

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

В. Н. Макаревич, главный научный сотрудник,
проф., д-р геол.-минерал. наук

И. Р. Макарова, старший научный сотрудник,
канд. геол.-минерал. наук

Ю. И. Зытнер, старший научный сотрудник,
канд. геол.-минерал. наук

(ВНИГРИ)

В. М. Тарбаева, заместитель
руководителя, проф., д-р биол. наук

(Невско-Ладожское бассейновое водное
управление Федерального агентства
водных ресурсов)

К настоящему времени во многих странах накоплен богатый опыт решения природоохранных проблем, связанных с освоением морских нефтегазовых месторождений. Этот опыт закреплен в законодательной и нормативной базе многих государств и в ряде международных конвенций. В связи с тем, что работы по освоению нефтегазовых месторождений шельфа арктических морей являются пионерными для нашей страны, большое значение приобретает зарубежный опыт обеспечения экологической безопасности при освоении таких месторождений. Наиболее широко применялись международные требования, к числу которых можно отнести: международные конвенции; директивы Всемирного банка по экологической оценке проектов; экологические процедуры Международной финансовой корпорации; руководства Европейской экономической комиссии; руководства и рекомендации E&P Forum и ряд других документов;

решения и рекомендации Постоянного комитета и Арктического совета конференции парламентариев Арктического региона.

В России экологическая и промышленная безопасность освоения шельфа регламентируется федеральными законами: от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»; от 30.11.1995 г. № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации»; от 17.12.1998 г. № 191-ФЗ «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации»; от 31.07.1998 г. № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации». Для обеспечения безопасного освоения углеводородов и других полезных ископаемых на шельфе РФ в соответствии с поручением президента РФ В. В. Путина от 22.10.2002 г. № Пр-1888 была разработана «Ведомственная программа создания Комплексной системы безопасности (КСБ)». Под комплексной системой безопасности понимается сбалансированная совокупность нормативно-правовых, организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности освоения минерально-сырьевых ресурсов континентального

Специфические географические и климатические условия месторождений Печорского моря определяют особенности проектирования их разработки. Проектирование разработки месторождений предусматривает рассмотрение ряда вариантов, отличающихся типом, числом и системой расстановки скважин, методами воздействия на пласт, способами эксплуатации скважин и т. д. При проектировании разработки морских месторождений основное условие, которое во многом определяет рекомендуемый вариант разработки, – это число и технологические возможности морских платформ. Именно они определяют число скважин и срок разработки месторождения. Вместе с тем не менее важным условием является оценка геоэкологических и экологических составляющих.

шельфа Российской Федерации на основе государственного контроля, надзора и технологий сквозного управления рисками. В соответствии с решением Морской коллегии при Правительстве РФ (от 28.10.2005 г.), ведомственными приказами по Министерству природных ресурсов и Росприроднадзору подготовлена программа практических мероприятий по созданию комплексной системы безопасности при изучении, добыче и транспортировке минерально-сырьевых ресурсов на континентальном шельфе России. Приказом министра природных ресурсов Ю. П. Трутнева курировать программу было поручено Росприроднадзору.

В настоящее время министерства и ведомства, отвечающие за экологию и безопасность (МЧС, Минприроды, Ростехнадзор, Росприроднадзор), могут реагировать лишь на уже произошедшие аварии либо выявить проблемы возникновения опасности во время плановых или внеочередных проверок недропользователей. Для обеспечения приемлемого уровня риска, промышленной и экологической безопасности необходимы более эффективные методы и средства защиты населения, персонала и окружающей среды, направленные

на снижение вероятности и тяжести последствий возможных техногенных чрезвычайных ситуаций [1].

Штатные ситуации

Основными источниками прямого воздействия может быть работа буровых и энергетических установок (выхлопные газы, сброс в море жидких и твердых отходов бурения, породы, масел, мусора, тепловые, шумовые и электромагнитные поля) и, особенно в аварийной ситуации, естественные высоко- или малотоксичные загрязнители среды (нефтяные углеводороды, выбуренная порода, пластовые воды). Опосредованное воздействие на биоту может проявиться в изменении физических и химических параметров морской среды (температура, кислотно-щелочной баланс, содержание кислорода, солевой состав), что может усиливать или ослаблять какое-либо прямое негативное влияние.

По данным Минприроды России, максимально возможные потери биомассы промысловых видов рыб при всех видах вредного воздействия на прибрежную зону окраинных морей, включая разработку нефтегазовых месторождений, не превышают 1 % от общего запаса соответствующих популяций [2]. Эти потери существенно ниже порога нарушения стационарного состояния популяции (около 10 % от запаса). В соответствии с картой районирования акватории Баренцева моря по плотности распространения промысловых биоресурсов и по результатам ее сравнения с картой перспектив нефтегазоносности выяснилось весьма благоприятное положение наиболее нефтегазоносных зон относительно районов высокой рыбопродуктивности: названные зоны и районы оказываются разделенными в пространстве. По принятой градации выделено шесть диапазонов плотности запасов биоресурсов – от их практического отсутствия (нулевая плотность) до плотности, превышающей 100 т на 1 км² площади акватории. Сопоставление показывает, что районы (площади месторождений Долгинское, Поморское, Северо-Гуляевское, Прираз-

ломное, Медынское-море, Варандей-море) с наибольшей плотностью запасов и ресурсов углеводородов в основном совпадают с районами весьма низкой плотности биоресурсов (1–10 т/км²).

В целом сложилась благоприятная экологическая обстановка для освоения нефтегазовых ресурсов в Печорском море, так как месторождения нефти, газа и конденсата сконцентрированы в юго-восточных и центрально-восточных районах моря, находящихся под влиянием холодных вод, поступающих с севера по Центральному желобу (см. рисунок). Негативному воздействию загрязнения, возникающего в штатных ситуациях при поисках, разведке и добыче нефти и газа, будет подвергаться минимальная масса биоты.

Оценка устойчивости геологической среды на морских месторождениях углеводородов в Печорском море. Предпроектная и проектная проработка по обустройству первоочередных месторождений западноарктического шельфа, намеченных к эксплуатации в ближайшее время, требует проведения комплексного геозекологического анализа, включающего анализ устойчивости геологической среды, устойчивости геотехнической системы и риска с целью выработки превентивных мероприятий по охране недр и окружающей среды. Разработанный во ВНИГРИ метод определения устойчивости природных и технических компонентов (анализ геозекологических показателей и схема проведения геозекологического анализа) для суши [3–5] может быть использован при проведении работ на шельфе с соответствующими изменениями и дополнениями.

Прогнозные изменения состояния геотехнической системы. В настоящее время уже накоплены представительные данные по осадке земной поверхности, связанной с откачкой из недр различных флюидов. По замерам, проводимым с 1984 г. в Северном море, скорость оседания морского дна (погружения платформ) составляла в среднем 0,4 м/год, снизившись в 1988–1989 гг. до 0,3 м/год. При этом в бортах мульды оседания

погружение платформ, происходившее с небольшим запрокидыванием, оказалось примерно вдвое меньше, чем в ее центральной части. По предварительным оценкам, прогибание донной поверхности при эксплуатации Штокмановского ГКМ через 15–25 лет эксплуатации (в зависимости от объема извлеченных флюидов) приведет к формированию мульды оседания глубиной в центральной части порядка 10 м [6].

Вместе с тем еще на стадии подготовки технико-экономических оценок можно выявить наиболее опасные в экологическом и геозекологическом аспектах объекты. С этой целью авторами используется комплексный геозекологический анализ всех имеющихся данных как по участкам освоения, так и по сходным объектам-аналогам. В результате предложены рекомендации по очередности ввода в разработку месторождений Печорского моря.

Объектовым элементом КСБ МПР России на участке внутренних морских вод, территориального моря и континентального шельфа Российской Федерации является конкретная природно-техногенная система (ПТС). Для безопасного функционирования ПТС необходимо определение комплекса всех рисков опасного взаимного влияния природных процессов и месторождения и его инфраструктуры [3]. В соответствии с «Программой создания ведомственной подсистемы комплексной системы безопасности МПР России при изучении, добыче и транспортировке минерально-сырьевых ресурсов во внутренних морских водах, территориальном море и на континентальном шельфе Российской Федерации» в табл. 1 приведен анализ учитываемых рисков по прямой и обратной связям элементов природно-техногенной системы «природные процессы – техническая система».

Факторы, определяющие устойчивость геологической среды при строительстве и эксплуатации нефтегазопромысловых сооружений на арктическом шельфе Печорского моря. Основные показатели устойчивости геологической среды шельфа Печорского моря

при строительстве и эксплуатации придонных сооружений, включая подводные газопроводы, следующие:

- ◆ осадка донной поверхности;
- ◆ возникновение техногенных землетрясений за счет извлечения флюидов;
- ◆ своеобразные локальные разновидности гидрогеодеформационного поля Земли (ГГД-поля) с активным развитием процессов сжатия;
- ◆ инженерно-геологические свойства грунтов;
- ◆ характер криогенных процессов.

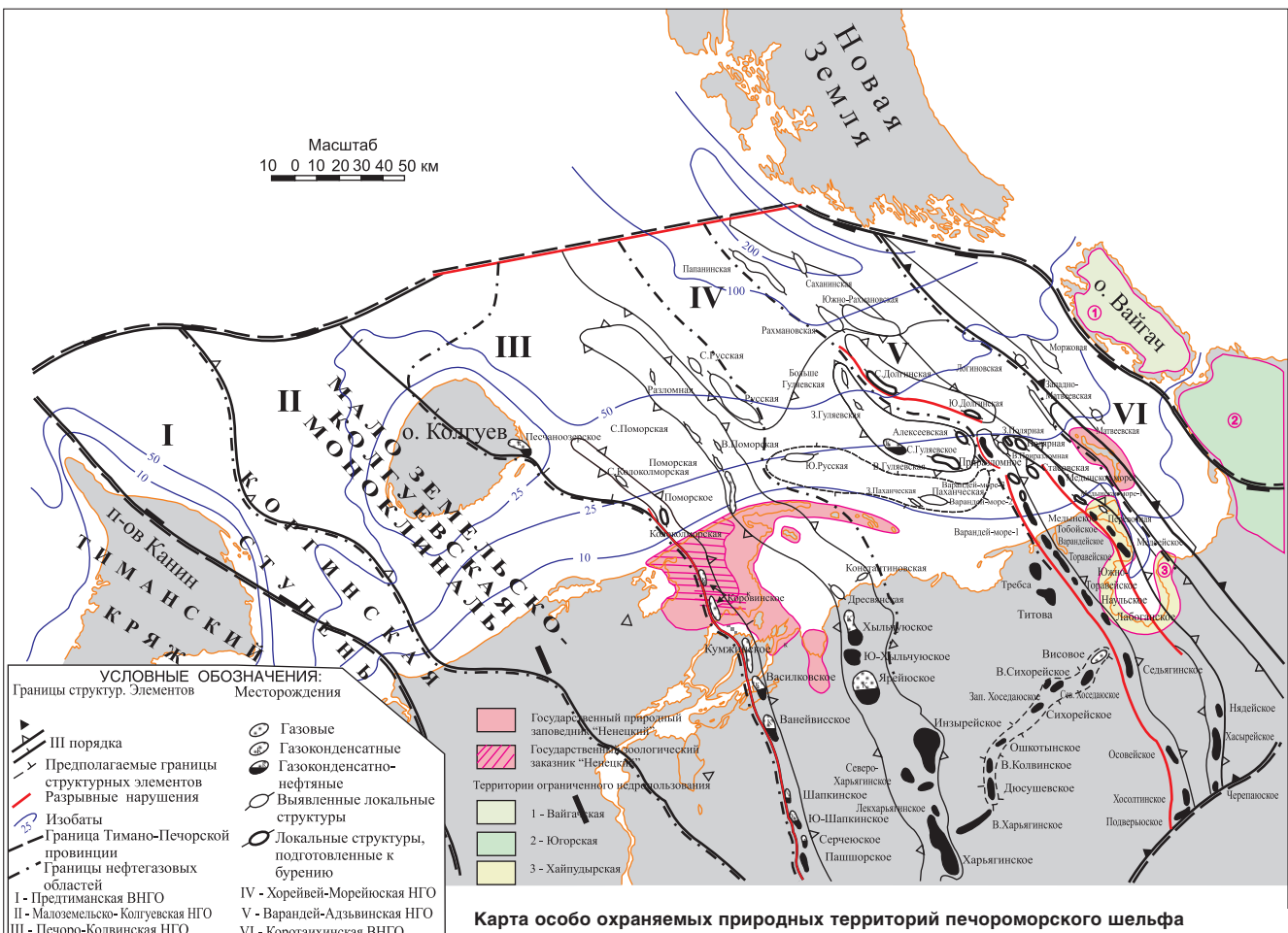
Устойчивость геологической среды нефтегазовых месторождений может быть оценена в первую очередь по величине возможной осадки донной поверхности к концу срока эксплуатации. В процессе добычи газа и нефти происходит существенное снижение пластовых давлений и связанное с этим сжатие как продуктивных пластов, так и контактирующих с ними слабопроницаемых пород. Наличие высокой пористости пород-кол-

лекторов, достигающей 30–35 %, способствует возникновению аномальных деформаций (просадок) земной поверхности [7]. Если резервуар представлен слаболитифицированными породами (рыхлые песчаники и известняки, пески, алевроиты), то деформация будет более существенной, геологическая толща может уплотниться на несколько метров. В том случае, если резервуар представлен жесткой породой (прочными песчаниками, доломитами или известняками), его деформация будет слабой.

Сравнительная характеристика месторождений Северного, Баренцева, Карского и Печорского морей по опубликованным материалам [8] позволяет отнести группу месторождений Печорского моря к сравнительно устойчивой зоне геологической среды, так как основные коллекторы представлены известняками, обладающими сравнительно низкой пористостью (4–15 %). В Северном море под воздействием сжатия горных по-

род собственно газовых залежей возможны сплющивание, изгиб или полное разрушение обсадных труб и эксплуатационных колонн на отдельных интервалах глубин.

Устойчивость геологической среды при строительстве и эксплуатации придонных нефтегазопромысловых сооружений. Результаты выполненных на морских осадках экспериментов позволяют прогнозировать несущую способность жидкотекучих разновидностей илов – до 3 кПа, вязкотекучих – 3–15 кПа, текучепластичных – 15–30 кПа [8]. Самые слабые илы – жидкотекучие, обычно наиболее активно участвующие в гравитационных процессах. Илы (особенно газонасыщенные) крайне неустойчивы. В пределах западноарктического шельфа выделяются участки с максимальным развитием илов (свыше 6 м); они приурочены к Северо-Западной, Западной и Штокмановской впадинам. На месторождениях углеводородов, расположенных в южной части Печорского



моря (Варандей-море, Приразломное, Медыньское-море и др.), устойчивость геологической среды при строительстве нефтегазопромысловых объектов во многом определяется «пльвунными» свойствами основания, связанными с высоким газонасыщением песчаных и супесчаных толщ. Кроме того, велика опасность развития подводного термокарста, айсбергового вспахивания и торошения.

При оценке криогенных процессов в ходе обустройства месторождений и транспортировки газа по трубам отмечено, что особенностью проектируемых газопроводов ледовитых морей Арктики является отсутствие, как правило, промежуточных компрессорных станций, что позволило бы поддерживать достаточно высокую температуру газа на всем протяжении его транспортировки. При заглублении же в грунт и существенном уменьшении за счет этого теплообмена с окружающей средой температура газа в трубах мо-

жет понизиться до $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже. Особенно сложным взаимодействие трубопроводов с геологической средой является в зонах береговых примыканий. На прибрежном мелководье трубопроводы могут быть повреждены плавучими и застомушенными льдами, вспахивающими дно на глубинах моря до 20 м при глубине борозд в донном грунте до 2 м и ширине 13–30 м.

Учитывая повышенный литодинамический аспект геэкологического риска при освоении месторождений шельфа, следует определить разработку месторождений на побережье Ненецкого автономного округа как наименее опасную (Кумжинское, Коровинское газоконденсатные месторождения). Вместе с тем из месторождений углеводородов на суше по составу газа, содержащего сероводород в повышенных концентрациях, эти два месторождения относятся к наиболее опасным. Промедление освоения таких месторождений из-за

разрушения скважинного оборудования может привести к техногенным авариям на стадии длительной консервации месторождений. В связи с этим фактор агрессивного состава газа является основным при определении очередности разработки месторождений на суше, т. е. Кумжинское и Коровинское месторождения должны быть введены в разработку как можно быстрее.

Нештатные ситуации

Аварии на газопроводах, проложенных по дну моря от стационарной платформы до берега или нефтеналивного терминала, приводят к крупным разливам нефти на поверхности моря и под ледовым покровом. Разрушение газопровода даже на ограниченном участке может обусловить крупномасштабные потери, связанные с выбросами большого количества природного газа, его взрывами и пожарами. Взрывы трубопроводов большого диаметра сопровождались образованием котлованов глубиной

Таблица 1. Основные риски природно-технических систем при освоении месторождений углеводородов на севере Тимано-Печорской провинции, включая шельф Печорского моря

| Риски опасного воздействия природных явлений и процессов на техногенные объекты | Риски опасного техногенного и антропогенного воздействия на природную среду, в том числе вызывающие вторичные опасные природные явления и техногенные процессы |
|--|--|
| Эндогенные (для суши и шельфа) | |
| Эндогенные — геологические процессы, связанные с глубинными перемещениями горных пород (геодинамика, сейсмичность) | Техногенно-эндогенные – риски возникновения опасных геологических процессов, связанных с глубинными перемещениями горных пород, вызванными откачкой природных флюидов |
| Физико-химические и эндогенные риски, связанные с компонентным составом добываемых углеводородов и их отрицательным воздействием на оборудование | Физико-химические и эндогенные риски, связанные с компонентным составом добываемых углеводородов и их отрицательным воздействием на недра |
| Экзогенные (для суши и шельфа) | |
| Геокриологические — процессы, связанные с промерзанием и протаиванием осадочных пород геологической среды и воздействием плавучих льдов | Техногенно-геокриологические – риски возникновения опасных процессов, связанных с промерзанием и протаиванием осадочных пород геологической среды под воздействием техногенных факторов, обледенением и вмержанием в грунт инженерных сооружений |
| Физико-химические и биохимические — процессы, связанные с образованием и миграцией газов и биогенных веществ в грунтах | Физико-химические и биохимические экзогенные – риски возникновения процессов, связанных с образованием и миграцией газов и загрязняющих веществ в грунтах, агрегация и деградация газовых гидратов; просачивание из нефтегазоносных толщ, из трубопроводов, полиэлементное техногенное загрязнение грунта |
| Гидрометеорологические природные явления – опасные воздействия ветра, атмосферных осадков, волн, течений, перемещения льда и др. | Техногенно-гидрометеорологические изменения течения, повышение влажности, изменение параметров снегонакопления и др. |
| Экзогенные (месторождения на шельфе и/или вблизи водных объектов суши) | |
| Литодинамические – геологические процессы, связанные с придонными перемещениями грунтовых масс и воздействием плавучих льдов | Техногенно-литодинамические – риски, возникающие в результате активизации геологических процессов, связанных с придонными перемещениями грунтовых масс при техногенном геодинамическом воздействии, а также связанные с уплотнением грунтов и склоновыми процессами под воздействием морских инженерных сооружений |
| Физико-химические и биохимические экзогенные риски, связанные с компонентным составом добываемых углеводородов и их отрицательным воздействием на оборудование (в том числе и при аварийных ситуациях) | Физико-химические и биохимические экзогенные риски, связанные с компонентным составом добываемых углеводородов и их отрицательным воздействием на окружающую среду (в том числе и при аварийных ситуациях) |

до 4–5 м и площадью до 4000 м² [8]. Опускание донной поверхности и связанные с этим процессы деформирования горных пород обуславливают подвешивание и изгибание труб, проложенных по дну, что может привести к их разрыву с неблагоприятными последствиями.

Промерзание участков газопровода в грунт и обледенение труб, проложенных по донной поверхности, может привести к серьезным авариям с тяжелыми экономическими и экологическими последствиями. Наиболее вероятно промерзание вмещающих газопроводы грунтов в прибрежных, относительно мелководных районах, где из-за возможных повреждений газопроводов плавающими льдами (включая айсберги) проектируется их существенное заглубление в грунт. Опасны в этом отношении участки разгрузки пресных вод, где температура замерзания среды повышается до 0 °С.

Разливы на месторождениях углеводородов по количеству разлитой нефти могут иметь различные уровни: локальный, территориальный, региональный и федеральный. Как показывает практика, в соответствии с планами ЛРН (план по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов) добывающие предприятия справляются собственными силами только с разливами локального уровня. При разливах свыше 5000 т на акватории недропользователи не в состоянии справиться с последствиями аварии собственными силами, поэтому разработка месторождений нефти на акватории должна сопровождаться уже внедренными мерами Комплексной системы безопасности с арсеналом технических средств для ликвидации аварий и их последствий, а также силами быстрого реагирования, готовыми к развертыванию имеющихся средств. Несмотря на отмеченные выше геоэкологические проблемы, рассматриваемые участки акватории Печорского моря относительно благоприятны для освоения месторождений УВС по сравнению с другими арктическими районами РФ.

Предварительная оценка опасно-

сти освоения месторождений для окружающей среды была проведена по картографическим материалам монографии [9]. Результаты анализа геоэкологического состояния месторождений представлены в табл. 2 [6]. Как следует из данных таблицы, все месторождения характеризуются сходными геоэкологическими показателями. В этой же таблице приведены предложенные авторами рекомендации по очередности ввода месторождений в эксплуатацию на основе предварительной оценки опасности их освоения.

По результатам оценки опасности разработки месторождений на основе состава углеводородного сырья выделены две группы месторождений, отличающиеся по первоочередности их ввода в эксплуатацию. В первую группу входят газоконденсатное (Поморское) и нефтегазоконденсатное (Северо-Гуляевское) месторождения, разработка которых наименее опасна (так как газоконденсат при нештатных ситуациях быстро испаряется с поверхности акватории). В то же время для работающего на месторождении оборудования газоконденсаты с высокой концентрацией сероводорода представляют повышенную опасность, вызывая его разрушение. Особенно опасны возможное неконтролируемое газопроявление по колонному и заколонному пространствам и образование грифонов. В связи с этим при несвоевременном вводе месторождения в эксплуатацию существующий фонд скважин, находящийся под воздействием давления и коррозионно-агрессивного состава флюидов, представляет потенциальную угрозу возникновения аварийной ситуации. Предупреждением возможных аварий, связанных с разрушением скважин, являются снижение пластового давления при вводе месторождения в эксплуатацию и обязательная оценка состояния фонда скважин на предмет коррозионной изношенности скважинного оборудования. Во вторую группу включены месторождения нефти, представляющие большую опасность для окружающей среды и биоты при нештатных ситуациях в

случае крупных разливов тяжелой сернистой нефти.

По оценке опасности разработки месторождений на основе анализа их места расположения и наличия особо охраняемых природных территорий все месторождения сгруппированы в три группы по очередности ввода в разработку (см. табл. 2).

Первоочередной ввод может быть осуществлен для газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений как наименее опасных по влиянию на окружающую среду (акваторию Печорского моря, территорию заповедника «Ненецкий» в береговой части, в сравнительной близости от которого находится Поморское месторождение; острова Гуляевские Кошки, относящиеся также к заповеднику «Ненецкий», на которые может оказывать негативное влияние развитие нештатных ситуаций на Северо-Гуляевском нефтегазоконденсатном месторождении).

Наиболее удалены от особо охраняемых природных территорий Долгинское и Приразломное месторождения тяжелой нефти. Они включены во вторую группу очередности, так как влияние последствий разливов нефти будет наименьшим.

Месторождения Варандей-море и Медынское-море расположены сравнительно близко от берега Большеземельской тундры, двух кластерных участков заповедника «Ненецкий» (о-ва Гуляевские Кошки, Долгий, Большой Зеленец), а также от побережья Хайпудырской губы – территории ограниченного природопользования. Они включены в третью группу очередности разработки месторождений, так как крупный разлив нефти при разработке этих месторождений может привести к значительному ущербу для морской и прибрежной биоты и вызвать ухудшение социально-экономических условий в регионе.

Кроме того, необходимо учитывать, что разливы нефти на конкретном месторождении могут причинить ущерб и соседним месторождениям. В табл. 2 рассмотрены месторождения, которые могут быть подвержены загрязнению нефтью при нештатных ситуациях на акватории

Таблица 2. Геоэкологическая оценка состояния месторождений Печорского моря

| Показатели | Месторождения | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|---|
| | Поморское | Северо-Гуляевское | Долгинское | Приразломное | Варандей-море | Медынское-море |
| Состав углеводородов | Газоконденсат (высокое содержание сероводорода) | Газоконденсат (высокое содержание сероводорода), нефть | Нефть | Нефть | Нефть | Нефть |
| Мелкий масштаб | | | | | | |
| Зона основных разломов | + | + | + | + | + | + |
| Область повышенной сейсмической активности | + | + | + | + | + | + |
| Средний масштаб | | | | | | |
| Область опасных криогенных явлений | + | + | + | + | + | + |
| Область механических повреждений за счет изменения геокриологического режима | + | + | + | + | + | + |
| Область заноса и заиления при изменении гидро- и литодинамического режимов | - | - | - | - | - | - |
| Области активного заиления в ходе хозяйственной деятельности | - | - | - | - | - | - |
| Крупный масштаб | | | | | | |
| Зоны максимального содержания тяжелых металлов в осадках и воде | + | + | + | + | + | + |
| Зоны повышенной коррозионной способности | + | + | + | + | + | + |
| Область отрицательного влияния придонных температур на состояние экосистемы | + | + | + | + | + | + |
| Область разрушения грунтовых оснований от гидродинамических воздействий | - | - | - | - | - | - |
| Области возможных механических повреждений при постановке буровой платформы | - | - | - | - | - | - |
| Область высокого содержания взвеси в воде | - | - | - | - | - | - |
| Области механических повреждений за счет термообработки и ледовых воздействий | - | - | - | - | - | - |
| Опасность при нештатных ситуациях для акватории и территории | | | | | | |
| Особо охраняемые природные территории, подверженные опасности при нештатных ситуациях (разливах нефти и нефтепродуктов) | Прибрежная часть заповедника «Ненецкий» | Заповедник «Ненецкий», о-ва Гуляевские Кошки | Заповедник «Ненецкий», о-ва Гуляевские Кошки, Долгий, Большой Зеленец | Заповедник «Ненецкий», о-ва Долгий, Большой Зеленец | Заповедник «Ненецкий», о-ва Долгий, Большой Зеленец, береговая зона Большеземельской тундры | Заповедник «Ненецкий», о-ва Долгий, Большой Зеленец, береговая зона Большеземельской тундры |
| Нештатные ситуации в районе природно-технических систем (месторождения +платформы, терминал) | - | Долгинское, Приразломное | Северо-Гуляевское, Приразломное | Долгинское, Северо-Гуляевское, Медынское-море, Варандей-море | Долгинское, Северо-Гуляевское, Медынское-море, Приразломное | Долгинское, Северо-Гуляевское, Приразломное Варандей (с учетом транспортировки нефти) |

Окончание табл. 2

| Показатели | Месторождения | | | | | |
|---|---|---|------------|--------------|--|--|
| | Поморское | Северо-Гуляевское | Долгинское | Приразломное | Варандей-море | Медынское-море |
| Рекомендации по очередности ввода месторождений в разработку на основе предварительной оценки опасности | | | | | | |
| По составу флюидов: 1 – ввод в первую очередь для предупреждения аварий (вследствие высокого содержания сероводорода разрушается фонд скважин на месторождении, возможно неконтролируемое газопроявление); 2 – ввод во вторую очередь | 1 Газоконденсат (высокое содержание сероводорода в газоконденсате) | 1 Газоконденсат (высокое содержание сероводорода в газоконденсате) | 2 Нефть | 2 Нефть | 2 Нефть | 2 Нефть |
| По тяжести последствий для окружающей среды, в том числе биоты при нештатной ситуации (разливах нефти) на месторождении: 1 – ввод в первую очередь; 2 – ввод во вторую очередь; 3 – ввод в последнюю очередь | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 (наиболее опасны для окружающей среды, близость береговой зоны) | 3 (наиболее опасны для окружающей среды, близость береговой зоны) |

Печорского моря. С этих позиций наиболее уязвимыми являются месторождения Варандей-море и Медынское-море, так как загрязнение возможно не только при разливах на соседних месторождениях, но и при авариях на транспортном морском пути крупных танкеров и на береговом терминале Варандей. Большую опасность для оборудования и окружающей среды представляют извлекаемые углеводороды – высокосернистые нефти и газ с высоким содержанием сероводорода (8–12 %), вызывающие повышенную коррозионность оборудования, что требует применения специальных антикоррозионных технологий.

На основе представленных выше материалов можно сделать вывод, что район Печорского моря в геоэкологическом природном аспекте является относительно безопасным по сравнению с Северным морем и западной частью Баренцева моря. Ущерб рыбным ресурсам при штатных ситуациях также сравнительно меньше, чем в западной части Баренцева моря из-за низкой плотности и более низкой продуктивности рассматриваемых участков Печорского моря. Штатные ситуации по обустройству и эксплуатации месторождений окажут незначительное воздействие (нарушения биоты около 1 %). Наибольшую опасность представляет разлив нефти в зимнее время в подледных условиях. Высокой степени риска будут подвергаться

территории мелководий и береговой части, где летом гнездятся колонии водоплавающих птиц, мигрирующих с территории Западной Европы весной на северо-запад России и осенью – из России в Европу.

Определение комплекса всех рисков опасного взаимного влияния природных процессов и хозяйственного объекта является основой проведения превентивных и регламентных мероприятий для конкретной природно-техногенной системы объектового элемента КСБ МПР России на участке внутренних морских вод, территориального моря и континентального шельфа Российской Федерации. Кроме того, в регионе необходимо создание специальных морских и береговых аварийно-спасательных служб по реализации мер, предусматриваемых Комплексной системой безопасности.

Возникающие нештатные ситуации на нефтяных месторождениях могут причинить значительный ущерб окружающей среде и биоресурсам, поэтому все усилия должны быть направлены на предупреждение возникновения аварийных ситуаций. Для каждого месторождения должны быть разработаны планы по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов (планы ЛРН). Основными механизмами реализации плана ЛРН, направленного на предупреждение разливов и ликвидацию последствий разливов,

являются: организация комплексного мониторинга, включая аэрокосмический, который будет финансироваться государством; создание региональных и федеральных фондов природоохранных средств; привлечение на договорной основе сил МЧС и ВМФ, оснащенных современными техническими средствами для выполнения работ по предупреждению разливов и ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов и на акватории Печорского моря и в его береговой зоне. Принятие и реа-

Geoenvironmental assessment of the consequences of oil and gas field development in the Pechora Sea and adjacent areas of the Nenets Autonomous Okrug.

V. N. Makarevich, I. R. Makarova, Yu. I. Zytner, V. M. Tarbaeva

The article describes good environmental protection practice in the development of seabed oil and gas fields, which is reflected in the legislation of different countries and in some international conventions, as well as in legislative instruments of the Russian Federation. Major attention is focused on the analysis of geoenvironmental indices of some sites of particular fields and similar targets elsewhere. The assessment of principal risks has been made for natural-engineering systems of hydrocarbon field development in the northern part of Timan-Pechora oil province including the offshore areas of the Pechora Sea. By results of the performed analysis a conclusion has been made that relatively favorable geological environmental and geoenvironmental conditions for the development of these deposits make the area of the Pechora Sea one of the promising sites in the Arctic marine region. Key words: seabed oil and gas fields, development, natural-engineering systems, risks, environmental protection measures.

лизация любых решений (проектно-технологических, производственных, экономических) должны осуществляться только при условии соблюдения обязательств по охране окружающей среды, направленных на дальнейшее снижение отрицательного воздействия проводимых буровых и последующих работ.

Таким образом, приведенные в статье данные показывают, что относительно благоприятные геологические (значительные запасы и ресурсы УВС, небольшая глубина мор-

ского дна и др.), сравнительно благоприятные экологические и геоэкологические условия для освоения месторождений УВС, а также вполне реальные технологические возможности освоения месторождений позволяют считать акваторию Печорского моря одним из наиболее перспективных участков в арктических морях. Вместе с тем на сегодняшний день и в ближайшей перспективе освоение шельфа Печорского моря может быть затруднено по ряду причин: отсутствие ледо-

стойких платформ, систем энергообеспечения для первоначальных этапов освоения месторождений нефти и газа на шельфе, танкерного флота для перевозки нефти в ледовых условиях, современных технологий по сбору и подготовке газа с высоким содержанием сероводорода. Только при создании отечественной технологической базы с применением инновационных технологий освоение месторождений углеводородов в Печорском море может быть экологически безопасным... ■■■



Список литературы = References

1. Савилова Е. Ключевые задачи развития трубной отрасли ВНИИСТ-ИНФО // Аварийный сигнал / BusinessWeek Россия (Москва), 04.06.2007. С. 22–24. = Savilova E. Key targets of the development of the pipe industry. VNIIST-INFO // Alert Message / BusinessWeek Russia (Moscow), 04 June 2007, pp. 22–24 (in Russian).
2. Грачев В. Не так страшны морские нефтенпромыслы / Ресурс Интернета: <http://www.oceaninfo.ru/smi/archiv/130103.htm> = Grachev V. Offshore oilfields are not such terrible as they are painted / on the Internet: <http://www.oceaninfo.ru/smi/archiv/130103.htm> (in Russian).
3. Макарова И. Р., Зытнер Ю. И. Принципы геоэкологического районирования криолитозоны как основы для обеспечения экологической и промышленной безопасности недропользования на севере Тимано-Печорской провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. СПб.: ВНИГРИ, 2008. http://www.ngtp.ru/rub/9/23_2008.pdf = Makarova I.R., Zytner Yu.I. Principles of geoenvironmental demarcation of the permafrost zone as the grounds for environmental and industrial safety of mineral resources management in the northern part of the Timan-Pechora oil province. // Oil and gas geology. Theory and Practice. St. Petersburg, VNIGRI, 2008. http://www.ngtp.ru/rub/9/23_2008.pdf (in Russian).
4. Районирование северных территорий Ненецкого автономного округа по степени устойчивости к антропогенному воздействию на основе анализа ландшафтных компонентов / В. К. Шиманский [и др.] // Сб. докладов первой научно-практической конференции «Транзитное мелководье – первоочередной объект освоения углеводородного потенциала морской периферии России». СПб., 2004. С. 202–217. = Zoning of the northern territories of the Nenets Autonomous Okrug by level of resistance to anthropogenic effect based on the analysis of landscape components. / V.K. Shimanskiy [et al.] // Collected papers from the First Scientific Conference: Shallow Marine Area - a Top Priority Target for the Development of the Hydrocarbon Potential in the Marine Periphery of Russia. St. Petersburg, 2004, pp. 202–217 (in Russian).
5. Оценка экологического состояния ликвидированных скважин неразрабатываемых газоконденсатных месторождений с сероводородсодержащим газом в продуктивных пластах / Л. К. Яшенкова [и др.] // Актуальные проблемы прогнозирования, поисков, разведки и добычи нефти и газа в России и странах СНГ. СПб.: ВНИГРИ, 2006. С. 560–574. = Assessment of the environmental condition of abandoned wells at non-developed gas condensate fields with acid gas presence in pay zones. / Yashchenkova L.K. [et al.] Current problems of forecasting, prospecting, exploration and production of oil and gas in Russian and other CIS countries. St. Petersburg: VNIGRI, 2006, pp. 560–574 (in Russian).
6. Зытнер Ю. И., Макарова И. Р., Синева Е. В. Геоэкологические аспекты при геолого-экономической оценке возможности освоения месторождений углеводородного сырья акватории Печорского моря // Теория и практика геолого-экономической оценки разномасштабных нефтегазовых объектов: Сб. материалов научно-практической конференции 6–10 октября 2008 г. СПб.: ВНИГРИ. С. 274–280. = Zytner Yu.I., Makarova I.R., Sineva E.V. Geoenvironmental aspects of geological economic assessment of the opportunities of hydrocarbon field development in the offshore zone of the Pechora Sea. // Theory and practice of geological-economic assessment of oil and gas fields and sites ranging in scale: Collected papers of the scientific conference, 6-10 October 2008, St. Petersburg: VNIGRI, pp. 274–280 (in Russian).
7. Сидоров В. А., Кузьмин Ю. О., Хитров А. М. Концепция «Геодинамическая безопасность освоения углеводородного потенциала недр России» / ИГиРГИ, 2000. = Sidorov V. A., Kuzmin Yu. O., Khitrov A. M. Concept: Geodynamic safety of the development of hydrocarbon reserves in Russia. IGIRGI, 2000 (in Russian).
8. Козлов С. А. Оценка устойчивости геологической среды на морских месторождениях углеводородов в Арктике // Нефтегазовое дело. 2005. С. 2–26. = Kozlov S. A. Assessment of the stability of the geological environment of marine hydrocarbon fields in the Arctic Region. // Oil and gas extraction, 2005, pp. 2–26 (in Russian).
9. Ефремкин И. М., Холмянский М. А. Геоэкологическое сопровождение освоения нефтегазовых месторождений арктического шельфа. СПб.: Недра, 2008. = Efremkin I. M., Kholmynskiy M.A. Geoenvironmental monitoring of oilfield development in the off-shore zone of the Arctic Region. St. Petersburg: Nedra Publishers, 2008 (in Russian).