

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ, РАЗРАБОТКИ, ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА НЕФТИ И ГАЗА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

О.А. Серебрякова, аспирант

*Астраханский государственный университет,
тел.: (88512)52-49-99*131; e-mail: geologi2007@yandex.ru*

Рецензент: Бухарицин П.И.

Исследованы факторы ограничения масштабов и направлений морских работ по освоению углеводородного сырья. Дана оценка критических параметров экологического состояния морской системы и математические методологии оценки изменений окружающей среды морских акваторий.

Factors limiting the extent and directions of marine works for the development of hydrocarbon resources have been studied. The estimation of the critical parameters of the marine ecological system and mathematical methodology to assess environmental changes of sea areas have been given in the article.

Ключевые слова: геоэкология, мониторинг, разработка, добыча, транспорт, нефть, газ, Каспийское море.

Key words: geocology, monitoring, development, production, transportation, oil, gas, the Caspian sea.

Морские поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений, добыча сырья, работа промыслов и объектов транспортной и трубопроводной инфраструктуры приводят к существенному росту нагрузки на морскую окружающую среду, так как геологоразведочные и эксплуатационные работы относятся к особо опасным видам деятельности. В условиях Каспия, где природа крайне чувствительна к внешнему воздействию, а период восстановления экосистем достаточно длителен, это может привести к тяжелым и зачастую необратимым последствиям.

Геологические ограничивающие факторы по характеру влияния на направление и масштабы морских геологоразведочных работ можно разделить на экономические, геоэкологические, гидрометеорологические, геологические, навигационные, социально-политические и военные (Коробов, 1999). Воздействия влияющих факторов являются: а) запрещающими; б) благоприятствующими созданию аварийных ситуаций; в) способствующими распространению загрязняющих веществ; г) затрудняющими работу персонала. Роль влияющих факторов определяется воздействием, которое они оказывают в процессе выработки технических и управленческих решений.

Целесообразно выделить геологические факторы (табл. 1), которые: а) носят бесспорно ограничивающий характер; б) представляют непосредственную опасность для окружающей среды; в) являются интегральной характеристикой условий природопользования. Такой подход полностью согласуется с требованиями к освоению природных ресурсов и строительству объектов, которые в СП 11-102-97 определяются как «комплекс ограничений по

природопользованию и условий по сохранению ОС в процессе хозяйственной и иной деятельности»).

Комплексный геологический мониторинг морской среды предусматривает единые программу и систему (табл. 1) постоянного слежения и контроля за состоянием геологических объектов и всех взаимосвязанных с ними сред (Питьева, 1993, 1999; Осипов, 1996; Трофимов, Зилинг, 1996, Серебрякова, 2006 и др.).

Таблица 1

Геологический мониторинг морской акватории при поисках, разведке, добыче и транспортировке нефти и газа

Объект воздействия	Источник воздействия	Ограничивающие факторы	
		Пространственные	Временные
Атмосферный воздух	Промышленные объекты, строительные работы, транспортные средства, сжигание попутного газа	Локальный Местный	Кратковременный Долговременный
Морские воды	Сброс от стационарных источников, дноуглубительные работы, бурение, строительные работы, взвешивание	Локальный Местный	Кратковременный Средневременный
Геологические недра	Бурение скважин, закачка в скважины, изменение отложений	Локальный	Долговременный
Растительность	Строительные работы, выбросы в атмосферу, сбросы химреагентов	Локальный Местный	До средневременного Все масштабы
Донные ландшафты	Изменение донного рельефа, отбор флюидов, строительные работы	Местный Локальный	Долговременный До средневременного

Это система повторяющихся и постоянно запланированных геологических и технологических исследований, обеспечивающих оценку состояния геологической среды и прогноз техногенных процессов в ней, а также изменений природных сред в целях эффективного управления ими и снижения или ликвидации негативного воздействия на окружающую среду (Анисимов, 1997).

Мониторинг должен охватывать стадии проектирования, строительства и эксплуатации месторождений углеводородов. На этих стадиях закладываются технические основы мониторинга, исходя из нормативных требований и опыта геологоразведочных исследований и геологических работ, осуществляется комплексная оценка масштабов и направления техногенного воздействия на окружающую среду на всех стадиях геологоразведочных и эксплуатационных работ, и обосновываются рациональные и технологически безопасные

способы освоения природных ресурсов и оптимальное направление горных работ (рис. 1).

Бурение морских скважин не является безотходным производством (рис. 1), на поверхность выносятся раздробленные горные породы (шлам) и буровые растворы. Буровые растворы подаются на регенерацию, шламовые отходы утилизируются несколькими методами:

- глубинным захоронением;
- транспортировкой на сушу;
- организацией хранилищ и складированием в них.

Эти методы, ликвидируя опасность в зоне бурения, одновременно создают значительную нагрузку на территории суши, что требует дополнительных затрат по контролю ОС. Утилизация возможна инъекцией отходов в глубокие геологические изолированные горизонты, опыт которого широко используется не только на суше, но и на морских акваториях (Дальний Восток, иностранные нефтегазоносные провинции).

Захоронение отходов применяется как метод ликвидации не поддающихся экономической обработке материалов и стабилизированных отходов, поскольку миграция их компонентов замедлена процессом стабилизации. Утилизации подлежат отходы с высоким содержанием нефти, солей или биологических материалов, химических веществ или материалов с опасными компонентами, которые могут угрожать экологическим реципиентам.



Рис. 1. Геоэкологический мониторинг источников и путей загрязнений морской акватории

Геологический морской мониторинг подземной инъекции буровых отходов и техногенного состояния морской геологической среды включает следующие основные задачи.

Первая задача заключается в контроле функционирования процессов захоронения промышленных стоков, с целью учета объемов закачки и давлений нагнетания, физико-химических параметров закачиваемых промстоков, технологии подготовки промстоков к закачке, технического состояния наблюдательных и нагнетательных скважин, а также объектов и оборудования полигона в соответствии с проектно-нормативной документацией.

Вторая задача заключается в контроле возможных заколонных или межпластовых перетоков в вышележащие водоносные горизонты с целью предотвращения влияния закачиваемых промстоков на пластовые воды и вмещающие породы вышележащих геологических горизонтов, а также на поверхностные морские воды.

Третья задача заключается в прослеживании контура распространения промышленных стоков в поглощающих горизонтах, а также степени заполнения рабочих резервуаров утилизируемыми промстоками для принятия мер по регулированию этих процессов либо по переводу процесса нагнетания в резервные поглощающие горизонты. Такая структура мониторинга применима для разработки месторождений минерального сырья в различных морских регионах мира (табл. 2).

Оценка техногенного воздействия на морскую среду является существенным фактором мониторинга и контроля возможного загрязнения геологических горизонтов, которые возможны в следующих техногенных случаях:

- переток по затрубному пространству скважин;
- переток через стволы пробуренных ранее и незатампонированных скважин;
- за счет диффузии загрязнителей через толщу глинистых отложений.

Таблица 2

Геологический мониторинг морских технологических процессов

Наименование объекта	Причины возникновения	Способ устранения
Фонтанная арматура	Разгерметизация фланцевых соединений	Отсечь разгерметизированное соединение закрытием запорной арматуры и отключить аварийный участок, устранить утечки
Трубопроводные системы	Разрыв, утечки через соединения запорной арматуры	Отсечь разгерметизированное соединение закрытиями запорной арматуры и отключить аварийный участок
Кавитация насосов	Проскок газа	Остановить насос, повысить уровень промстоков в 1–4 раза для увеличения времени отстоя стоков



Рис. 2. Морские буровые установки:
а) самоподъемные морские буровые установки СПБУ;
б) морские буровые установки на отсыпных площадках

Переток стоков в вышележащие горизонты по затрубному пространству недопустим, и он не будет иметь места при надежной цементации ствола нагнетательных скважин. Поэтому этот путь поступления загрязнения при качественном сооружении скважин практически не учитываются. Скважины, прой-

денные без надежной изоляции затрубного пространства, квалифицируются как брак и подлежат перебурированию или переоборудованию (табл. 3–5).

Переток через стволы пройденных ранее скважин также не должен иметь места, так как они всегда тампонируются. В любом случае проницаемость тампонажа стволов пройденных ранее скважин сравнима с проницаемостью пород геологических горизонтов (Серебрякова, 2010 и др.).

Таблица 3

Геологический мониторинг морских скважин

Параметры контроля	Место контроля	Способ контроля	Частота контроля
Объем промстоков	Щит оператора	Турбоквант	Ежемесячно
Давление	Устье, забой	Манометр глубинный, манометр образцовый	Ежемесячно
Глубина фактического забоя	Ствол скважины	Шаблон	1 раз в квартал
Техническое состояние эксплуатационной колонны	Ствол скважины	Промысловые геофизические исследования	1 раз в квартал
Состояние цементного камня в заколонном пространстве	Ствол скважины	Промысловые геофизические исследования	1 раз в год
Поглощающий горизонт	Ствол скважины	Промысловые геофизические исследования	1 раз в год
Техническое состояние колонны	Ствол скважины	Промысловые геофизические исследования	1 раз в год
Уровень пластовых вод	Ствол скважины	Хлопушка, желонка	1 раз в квартал
Глубина фактического забоя	Ствол скважины	Шаблон	1 раз в квартал
Степень открытости интервалов перфорации	Ствол скважины	Расчетный	1 раз в квартал
Давление устьевое	Устье скважины	Манометр	1 раз в квартал
Давление по стволу скважины	Ствол скважины	Глубинный манометр	1 раз в квартал
Давление пластовое	Ствол скважины	Глубинный манометр	1 раз в квартал
Химический состав и физические свойства пластовых вод	Устье скважины	Химический анализ	1 раз в квартал
	Статический уровень	Химический анализ	1 раз в квартал

Таблица 4

Геологический мониторинг морских отходов

Параметры контроля	Место контроля	Метод контроля	Частота контроля
Уровень протоктов в емкостях	Буллиты-накопители	Уровнемер УДУ-10	Постоянно
Расход протоктов	Щит оператора	Турбоквант	Постоянно
Химический состав и физические свойства протоктов	Устье скважин	Полный и сокращенный анализ	1 раз в неделю
Нормативные параметры отходов	Буллиты-накопители	Технологический анализ	Постоянно

При необходимости учета этого пути поступления загрязнения должно быть известно местоположение скважин. Количество воды, перетекающей через стволы скважин, рассчитывается по зависимости (Антоненко, 1976 и др.):

$$Q = \pi r_0^2 k_0 \frac{P_n}{M_0},$$

где r_0 – радиус незатрапированной скважины; k_0 – коэффициент фильтрации материала, находящегося в стволе (значение k_0 может быть равным 0,01–0,001 К, где К – проницаемость поглощающего горизонта); P_n – давление нагнетания; M_0 – мощность разделяющего непроницаемого глинистого слоя.

Теоретически наиболее реальным путем поступления загрязнения можно считать его диффузионное поступление через разделяющую толщу водоупора. Расчет этого геологического процесса осуществляется по теории диффузии, которая происходит под влиянием градиента концентраций и описывается уравнением (Анисимов, 1976 и др.):

$$D_{\Delta c} = \frac{\partial C}{\partial t},$$

где D – коэффициент молекулярной диффузии; C – концентрация диффундирующего вещества.

В морских акваториях диффузия вертикального направления упростится до вида:

$$D_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} = \frac{\partial C}{\partial t}.$$

Это уравнение решается при следующих краевых условиях:

$$C(z, 0) = C(\infty, t) = 0; C(0, t) = C_n,$$

где C_n – концентрация загрязнителя в поглощающем горизонте.

Таблица 5

Геологический мониторинг морской геологической среды

Стадии мониторинга	Контролируемые процессы	Виды работ и исследований
Геоморфологический	Изменение донного ландшафта, рельефа	Маршрутные, картографические, дешифровка, отбор проб, анализы
Проектно-разведочный	Обоснование геологических и гидрогеологических параметров	Изучение геологического и гидрогеологического строения
Геодинамический	Сейсмические вертикальные и горизонтальные	Спутниковая геодезия, маркшейдерия
Гидрохимический	Состав пластовых вод, их совместимость со стоками	Отбор проб, лабораторный анализ, лабораторное моделирование
Газохимический	Состав растворенных газов и стоков, газонасыщенность	Пластовые замеры, отбор проб, анализы
Геолиометрический	Миграция флюидов по разломам, тектоническая напряженность	Скважинные исследования, отбор проб, анализы
Гидродинамический	Пластовые давления, режим, продвижение стоков	Замеры уровня, давлений и температуры в скважинах, расчеты
Геофизический	Состояние колонн, межколонного и затрубного пространства, цементного камня	Геофизические, термические, акустические, радиоактивные и др.
Технологический	Объемы и давления закачки, состав и свойства промстоков	Замеры параметров закачки, отбор проб стоков, анализы
Гидрологический	Состояние рек, водотоков, озер, состав воды	Исследования, отбор проб, химические анализы
Атмосферный	Климатология, воздушные процессы, загрязнение воздуха, источники выбросов	Обследования, замеры, отборы проб, нормирование, анализы
Геологический	Физико-механические и несущие свойства грунтов, агрессивность среды	Отбор проб грунтов, лабораторные исследования

Решение задачи имеет вид:

$$C = C_0 \operatorname{erfc} \frac{z}{2\sqrt{Dt}}$$

Поток загрязнителя через единичное сечение разделяющего слоя равен:

$$q = Dz \frac{\partial c}{\partial z} /_{z=0} = C_n \frac{1}{\sqrt{\pi Dt}} \exp\left(-\frac{z^2}{4Dt}\right).$$

Коэффициент молекулярной диффузии в глинистых породах не превышает $10^{-5} \text{ м}^2/\text{сут}$, на самом деле он значительно меньше (на порядок и более). Тогда при мощности слоя водоупора $M = 400 \text{ м}$ концентрация загрязнителя, достигающего кровли водоупора, составит:

$$C = C_n \operatorname{erfc} \frac{400}{2\sqrt{10^{-5} \times t}} = C_n \operatorname{erfc} \frac{200000}{\sqrt{10t}}$$

Отсюда видно, что даже при $t = 10 \times 10^6 \text{ сут} = 2750 \text{ лет}$ концентрация загрязнителя останется практически равной нулю.

Масса загрязнителя, диффундирующего через кровлю поглощающего горизонта в породы разделяющего водоупора, составит:

$$q = C_n \times 10^{-5} \times \frac{1}{\sqrt{\pi \cdot 10^{-5} \times 10^6}} \times \exp\left(-\frac{0}{4 \cdot 10^{-5} \times 10^6}\right) = 16 \times 10^{-6} \times C_n \frac{\text{кг}}{\text{сут} \cdot \text{м}^2},$$

т.е. это такая величина, которую можно не принимать во внимание.

Таким образом, возможность загрязнения вышележащих водоносных горизонтов при соблюдении геологических и технологических регламентов работ в ближайшие сотни лет практически исключена.

Уровень загрязнения геологической среды оценивается наличием фоновых значений ЗВ в воде и донных отложениях, влияющих на режимы сбросов в море и водопользования, операции дампинга грунта и технологии дноуглубительных работ, что может привести к установлению весьма жестких нормативов природопользования и, в первую очередь, ПВД и ПДС, достижение которых сопряжено с существенными технологическими трудностями, а то и совсем окажется невозможным.

В соответствии с Постановлением Госкомсанэпиднадзора от 06.02.1992 г. на территории России действуют сочетания веществ, обладающих суммарным эффектом при совместном присутствии. Сумма отношений их концентраций C_i к ПДК_i не должна превышать единицы при расчете по формуле:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq K$$

По этой формуле можно установить пределы допустимого уровня загрязнения для ингредиентов, обладающих эффектом неполной суммации ($K < 1$), или эффектом потенцирования – взаимного усиления действия друг друга при совместном присутствии ($K < 1$).

Для водных объектов существуют две категории ПДК – санитарно-гигиенические и рыбохозяйственные. Первые применяются для водоемов и водотоков, из которых осуществляется забор воды для питьевых и хозяйственных нужд; вторые – для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, в том числе для морских акваторий.

В качестве геологического критерия загрязненности морских поверхностных вод применяется индекс загрязненности вод (ИЗВ), рассчитываемый по формуле:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^6 C_i / ПДК_i / 6$$

где C_i – средняя за год концентрация ЗВ. В состав показателей качества вод в обязательном порядке включают растворенный кислород и БПК₅. При равенстве концентраций остальных ингредиентов предпочтение отдается веществам, имеющим токсикологический признак вредности. Для комплексной оценки загрязнения водных объектов в качестве мониторингового критерия можно использовать суммарный показатель загрязнения, предложенный в работе Ю.Е. Сает с соавторами (1990), учитывающий загрязнение как воды, так и донных отложений:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}} - (n-1),$$

где C_i – концентрация ЗВ, C_{ϕ} – фоновая концентрация ЗВ, n – число учитываемых элементов. Суммарный показатель Q загрязнения допускается применять и для оценки загрязнения донных грунтов (табл. 6).

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} R_i$$

в которой: S_i – площадь ареала, S – площадь рассматриваемого района, R_i – ранг охраняемого вида. При оценке S_i необходимо исключить площади, попадающие в данный ареал.

Нефтяные разливы и распространение нефти в море имеют принципиально иной характер, отличающийся от суши. Наибольший ущерб нефтяные разливы приносят при загрязнении берегов, поэтому целесообразно оценивать угрозу поражения побережья по времени достижения берегов нефтяным пятном. При таком подходе возникает неопределенность в оценке времени, вызванная закрытым характером акватории Каспийского моря: при ветрах южного и юго-восточного румбов нефтяное пятно будет уходить в северную часть моря и далее – к западному берегу и дельте Волги.

Таблица 6
Мониторинг предельно допустимых концентраций веществ
в морских донных отложениях

Вещества	ПДК почвы с учетом фона (Кларк)мг	Показатели вредности			
		Трансло- кационный	Миграционный		Обще- санитарный
			Водный	Воздушный	
Подвижная форма					
Медь	3.0	3.5	72.0	—	3.0
Никель	4.0	6.7	14.0	—	4.0
Цинк	23.0	23.0	200	—	37.0
Кобальт	5.0	25.0	Более 1000	—	5.0
Валовое содержание					
Марганец	1500.0	3.500	1500.0	—	1500.0
Ванадий	150.0	170.0	350.0	—	150.0
Свинец	30.0	35.0	200.0	—	30.0
Хлористый калий	560.0	1000.0	560.0	1000.0	5000.0
Нитраты	130.0	180.0	130.0	—	225.0
Бенз(а)пирен	0.02	0.2	0.5	—	0.02
Бензин	0.1	—	—	0.1	—
Бензол	0.3	3.0	10.0	0.3	50.0
Толуол	0.3	0.3	100.0	0.3	50.0
Сероводород	0.4	160.0	140.0	0.4	160.0
Серная кислота	160.0	180.0	380.0	—	160.0

Нефтяные разливы из всех видов химического загрязнения при разработке нефтяных месторождений и транспортных операциях самые опасные по своим последствиям для морских и сухопутных экосистем. Борьба с нефтяным загрязнением и его последствиями требует больших затрат и не всегда эффективна.

Для закрытой акватории Каспия скорость дрейфа нефтяного пятна может быть оценена по дрейфовому коэффициенту (Кормак, 1989), значение которого колеблется в пределах 2–4 % от скорости ветра. Тогда среднее время достижения ближайших берегов находится по соотношению:

$$T_{cp} = \frac{1}{n} \sum \frac{L_i}{k W_{i, \max}},$$

где L_i – расстояние до берега, вдоль которого дует ветер, k – дрейфовый коэффициент, $W_{i, \max}$ – максимальная скорость ветра (по румбам), n – количество рабочих румбов. Для оценочных расчетов по данной формуле скорость ветра можно принять постоянной вдоль направления.

Циркуляция атмосферы обусловлена основными типами барических образований в атмосфере – циклонами и антициклонами, представляющими собой макротурбулентные вихри с горизонтальными размерами от сотен до тысяч километров (Зверев, 1977). Не меньшее значение для динамики атмосферы имеют атмосферные фронты – особые узкие переходные зоны между воздушными массами. От состояния атмосферы зависит величина механического воздействия на сооружения, пропорциональная квадрату скорости вет-

ра. От ветровой циркуляции зависит интенсивность переноса ЗВ в воздухе и опосредованно, через вызываемые ветром дрейфовые течения в водной среде. В большинстве случаев скорость ветра W аппроксимируется распределением Фреше (Рожков, 1979):

$$F(W) = \exp \left\{ -A \left(\frac{W}{W_{0.5}} \right)^{-\bar{y}} \right\},$$

где $A = \ln 2 = 0.693$, $W_{0.5}$ – медианное значение. Если ряды наблюдения короткие для построения надежных функций распределения или рассматриваемая территория покрыта сетью гидрометеорологических станций, данные наблюдений за ветром репрезентативны для исследуемых участков. Максимальные значения наблюдаемого ветра будут достаточными для сравнения, их можно взять в качестве геологического критерия.

Волнения, ветровые волны и зыбь оказывают механическое воздействие на подводную и надводную части сооружения, а также на размыв донных отложений вокруг основания геолого-технических установок (СНиП 2.06.04-82).

Недооценка этих факторов при проектировании и строительстве стационарных геолого-технических сооружений может привести к трагическим последствиям.

Так, в Мексиканском заливе с 1948 по 1973 г. произошло 25 крупных аварий стационарных буровых платформ, причиной 22 из них были волновые перегрузки. Такая же статистика наблюдается и в последние годы (Faullkner, 1977). Волнами размываются дно, особенно на прибрежных мелководьях, где возникает целый спектр волновых течений: энергетические, градиентные, разрывные, компенсационные и др. (Каплин и др., 1991). Волнами перемешиваются интенсивно морские воды, что содействует усиленному распространению загрязнений в водной среде.

Распределение средних высот волн h подчиняется распределению Вейбулла (Рожков, 1979):

$$F(h) = \exp \left\{ -A \left(\frac{h}{h_{0.5}} \right)^y \right\},$$

или логнормальному распределению:

$$F(z) = \frac{1}{\sigma_z \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z \exp \left[-\frac{(z - a_z)^2}{2\sigma_z^2} \right] dz,$$

где $z = \ln h$, $a = \ln h$ – среднее значение логарифмов высот волн, σ – среднее квадратическое отклонение логарифмов высот волн.

Геологическое влияние мелководья учитывается последовательным умножением средних высот волн на соответствующие коэффициенты.

Наличие опасностей, к которым, прежде всего, относятся затонувшие и затопленные корабли, остатки сооружений, районы свалки грунта и подводные скалы, повышают риск аварий плавсредств и ограничивают использование акваторий. В качестве геоэкологического показателя безопасности можно принять вероятность опасностей, а критерия – оценку этой вероятности. В «Практическом кораблевождении...» (1989) для ее вычисления рекомендуется приближенная формула:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i,$$

где P_i – вероятность беспрепятственного прохода i -й навигационной безопасности, расположенной на удалении D_i от линии пути корабля; n – общее количество навигационных опасностей. Вероятность одной навигационной опасности находится по формуле:

$$P_i = 1 - \exp\left(-\frac{D_i}{M_i}\right)^2,$$

где D_i – кратчайшее расстояние до i -й навигационной опасности, M_i – средняя квадратичная погрешность места в точке на линии пути, расположенной на кратчайшем расстоянии от i -й навигационной опасности. Величину M_i рассчитывают по формуле:

$$M_i = \sqrt{M_0^2 + (0.7K_c t)^2},$$

в которой M_0 – средняя квадратичная погрешность последней обсервации, мили; K – коэффициент точности счисления; t – интервал счисления от последней обсервации до данной точки, ч.

На основании выделенных геологических факторов и критериев их оценки возможна разработка Экспертной системы для ранжирования акваторий по степени влияния ограничений на объекты промышленной и транспортной инфраструктуры при освоении северного Российского сектора Каспийского моря (табл. 7).

Таким образом, геологический мониторинг морской окружающей среды проводится (табл. 7) в целях контроля за изменением параметров ОС. Под мониторингом понимается (Munn, 1973) система повторных наблюдений элементов окружающей природной среды в пространстве и времени, осуществляемых в определенных целях в соответствии с заранее подготовленной программой. Концепция геологического мониторинга (табл. 7) подразделяется на региональный и производственный.

Таблица 7

**Экспертная система геологических ограничений
морской нефтегазовой инфраструктуры**

Показатель	Критерий	Принцип оценивания
Близость ООПТ	Удельная сумма кратчайших расстояний от терминала	Наибольшая сумма – минимальный балл, наименьшая сумма – максимальный балл
Биологическая значимость акватории	Суммарная концентрация биогенных элементов	Наименьшая сумма – минимальный балл, наибольшая сумма – максимальный балл
Уровень загрязненности морских вод	Суммарная концентрация основных ЗВ	Наименьшая сумма – минимальный балл, наибольшая сумма – максимальный балл
Уровень загрязненности донных отложений	Суммарная концентрация основных ЗВ	Наименьшая сумма – минимальный балл, наибольшая сумма – максимальный балл
Нефтяное загрязнение при аварийных разливах	Сумма минимального времени достижения ближайших берегов	Наибольшая сумма – минимальный балл, наименьшая сумма – максимальный балл

Региональный охватывает определенную физико-географическую область и осуществляется государственными органами. Производственный мониторинг в обязательном порядке осуществляется на каждом промышленном предприятии, в том числе на промыслах и объектах морской транспортной инфраструктуры (табл. 8).

Таблица 8

Комплекс морского геологического мониторинга поисков, разведки, добычи и транспортировки нефти и газа

Геоэкологические	Особо охраняемые зоны и территории	Ранг	Удельная площадь. Отношение средневзвешенного расстояния до входящих в зону объектов	Все стадии	При объекте на территории заповедника или национального парка данный вариант исключается из рассмотрения ввиду невозможности реализации проекта
	Водоохранные зоны. Уровень загрязнения ОС	Ранг ПДК	Средний ранг охранных зон: Атмосфера – ИЗА. Поверхностные воды – ИЗВ, суммарный показатель загрязнения. Суммарная концентрация биогенных элементов. ФИЗ ДОН ОИ	ФИЗ ДОН ДОН, ОИ Все стадии	Для атмосферного воздуха в качестве показателя может быть использован ПДК, в качестве критерия – его знание
Гидрометеорологические	Зоны повышенной биопродуктивности и места обитания охраняемых видов флоры и фауны	Для моря – концентрация биогенных элементов Ареал распространения охраняемых видов			
	Нефтяные разливы Циркуляция атмосферы Термический режим Туманы Опасные гидрометеорологические явления Циркуляция вод Волнение	Модуль скорости ветра Температура воздуха. Число дней с туманом за год Среднее число дней в году Модуль скорости суммарного течения Средняя высота волн Размах колебаний	Сумма нормированных площадей Среднее время достижения ближайших берегов. Климатические. Скорость ветра, средняя минимальная температура за год. Наибольшее число дней с туманом за год. Сумма дней с опасными гидрометеорологическими явлениями по всем наблюдаемым элементам. Средняя высота волны Максимальный размах	Все стадии	

			балл		
Сейсмологические	Ледовые условия	Модуль скорости дрейфа льда Торосистость ледяных полей	Оценка глубины залегания. Среднегодовая температура. Ранг устойчивости. Ранг зоны деформации	Все стадии	С учетом ранга охраняемых видов. Проливы и воды, пространственный масштаб загрязнения
Геологические	Магнитуда землетрясений ММП	Балл Температура почв и грунтов, по стволу скважины Тип берегов Устойчивость морского дна к размыву. Технические и технологические параметры		Все стадии	При невозможности получения этих величин берется максимальная скорость ветра на ближайших метеорологических станциях
Военно-политические	Устойчивость донного разреза. Литология донных отложений. Динамика наносов. Газовые проявления. Особенности палеорельефа. Состав бурового шлама. Состав бурового раствора. Состояние скважинных колонн. Состояние цементного кольца. Состояние трубопроводов и инфраструктуры. Экономические зоны, государственные территории и элементы	Бинарный ранг, равный единице при пересечении режимного района и нулю – при отсутствии таких районов вдоль трасс Длительность навигации без применения Ледоколов. Глубина, при которой начинается снижение мореходности судна. Полная вероятность прохода опасности	Относительная протяженность трасс, проходящих по территории (акватории) режимных районов Количество дней, когда море свободно ото льда Длина трассы, где имеет место влияние глубин. Оценка вероятности	Все стадии	в качестве критерия используется средневзвешенный ранг При попадании хотя бы одного стационарного объектов в районы, где запрещены работы, связанные с касанием дна и дноуглубительные работы, данный вариант исключается из рассмотрения ввиду невозможности проекта. Расчет глубин производится для каждого типа буровой установки и вспомогательного суд
Навигационные	Наличие ледяного покрова Распределение глубин Наличие опасностей			Все стадии	

Работа выполнена в рамках государственного контракта № П 353 от 30.07.2009 г. на выполнение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд.

Библиографический список

1. *Бухгалтер Э. Б.* Квалификационная утилизация отходов – проблемы и тенденция / Э. Б. Бухгалтер // Транспорт и подземное хранение газов. – М. : ИРЦ Газпром, 2007. – 81 с.
2. *Серебряков А. О.* Геологическое строение, инженерно-геологические свойства и нефтегазоносность донных пород-грунтов Каспийского моря / А. О. Серебряков, О. А. Серебрякова. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2010. – 126 с.
3. *Серебрякова О. А.* Геологическое строение донного покровного чехла Каспийского моря / О. А. Серебрякова // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2010. – С. 92–98.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Х.М. Исламов, аспирант

*Казахский научно-исследовательский
геологоразведочный нефтяной институт (КазНИГРИ), г. Атырау,
тел.: (7122) 27-13-70*108; e-mail: burenie@kaznigri.kz*

Рецензент: Алыков Н.М.

Использование ряда реагентов, применяющихся при бурении скважин в сложных горно-геологических условиях Прикаспия, позволило снизить токсичность растворов.

Application of some reagents, used for well drilling under difficult mining-and-geological conditions of the Precaspian area, has allowed to lower toxicity of solutions.

Ключевые слова: буровой раствор, химический реагент, порода, скважины, шлам.

Key words: drilling fluids, chemicals, rock, wells, slime.

Развитие технологии строительства скважин предъявляет новые требования к буровым растворам (БР), для реализации которых требуется решение ряда проблем, связанных с бурением в сложных горно-геологических условиях (высокие температуры, солевая агрессия, неоднородность свойств разбухающих пород и т.д.), а также необходимость разработки и применения простых и эффективных систем БР для массового бурения. Одной из важнейших функций бурового раствора является удаление шлама с забоя и вынос его на дневную поверхность.

Наращивание объемов буровых работ привело к интенсивному отрицательному воздействию на окружающую среду, как следствие – к необходимости скорейшей разработки новых типов малоопасных химических реагентов для обработки БР.