



УДК 502 : 622.24.002.2

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН

Клейменова И.Е.

*Общество с ограниченной ответственностью «Волго-Уральский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа» (ООО «ВолгоУралНИПИГаз»), Оренбург,  
e-mail: IKleimenova@yunipigaz.ru*

Представлен практический пример оценки экологического риска при строительстве поисково-разведочных скважин в сложных геоэкологических условиях. Рассмотрены гипотетические аварии с максимальными объемами взрывопожароопасных веществ. Уровень экологического риска определялся с учетом устойчивости природных экосистем. Определены последствия для окружающей среды при авариях и риск нанесения экологического ущерба.

**Ключевые слова:** экологический риск, скважина, авария, окружающая среда

## ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT FOR THE CONSTRUCTION OF WELLS

Kleimenova I.E.

*Limited Liability Company «Volgo-Ural scientific research and project institute of oil and gas»  
(ООО «VolgoUralNIPIGaz»), Orenburg, e-mail: IKleimenova@yunipigaz.ru*

The practical example of ecological risk assessment during construction of exploration wells in difficult geo-ecological conditions is presented. Hypothetical accidents with maximum volumes of fire and explosion dangerous substances are considered. Level of ecological risk was determined taking into account the stability of natural ecosystems. Environmental impact in case of accidents and risk of ecological damage infliction were determined

**Keywords:** ecological risk, well, accident, environment

Современный нефтегазодобывающий комплекс представляет собой сложную систему взаимосвязанных производств, в которых технологические процессы характеризуются наличием легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих газов, а также высоких давлений и температур. Эта особенность обуславливает потенциальную опасность этих производств для персонала, населения, окружающей природной среды при их штатном функционировании и, особенно, при авариях на этих объектах.

Основными потенциальными источниками опасности на месторождении являются эксплуатационные скважины, установки подготовки углеводородного сырья, системы промысловых продуктопроводов, водоводов, компрессорных и насосных станций. Остановимся на характеристике таких потенциально опасных в экологическом отношении объектов, которыми являются скважины, так как при возникновении аварии они способны оказать негативные воздействия на все компоненты окружающей среды.

Наиболее опасной ситуацией, которую необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации скважин, является открытое фонтанирование, сопровождающееся выбросами в атмосферу углеводородов с возможным возгоранием и загазованностью территории. Основными поражающими факторами, вредными для окружающей среды, являются тепловое

воздействие на окружающее пространство, воспламенение горючих природных объектов, распространение токсичных веществ во всех средах.

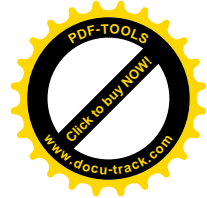
Оценка экологического риска является составной частью решения задачи обеспечения экологической безопасности опасных производственных объектов, которая способствует предупреждению и предотвращению аварийных ситуаций, в результате которых может быть нанесен ущерб окружающей природной среде, здоровью и жизни людей, нарушены условия нормальной жизнедеятельности территорий.

**Цель исследования** – оценка экологического риска при строительстве скважин в сложных геоэкологических условиях узбекской части Аральского моря.

### Материалы и методы исследования

Проектируемые скважины СП «Aral Sea Operating Company» ООО закладываются с целью выявления промышленных скоплений углеводородных флюидов в разрезе юрских отложений и предварительной оценки нефтегазоносности верхнепалеозойских отложений.

При выполнении оценки экологического риска при строительстве скважин на газ и конденсат в узбекской части Аральского моря рассмотрены максимальные гипотетические аварии, сопровождающиеся образованием максимальных объемов взрывопожароопасных веществ и приводящие к наибольшему ущербу. Для газоконденсатных скважин – открытое фонтанирование скважины для емкостного оборудования буровой площадки – полное разрушение (разгерметизация).



При анализе экологического риска требуется обоснование множественных критериев негативного воздействия объектов на различные элементы экосистемы с учетом сложных и долговременных связей между ними. Эта задача отличается крайней сложностью и на современном уровне знаний не всегда имеет однозначное решение.

Качественно оценку экологического риска при аварийных ситуациях можно свести к двум её основным аспектам [1]:

- определение качественного и количественного состава и динамики поступления опасных веществ, выбрасываемых при аварийности объекта в атмосферу или иную природную среду, а также специфику их дальнейших физико-химических трансформаций и конечные продукты этих превращений;

- установление критериев устойчивости ландшафтов и уровней критических нагрузок на отдельные компоненты природной среды и экосистемы в целом с учетом уже имеющегося фоновое состояние.

### Результаты исследований и их обсуждение

Экологический риск – количественная характеристика экологической опасности объекта, оцениваемая произведением вероятности/частоты возникновения на объекте аварии и ущерба, причиняемого природной среде этой аварией, и ее непосредственными последствиями.

В табл. 1 представлены значения ожидаемой частоты возникновения опасных

последствий, принятые с учетом «дерева событий» для каждого вида аварий и отраслевой статистики о возникновении иницирующего события.

**Таблица 1**

Ожидаемая частота возникновения аварийных ситуаций на скважине

Сценарий аварийной ситуации	Частота аварии, случаев/год
Фонтанирование газовой скважины без возгорания (1 ч)	1,81E-04
Фонтанирование газовой скважины с возгоранием от 3 до 7 сут	1,85E-05
Пожар пролива при разрушении емкостей ГСМ 50 м <sup>3</sup> и 60 м <sup>3</sup>	2,76E-06
Пролив без возгорания при разрушении емкостей ГСМ 50 м <sup>3</sup> и 60 м <sup>3</sup>	6,73E-06
Взрыв топливно-воздушной смеси (ТВС) при разрушении емкостей ГСМ 50 м <sup>3</sup> и 60 м <sup>3</sup>	3,46E-07

Для определения последствий возможных аварийных ситуаций при строительстве скважины проведены расчеты, характеризующие эти последствия (табл. 2).

**Таблица 2**

Последствия для окружающей среды при аварии на скважине

Сценарий аварийной ситуации	Кол-во ВВ, выбрасываемых в атмосферу, т	Кол-во загрязненного грунта, т	Ущерб ОПС, усл. ед.	Риск нанесения экологического ущерба, усл. ед./год
Фонтанирование газовой скважины без возгорания (1 ч)	21,74	-	0,170	3,08E-05
Фонтанирование газовой скважины с возгоранием до 3/7 сут	38,14/88,98	-	23,45/54,72	4,3E-04/1,0E-03
Пожар пролива при разрушении емкостей ГСМ 50/60 м <sup>3</sup>	0,32/0,39	116,62/139,94	2104,17/2522	5,8E-03/7,0E-03
Пролив без возгорания при разрушении емкостей ГСМ 50/60 м <sup>3</sup>	34,4/41,28	114,62/137,57	2112,0/2531,4	1,4E-02/1,7E-02
Взрыв ТВС при разрушении емкостей ГСМ 50/60 м <sup>3</sup>	0,08/0,096	35,50/38,944	995,2/1176,8	3,4E-04/4,1E-04

Для оценки дополнительных факторов, уточняющих экологическую опасность строительства скважины, были использованы модельные оценки распространения загрязнителей в атмосферном воздухе.

Для 2-х вариантов аварийных ситуаций проведена оценка размеров зон превышений ПДК загрязняющих веществ: вариант 1 – аварийная ситуация, связанная с фонтанированием газовой скважины с возгоранием; вариант 2 – аварийная ситуация, связанная

с пожаром разлива на резервуаре с дизельным топливом.

Расчеты размеров зоны превышений ПДК проведены по ОНД-86 [2] с помощью программы «Эколог» (версия 3.0). Результаты расчетов показали, что при возникновении аварийной ситуации, связанной с фонтанированием скважины с возгоранием, наиболее сильным загрязнителем будет являться диоксид азота. Зона превышений ПДК по диоксиду азота составит 5,9 км.



При возникновении аварийной ситуации, связанной с пожаром разлива на резервуаре с дизельным топливом, наиболее сильным загрязнителем будет являться группа веществ, обладающих эффектом суммации: сероводород и формальдегид. Зона превышений ПДК по группе суммации составит 7,6 км.

Переходя ко второму аспекту, уровень экологического риска предлагается оценивать по трехбалльной системе. При этом выделяют 1-й уровень риска – низкий, 2-й – средний и 3-й уровень – высокий риск (табл. 3).

**Таблица 3**  
Балльная оценка риска нанесения ущерба окружающей среде

Балл – уровень риска	Характеристика негативного воздействия	Последствия негативного воздействия
1 – низкий	Содержание токсичных веществ более допустимых	Снижение биопродуктивности экосистем на 25%
2 – средний	Процессы деградационно-изменения экосистем трудно обратимы	Снижение биопродуктивности экосистем на 25–50%
3 – высокий	Практически необратимая деградация экосистем	Снижение биопродуктивности экосистем превышает 50%

Возможность деградации природных экосистем при воздействии загрязняющих веществ определяется их устойчивостью к данному виду воздействия. Чем выше устойчивость природных экосистем и их компонентов к токсическому действию поллютантов, тем ниже уязвимость и экологический риск.

Определение устойчивости экосистем к углеводородному загрязнению учитывает особенности устойчивости различных растений к различным дозам углеводородов, их миграцию в различных почвенно-грунтовых условиях и наличие геохимических барьеров.

Факторы экологического риска при строительстве скважин можно разделить на две основные группы: фоновые и сопряженные с антропогенным воздействием. Фоновые (природные) факторы являются компонентами природных комплексов, которые определяют последствия каких-либо воздействий.

Обычно рассматривают устойчивость природных экосистем к двум основным

факторам воздействия: механическому нарушению среды и нефтяному (углеводородному) загрязнению.

При механическом нарушении экосистем трансформации подвергаются не только почва и растительность, но и животный мир. Последствия механической трансформации экосистем сводятся к нарушению напочвенных покровов, изменению рельефа и растительного покрова, морфологическому преобразованию почв, изменению влажности почво-грунтов, преобразованию исходных геохимических процессов.

Антропогенная нагрузка в пределах рассматриваемой территории, по данным первичного экоаудита и мониторинга сейсморазведочных работ, распределена неравномерно. На территории полуострова Возрождения узбекской части Аральского моря отмечаются экосистемы от неустойчивых до малоустойчивых [3, 4]. Наиболее трансформированные экосистемы соответственно наиболее чувствительны к негативному воздействию при аварийных сбросах и разливах углеводородов (рисунок).

Представленные характеристики экосистем учтены при определении уровня экологического риска. Также определяющим для оценки уровня экологического риска в данном случае является то, что период строительства скважины достаточно кратковременен, а однородность производимых операций и их сосредоточенность в площади отвода предполагают их безотносительность к экосистемам.

Все факторы экологического риска можно дифференцировать и оценить следующим образом:

– возможный выход продуктов разлива углеводородов за площадку буровой, связанный с частичным нарушением экосистем. Тяжесть последствий для экосистем в этом случае является обратно пропорциональной их устойчивости к механическим повреждениям. В пределах площадки буровой уровень экологического риска оценивается как 3-й – высокий. Объемы жидких углеводородов, которые могут быть выброшены за пределы площадки буровой, невелики (см. табл. 2), что определяет 1-й – низкий уровень экологического риска;

– загрязнение атмосферного воздуха при аварийных ситуациях, судя по прогнозируемой массе выбросов (см. табл. 2) не приведет к ликвидации экосистем, но способно ухудшить их состояние. Однако выполненные расчеты рассеивания загрязнителей в атмосферном воздухе в существующих природно-климатических условиях (хорошие условия рассеивания) показали, что распространение загрязнения в воздухе будет ограничено рас-



стоянием до 7,6 км, внутри этой зоны уровень экологического риска оценивается как 2-й – средний. В целом можно предполагать, что сколь-нибудь масштабного нарушения экосистем не произойдет;

– шумовое воздействие при фонтанировании скважины воздействует исключи-

тельно на животный мир, что приведет к временному обеднению фауны (примерно на 50 %), которая после ликвидации последствий аварий восстановится. Это позволяет также определить уровень экологического риска, обусловленного данным фактором как 1-й – низкий.

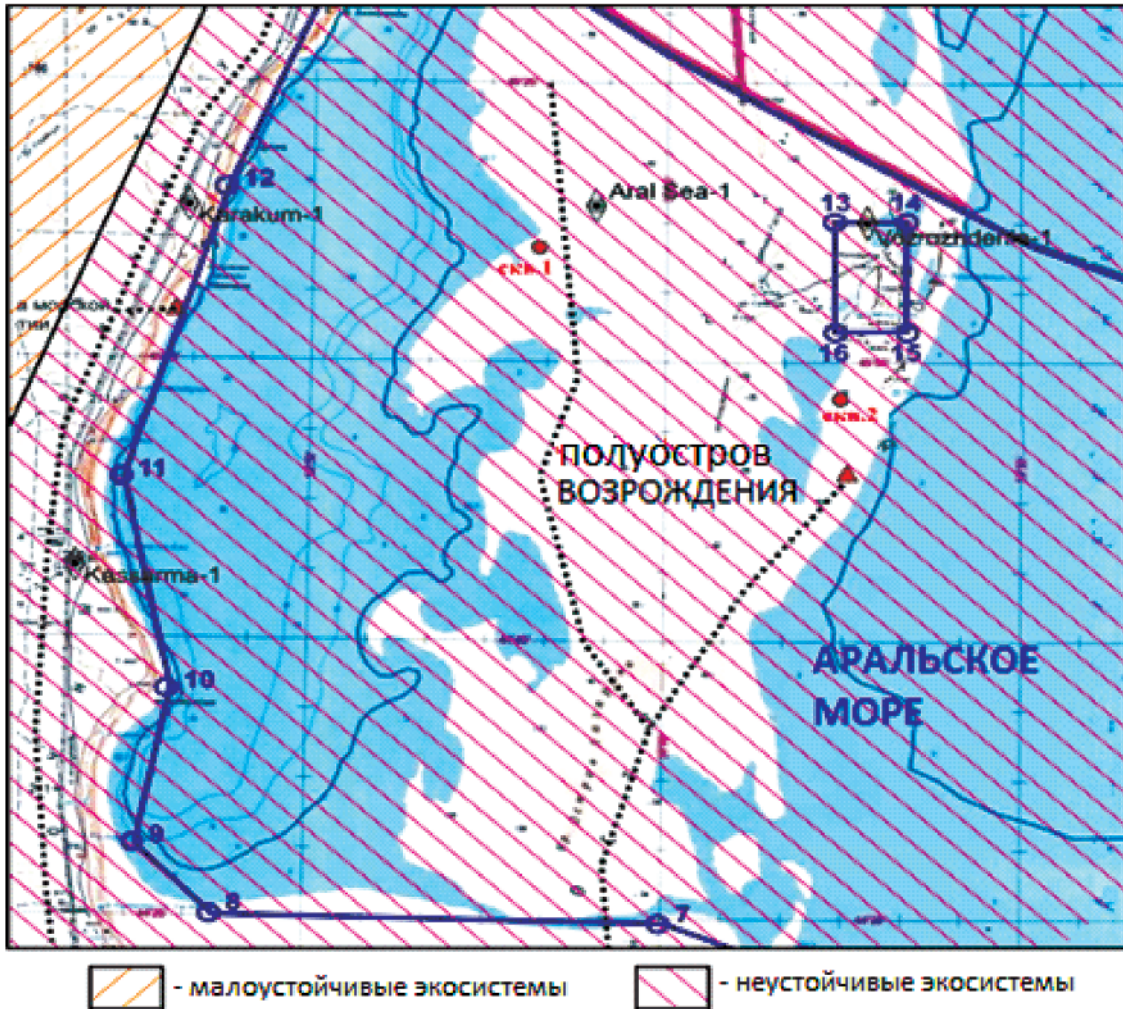


Схема размещения проектируемых скважин

Согласно представленным выше результатам, наиболее частой причиной аварий при строительстве скважин является фонтанирование скважины без возгорания, при этом экологический ущерб в денежном эквиваленте невелик. Наибольший экологический ущерб в денежном выражении может быть причинен при разрушении емкостей с углеводородами, при среднем уровне ожидаемой частоты такого события.

На рассматриваемой территории определены экосистемы от неустойчивых до малоустойчивых. Поэтому, учитывая, что поисково-разведочные скважины характеризуются неопределенностью состава пластовой смеси, сложно прогнозируемым

потенциальным дебитом, рассматриваемые аварийные ситуации на скважине в пределах зоны воздействия можно отнести к авариям с высоким экологическим риском.

С целью снижения уровня экологического риска в целом для территории поисково-разведочного бурения необходимо исключить размещение скважин в непосредственной близости друг от друга, тем самым исключить условия слияния и перекрытия потенциальных зон негативного воздействия. Это позволит локализовать поврежденные участки, создать условия к самовосстановлению нарушенных экосистем.

Приведенные выше исследования и рекомендации переданы СП «Aral Sea



Operating Company» ООО и используются ими при проведении поисково-разведочных работ на данной территории.

### Выводы

Уровень экологического риска в значительной степени определяют природные факторы и фоновое состояние окружающей среды, от которых зависят последствия негативных воздействий для экосистемы, в т.ч. и от аварийных ситуаций.

Научно-обоснованные критерии устойчивости природных экосистем позволяют на стадии выбора мест размещения проектируемого опасного объекта объективно оценить риск нанесения экологического ущерба, разработать эффективные меры по предупреждению и предотвращению аварийных ситуаций, создать условия повышения устойчивости затрагиваемых экосистем.

### Список литературы

1. Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на чело-

века и окружающую среду, при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородного сырья с целью повышения их надежности и безопасности / В.С. Сафонов, Т.Э. Одишария и др. – М.: РАО «Газпром», 1996. – 207 с.

2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 94 с.

3. Экологический аудит (определение текущего состояния окружающей среды) в пределах узбекской части Аральского моря // ГК РУз по охране природы. – Ташкент: ГосСИАК (АНИДИ), 2007. – 395 с.

4. Информационный отчет по экологическому мониторингу за состоянием окружающей природной среды при проведении сейсморазведочных работ 2D в пределах узбекской части Аральского моря // ГК РУз по охране природы. – Ташкент: ГосСИАК (АНИДИ), 2008. – 412 с.

### Рецензенты:

Кушнарченко В.М., д.т.н., профессор, Оренбургский государственный университет, г. Оренбург;

Горонович С.Н., д.т.н., член правления Оренбургской областной общественной организации «Научно-техническое общество нефтяников и газовиков имени И.М. Губкина», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 28.04.2011.