Газовая промышленность

ISSN 0016-5581

февраль

02/686/2013



Заполярное месторождение – самое мощное в России

Контроль напряженно-деформированного состояния газопроводов

Экологическая безопасность поисково-оценочных работ на газ

УДК 613.1

Экологическая безопасность и мониторинг поисково-оценочных работ на газ в Обской и Тазовской губах

О.Я. Сочнев (ОАО «НК «Роснефть»), **И.О. Сочнева** (Штокман Девелопмент АГ), **А.А. Хистяев** (ОАО «Межрегионтрубопроводстрой»)

Акватория Обской и Тазовской губ служит единственным и основным местом совместного обитания всех ценных представителей ихтиофауны Обь-Иртышского бассейна, обеспечивает их выживание в зимовный период, а также формирование новых генераций рыб. В 2000 г. ООО «Газфлот» ОАО «Газпром» в акваториях Обской и Тазовской губ были начаты широкомасштабные поисково-оценочные работы на газ, которые проводились на Каменномысском, Обском, Чугорьяхинском, Семаковском (Адерпаютинском), Антипаютинском и Тота-Яхинском лицензионных участках и продолжались до 2009 г. К настоящему моменту общее число пробуренных поисковых скважин составило 26. При выполнении поискового бурения ключевым аспектом было обеспечение экологически безопасного ведения работ.

Антропогенные воздействия поисково-оценочных работ (ПОР) ООО «Газфлот» на экосистемы в акватории Обской и Тазовской губ в 2000–2009 гг. были связаны в основном с бурением морских скважин на лицензионных участках Каменномысском, Обском, Чугорьяхинском, Семаковском (Адерпаютинском), Антипаютинском и Тота-Яхинском.

На различных этапах ПОР для морского бурения использовались три буровые установки – самоподъемная буровая установка (СПБУ) «Мурманская», СПБУ «Амазон» и плавучий буровой комплекс (ПБК) «Обский-1» (рис. 1).

Система управления охраной окружающей среды (ООС) ПОР ООО «Газфлот» действовала на всех этапах реализации проектов. Она обеспечивала:

- на стадии проектирования – организацию исследований по определению исходного (фонового) состояния природной среды; экспертизу в целях оценки соответствия проектных решений законодательным и нормативным требованиям по ООС; получение разрешений (лицензий) на выбросы и сбросы, а также на размещение отходов;
- на стадии бурения скважин – соответствие применявшихся ПБУ требованиям Регистра РФ в области ООС и наличие разрешений, необходимых для работы; обеспечение надежной работы систем удаления и утилизации отходов; разработку мер на случай аварии на скважине и разлива углеводородов; выполнение экологического мониторинга; организацию регулярного контроля за соблюдением мер по ООС; соблюдение нормативных требований при ликвидации скважин.

Проведению ПОР предшествовали экологическое картирование района работ, выявление экологически особо чувствительных зон, подготовка декларации о намерениях и оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). ОВОС выполнялась для каждой отдельной поисковой скважины (или группы скважин) для конкретного лицензионного участка с учетом технических решений, принятых в индивидуальном или групповом буровом проектах. ОВОС выполнялась ООО

а



б



в



Рис. 1. Плавучие буровые установки (ПБУ), использовавшиеся для проведения ПОР на газ в акватории Обской и Тазовской губ:
а – СПБУ «Мурманская; *б* – СПБУ «Амазон»; *в* – ПБК «Обский-1»

«Арктикэкошельф» с привлечением ведущих научных организаций федерального и территориального уровня (институты Российской академии наук, Роскомрыболовства, Министерства природных ресурсов, Межведомственной ихтиологической комиссии и др.). ОВОС представлялась на широкое обсуждение в окружные (Администрация ЯНАО, г. Салехард) и районные органы власти (администрациям Надымского, г. Надым, Ямальского, пос. Яр-Сале, и Тазовского, пос. Тазовский, районов), а также общественности. Проектная документация в установленном порядке согласовывалась с местными и федеральными органами контроля и надзора в области ООС и проходила государственную экологическую экспертизу.

На этапе подготовки и проведения ПОР выполнялся комплекс технических природоохранных мероприятий непосредственно на ПБУ. ПБУ были укомплектованы двигателями внутреннего сгорания, отвечающими требованиям Международной морской организации (ММО) и Правилам Регистра морского судоходства РФ по граничным значениям выхлопов угарных газов, чтобы их возможные максимальные концентрации с учетом неблагоприятных метеорологических условий не превышали ПДК в воздухе на уровне верхней палубы. Для буровых механизмов на ПБУ было предусмотрено использование электрического привода. Оборудование снабжалось глушителями для уменьшения шума. Шумы и вибрация от всех видов судов не превышали предельно допустимых значений.

ПБУ были оснащены:

- рыбозащитными устройствами;
- герметической системой приема, хранения в специальных танках и выдачи к объектам потребления горюче-смазочных материалов и удаления отработанных масел;
- блоками приема, хранения и выдачи порошкообразных химических реагентов и утяжелителя по герметичной пневмотранспортной системе;
- закрытой циркуляционной системой промывочной жидкости с наличием соответствующего трубопровода на палубе для вывоза излишней промывочной жидкости на берег судами обеспечения;
- системами сбора, очистки, оборотного и повторного использования буровых сточных вод и техническими средствами для сбора и вывоза шлама.

Для предотвращения загрязнения морской среды сбросами загрязняющих веществ осуществлялись следующие мероприятия:

- продукция скважин, полученная при испытании, собиралась в специальные емкости и сжигалась на факеле, так же как и попутный газ;
- технологические отходы бурения скважин собирались без обработки в контейнеры и транспортировались на береговую базу для утилизации и захоронения;
- система сброса из установок энергетического комплекса обеспечивала сбор масла и нефтесодержащих жидкостей в специальные емкости.

На вывозимые с ПБУ отходы производства (буровые растворы и шламы, пластовые и промысловые воды) были оформлены санитарные паспорта. Утилизация, обезвреживание и захоронение отходов проводились в соответствии с предписаниями надзорных органов на специальных полигонах.

На протяжении всего периода ПОР в составе буровых и тампонажных жидкостей не применялись особо токсичные компоненты, а также химические вещества, не имеющие рыбохозяйственных ПДК. Работы по биотестированию химреагентов, буровых растворов и шламов в целях определения безопасных уровней воздействия выполнялись специалистами Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). В качестве тест-объектов при определении безопасных уровней воздействия использовались представители биоты Обской губы.

Весь буровой шлам в герметичных контейнерах, а отработанный буровой раствор – в герметичных емкостях из районов проведения ПОР был транспортирован вспомогательными судами в порты Мурманск и Ямбург и утилизирован. Перевозка химреагентов и опасных грузов осуществлялась специализированными судами в закрытых контейнерах и специальных емкостях, обеспечивающих работу по замкнутому циклу. Суда обеспечения снабжались сепарационными и очистными установками, чтобы не допустить загрязнения морской среды углеводородами и другими загрязнителями, и отвечали требованиям Международной конвенции «Марпол-73/78» и Регистра РФ. Корпуса судов обеспечения и ПБУ были покрыты современными сертифицированными антикоррозионными материалами.

Для бурения скважин в Обско-Тазовском бассейне был выбран наиболее безопасный в экологическом отношении летне-осенний период (рис. 2).

При проведении ПОР осуществлялись комплексный экологический мониторинг и производственный экологический контроль воздействия на окружающую среду с участием представителей природоохранных и рыбохозяйственных органов. Основные цели экологического мониторинга состояли в следующем:

- выявлении потенциальной опасности деградации окружающей среды;
- определении степени вреда, причиняемого биоресурсам региона;
- определении уровня загрязнения;
- оценке эффективности мер, принимаемых для уменьшения антропогенной нагрузки.

Программы мониторинга (режим, сетка станций, измеряемые параметры) были стандартизированы в соответствии с российской и международной практикой подобных исследований и согласовывались в каждом конкретном случае с уполномоченными государственными органами по ООС.

В первую очередь велись наблюдения за короткоцикличными компонентами экосистем, вносящими основной вклад в продукционные процессы и деструкцию органического вещества. Это были короткоцикличные формы не только планктона, но и бентоса, поскольку последние быстро реагируют на эвтрофикацию, изменения газового режима и состава донных осадков. Особенно важны были исследования бентоса как основного индикатора загрязнения окружающей среды в результате освоения морских месторождений.

Биологические наблюдения осуществлялись одновременно со сбором информации о термогалинной структуре вод, так как особенности развития стратификации в значительной мере определяют ход биопродукционного процесса. Характеристики водных масс, наряду с характеристиками грунта (гранулометрический состав, содержание органического вещества и др.), определяют видовой (фаунистический) состав и количественное распределение бентоса, структуру его сообществ. Также выполнялся мониторинг загрязнений вод и донных осадков.

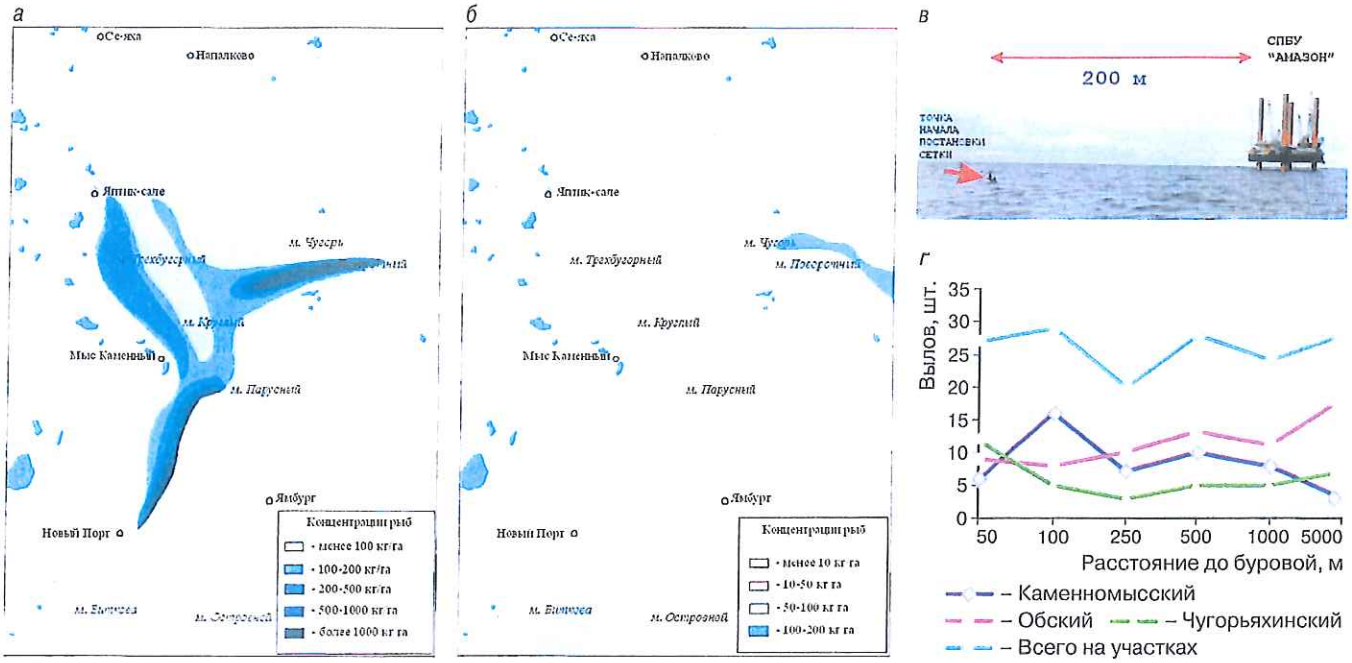


Рис. 2. Исследования воздействия поисково-оценочных работ на ихтиофауну:
а, б – распределение ихтиомассы в центральной части Обско-Тазовского бассейна: *а* – перед таянием льда (конец мая – начало июня), *б* – в летние месяцы (июль – август); *в* – постановка сетей для контрольного лова на различных расстояниях от СПБУ «Амазон»; *г* – результаты контрольных ловов рыбы

Сбор, обработка и анализ материалов для комплексного экологического мониторинга осуществлялись общепринятыми в международной практике и соответствующим образом откалиброванными методами. Мониторинговые съемки выполнялись синхронно с процессом бурения каждой скважины. Как правило, выполнялись три мониторинговые съемки – до постановки ПБУ на точку бурения, в процессе и после бурения. При этом началом комплексного экологического мониторинга следует считать фоновые экологические съемки в Обской и Тазовской губах, предшествовавшие началу ПОР (до 2000 г.), выполненные специалистами ведущих НИИ РФ. Эти материалы активно использовались в процессе анализа данных полевых наблюдений в целях выявления негативных воздействий.

Наибольшую обеспокоенность специалистов-экологов при проведении бурения первых скважин в Обско-Тазовском бассейне вызывали два фактора воздействия на экосистему. Первый связан с акустическим излучением, источником которого является буровая установка; второй – с замутнением воды и переотложением грунта в результате бурения под направление на заборной воде и гидродинамическим размывом грунта при маневрировании у буровой транспортно-буксирных судов (ТБС) и аварийно-спасательных судов (АСС). Результатом указанных воздействий мог стать существенный ущерб рыболовству, с одной стороны, из-за ухода рыбы от буровой и недоиспользования кормовой базы, а с другой – из-за заиления значительных площадей в районе бурения и прямой гибели кормовых организмов. Оба указанных фактора воздействия были исследованы при проведении экологического мониторинга. В работах приняли участие специалисты ООО «Арктикэкошельф», ФГУП «Госрыбцентр», Межведомственной ихтиологической комиссии, ФГУП «Нижеобьрыбвод», ГЕОХИ РАН.

На этапе выполнения ОВОС мнения экологов разделились. С одной стороны, ряд специалистов предполагали, что воздействие на биоту акустических полей работающей ПБУ будет носить локальный и кратковременный характер. С другой – часть специалистов считала, что рыба уйдет от источника звука на значительное расстояние.

В целях установления уровня воздействия на ихтиофауну в ходе бурения поисково-оценочных скважин вблизи СПБУ «Амазон» был выполнен ряд натурных экспериментов, включая контрольные ловы рыбы на различных расстояниях (рис. 2, *в*). Эксперименты проводились как в Обской, так и в Тазовской губе. Распределение рыб, пойманных во время сетных постановок на Каменномысском, Обском и Чугорьяхинском участках на различных расстояниях от ПБУ в период интенсивного бурения (рис. 2, *г*), показывает, что рыбы примерно в одинаковых количествах встречались как вблизи буровой, так и на значительном расстоянии от нее. Тем самым можно было утверждать, что рыба быстро привыкает к акустическому излучению и не покидает район работ, а само воздействие можно считать незначительным. Результаты наблюдения за орнитофауной Обской и Тазовской губ в процессе экологического мониторинга ПОР также подтвердили указанный вывод.

Отметим, что технология бурения морских поисковых скважин такова, что бурение под направление осуществляется на морской воде (первый этап строительства скважины), в результате чего происходит замутнение воды за счет повышения содержания мелкозернистых взвесей и переотложение выбуренного грунта под воздействием придонных течений. Это воздействие тем сильнее, чем ниже проч-

ностные свойства грунта. Для определения значимости указанного воздействия на биоту Обской и Тазовской губ на стадии инженерно-геологических изысканий были изучены физико-механические свойства грунта, разработана математическая модель и выполнен комплексный экологический мониторинг процесса переноса осадков.

Результаты моделирования и мониторинга показали, что при достигнутых скоростях выбуривания осадков с ПБУ на поверхность (около 20 м³/ч) даже при низких скоростях течений (менее 5 см/с) значения концентрации взвесей уже на расстоянии около 150 м от точки бурения близки к фоновым. Зона повышенных, опасных для морской биоты концентраций (от нескольких граммов до нескольких десятков миллиграммов в литре воды) ограничена 30–50 м от буровой колонны. Тем не менее это приводит к интенсивному разрушению микроводорослей в данной зоне (рис. 3, *а*). Уменьшение содержания фитопланктона было зарегистрировано во всех слоях воды. Особенно четко снижение биомассы было выражено в придонном слое. Размер зоны, в которой наблюдалось угнетение фотосинтетических процессов водорослей, определялся гидрологической ситуацией: в период стагнации ингибирование фотосинтеза происходило на более значительных расстояниях, чем в период вертикального и горизонтального движения водных масс. При этом толщина переотложенных осадков была сколь-либо значима лишь для фракций мелкого песка и более крупнозернистых осадков. Благодаря разносу течениями при бурении верхнего интервала они засыпали площадь дна около 1000 м² слоем более 1 мм (рис. 3, *б*), что было пагубно для мелких представителей бентоса.

К аналогичным эффектам воздействия приводил и гидродинамический размыв дна гребными винтами крупных морских судов, который наблюдался в период бурения скважин в 2000 г. на Каменномысском участке при работе ТБС обеспечения «Нефтегаз-55» и «Нефтегаз-57», осуществлявших транспортировку СПБУ «Мурманская» в район бурения и текущее материально-техническое снабжение, а также винтами АСС «Фобос».

Скорость гидроразмыва морского дна винтами судна зависит от его водоизмещения, размерений, осадки, коэффициента упора и частоты вращения гребного винта. По модельным оценкам и экспериментальным данным, для условий Обской губы на начальном этапе движения судна (около 10 мин) при диаметре винта около 1 м и частоте его вращения 2 $с^{-1}$, создающего у дна течение со скоростью 2,4 м/с, максимальный объем переотложенного грунта составляет около 1,5 м³. При этом концентрация взвеси в воде повышается примерно на 0,5 мг/л, а зона повышенных, опасных для морской биоты концентраций (от нескольких граммов до нескольких десятков миллиграммов в литре воды) ограничена расстоянием 50–200 м, а время существования пятна после возмущающих воздействий составляет 0,5–1,0 ч, в зависимости от конкретных гидродинамических условий (рис. 3, *в*). Толщина переотложенных осадков сколь-либо значима (более 1–2 мм, пагубна для бентоса) только на площади в 300–450 м², т. е. в радиусе 10–20 м.

Гидродинамический размыв постоянно нес в себе опасность вторичного химического загрязнения окружающей среды. Благодаря этому фактору попавшие в морскую среду в районе бурения загрязнения могли захватывать значительно больший объем и находиться в водной толще значительно дольше, чем при бурении верхнего интервала скважины или в естественных условиях. Кроме того, постоянное перемещение донных субстратов не позволяло бы быстро восстановиться донным сообществам непосредственно вблизи ПБУ. Размер пораженной зоны зависил бы от интенсивности гидроразмыва, которая, в свою очередь, была бы обусловлена размерами и осадкой судов, а также интенсивностью морских операций. Учитывая изложенное, ООО «Газфлот» было принято решение использовать в районах бурения в Обской и Тазовской губах для обеспечения ПОР только мелкосидящие суда малого тоннажа. Полная замена флота позволила исключить явление гидродинамического размыва при бурении скважин с 2003 г. и тем самым минимизировать воздействие на окружающую среду.

По результатам комплексного экологического мониторинга установлено, что все виды техногенного воздействия на экоси-

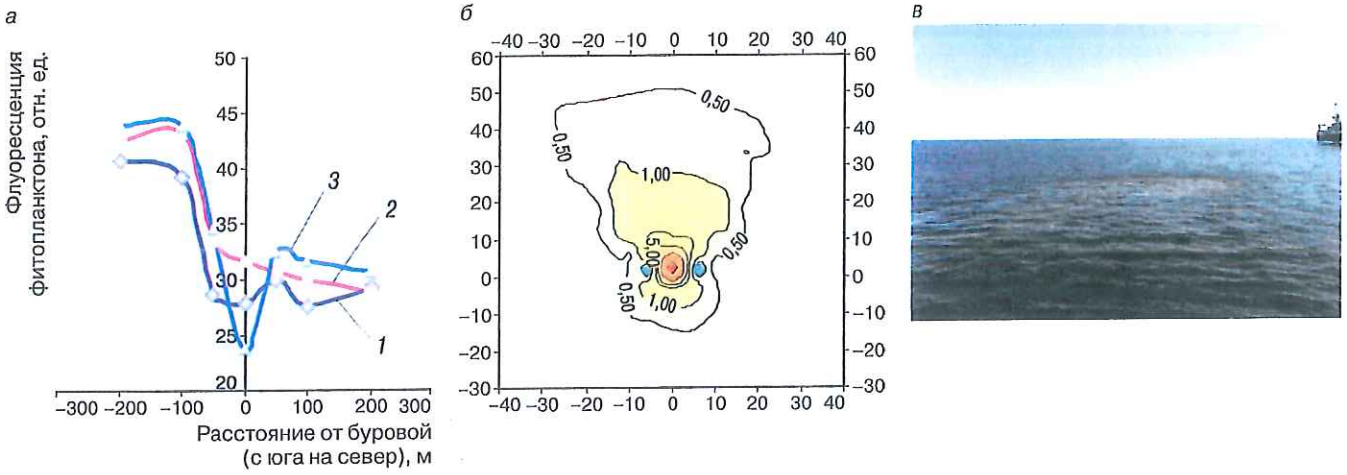


Рис. 3. Исследования воздействия на планктон и бентос замутнения воды и переотложения донных осадков:
а – распределение фитопланктона на расстоянии 250 м от буровой по направлению с юга на север (в направлении преобладающего течения): *1*, *2*, *3* – относительное содержание микроводорослей в слое воды, соответственно, поверхностном, среднем и придонном; *б* – толщина слоя (в мм) переотложенных выбуренных осадков, по осям диаграммы – расстояние от СПБУ (м); *в* – взмучивание грунта при начале движения судна обеспечения

стемы Обской и Тазовской губ при бурении скважин в ходе ПОР 2000–2009 гг. оказались локальными (в пределах прилегающей к пробуренным скважинам площади) и незначительными.

Важнейшее место в ПОР занимали вопросы обеспечения аварийного реагирования. В целях предотвращения заколонных и межколонных перетоков, приводящих к утечкам газа и жидкости в атмосферу и морскую среду, наличию его скоплений в межколонных пространствах, в горизонтах, залегающих над эксплуатационными объектами, подъем цементного раствора за всеми колоннами каждой из скважин предусматривался до устья. Принятая конструкция скважин и качественный цементаж обеспечивали также предотвращение грифонообразования. Устья скважин оборудовались современными превенторными установками. Во время бурения регулярно проводился водолазный осмотр. Аварий и осложнений на скважинах при выполнении ПОР в акваториях Обской и Тазовской губ зафиксировано не было.

Консервация и ликвидация скважин осуществлялись в порядке, установленном действующим законодательством РФ. При выборе варианта ликвидации скважин учитывались требования федеральных и региональных властей, существующие морские экосистемы, практическая осуществимость и сроки. Независимо от варианта ликвидации все скважины были оставлены в стабильном и безопасном состоянии, а акватория была приведена в исходное состояние.

Список литературы

1. *Сочнев О.Я., Матишов Г.Г., Никитин Б.А.* Экологическая безопасность и мониторинг при освоении месторождений углеводородов на арктическом шельфе. – М. : Газоил пресс, 2001. – 232 с.
2. *Сочнев О.Я., Мнацаканян О.С., Пушнов В.М., Таныгин И.А.* Воздействие поисково-оценочных работ на экосистемы Печорского моря. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 2002. – 204 с.
3. *Сочнев О.Я., Сочнева И.О.* Экологическая безопасность систем вывоза нефти с месторождений арктического шельфа. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 2003. – 272 с.

УДК 502.36

Разработка биосорбента на основе углеводородокисляющих микроорганизмов, иммобилизованных на гидрофобизированном торфе

Н.Б. Пыстина, Е.Л. Листов, И.В. Балакирев, А.С. Никишова, В.А. Лужков (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»), **Н.Б. Градова, А.С. Шугарев** (Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева)

Из загрязненных дизельным топливом образцов почвы, отобранных на территории Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) п-ова Ямал, методом накопительных культур выделено четыре штамма углеводородокисляющих микроорганизмов. Выделенные культуры идентифицированы до вида. По результатам модельных опытов в лабораторных условиях определен наиболее активный углеводородокисляющий штамм – Rhodococcus erythropolis. Методом низкотемпературного пиролиза торфа получен сорбент с улучшенными характеристиками. Путем совместного культивирования активной формы Rhodococcus erythropolis и сорбента и дальнейшей лиофильной сушки получен новый биосорбент, объединяющий физический и биологический принципы очистки почв от жидких углеводородов.

Продвижение нефтегазодобычи в регионы, характеризующиеся сложными природными и климатическими условиями, определяет новые требования к всем сопутствующим технологиям. Несмотря на применение современных технологий в области добычи, транспортировки и переработки углеводородов, риск загрязнения объектов окружающей среды этим сырьем или его продуктами остается очень высоким. Аварии, на примере разлива миллионов баррелей нефти в Мексиканском заливе, показали, что подобные явления могут носить не только локальный, но и межконтинентальный характер.

Экосистемы Крайнего Севера характеризуются высокой чувствительностью к антропогенным воздействиям, при этом освоение месторождений неизбежно ведет к возрастанию на них техногенной нагрузки. Актуальность обеспечения экологической безопасности в специфических природных условиях требует разработки новых подходов к решению задач охраны окружающей среды для северных регионов [1].

Одним из главных условий сохранения природной среды Крайнего Севера является предотвращение деградации почвенно-растительного покрова, являющегося основным структурообразующим и наиболее