательными и нефтегазодобывающими компаниями ежегодно тратится около 20 млрд долларов. Значительная часть этих средств (около 15 %) уходит на разрешение

возникающих осложнений (проблем) при бурении: потери раствора и оборудования, потеря устойчивости стенок скважин и пр. Убытки, которые терпят нефтегазовые компании вследствие неустойчивости стенок скважин, оцениваются в 1 млрд долларов ежегодно. В среднем (в расчете на одну скважину) убытки от простоев, связанных с потерей ее устойчивости, составляют около 1,5 млн долларов, достигая в экстремальных случаях (Deerwater Horizon) 12 млрд долларов. Прогноз и предотвращение этих нежелательных осложнений позволят значительно сократить непроизводительные затраты на бурение и ремонт скважин.

Причины убытков от аварий на морских нефтегазопромыслах в общем виде можно сгруппировать следующим образом:

- разрушение объектов промысла и оборудования;
- вылившиеся нефтепродукты, в том числе потеря извлекаемых запасов;
- недопоставки нефтепродуктов, в том числе за время ремонтно-восстановительных работ;
- ремонтно-восстановительные работы;
- устранение (ликвидация) последствий.

Объем убытков может быть рассчитан по формуле

$$\Sigma_{уб} = \Sigma C_0 V_0 + \Sigma C_n q_n^B t_a + \Sigma C_n q_n^H t_{ав} + \Sigma C_B V_B + \Sigma C_L V_L$$

где  $\Sigma_{уб}$  – суммарные убытки вследствие чрезвычайной ситуации или аварии;  $C_0$  – удельная стоимость поврежденных объектов промысла и оборудования;  $V_0$  – объем повреждений объектов и оборудования;  $C_n$  – удельная стоимость нефтепродуктов;  $q_n^B$  – объем вылившихся (потерянных) нефтепродуктов;  $t_a$  – время от начала аварии до прекращения утечки;  $q_n^H$  – объем недопоставленных нефтепродуктов;  $t_{ав}$  – время от момента начала аварии до возобновления работы объекта и оборудования;  $C_B$  – удельная стоимость ремонтно-восстановительных работ;  $V_B$  – объем ремонтно-восстановитель-

ных работ;  $C_{л}$  – удельная стоимость работ по ликвидации последствий;  $V_{л}$  – объем социально-экологических последствий.

Реальные убытки могут быть определены только на основе фактических затрат, но прогнозные оценки могут быть выполнены, в частности, на основе методических подходов, изложенных в работах [2, 3].

Для оценки ожидаемой прибыли нефтегазопромысла с учетом риска чрезвычайных ситуаций и аварий может быть предложена зависимость

$$Pr_{ож} = D_{ож} - Z_{кап} - Z_{тек} - P_p \Sigma_{уб},$$

где  $Pr_{ож}$  – ожидаемая прибыль;  $D_{ож}$  – ожидаемый доход;  $Z_{кап}$  и  $Z_{тек}$  – капитальные и текущие затраты;  $P_p$  – вероятность риска.

Таким образом, изучение социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций и аварий на морских нефтегазодобывающих участках необходимо для принятия проектных и технологических решений по освоению нефтегазовых месторождений, прежде всего, на шельфе арктических морей России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вяхирев Р.И. Обустройство и освоение морских нефтегазовых месторождений / Р.И.Вяхирев, Б.А.Никитин, Д.А.Мирзоев. М., 2002. 420 с.
2. Дунаев В.Ф. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности / В.Ф.Дунаев, В.А.Шпаков, Н.П.Епифанова и др. М., 2004. 372 с.
3. Калашник Н.А. Экономический ущерб от чрезвычайных ситуаций и аварий на морских нефтегазодобывающих участках: анализ и подходы к оценке // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2011. № 6. С.15-19.
4. Мельников Н.Н. Шельфовые нефтегазовые разработки: геомеханические аспекты / Н.Н.Мельников, А.И.Калашник. Апатиты, 2009. 140 с.

## REFERENCES

1. Vyahirev R.I., Mirzoev B.A., Nikitin D.A. Arrangement and development of sea oil and gas deposits. Moscow, 2002. 420 p.
2. Dunaev V.F., Shpakov V.A., Epifanova N.P., etc. Business economics of the oil and gas industry. Moscow, 2004. 372 p.
3. Kalashnik N.A. Economic a damage from extreme situations and failures on sea oil and gas industry: the analysis and approaches to an estimation // Economy and management Problems an oil and gas complex. 2011. N 6. P.15-19.
4. Melnikov N.N., Kalashnik A.I. Offshore oil-and-gas development: geomechanical aspects. Apatity, 2009. 140 p.