

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ENVIRONMENTAL RISKS RELATED TO OPERATION OF OIL FIELDS

Поварова Лариса Валерьевна

кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный
технологический университет
larispv08@gmail.com

Аннотация. В целях управления экологической безопасностью для выполнения задач, сформулированных в Законе РФ «Об основных принципах (стратегии) и государственной экологической политике на период до 2020 года», проблема оценки техногенного воздействия становится всё более актуальной. Работы многих авторов создали методологические и теоретические предпосылки дальнейшего развития оценки и моделирования экологических рисков с учётом техногенного загрязнения атмосферы для управления экологической безопасностью. Вместе с тем, возникает необходимость дальнейшего совершенствования механизмов управления эколого-экономической безопасностью техногенно нагруженных регионов, промышленных центров и городов. Целью статьи является анализ современных методов оценки экологических рисков, связанных с эксплуатацией нефтяных месторождений.

Ключевые слова: экологические риски, связанные с эксплуатацией нефтяных месторождений; потенциальный экологический риск; реальный экологический риск; количественные показатели риска; оценка экологических рисков; факторы экологического риска; экономическая оценка экологического риска.

Povarova Larisa Valeryevna

Candidate of chemical sciences,
Associate professor,
Associate professor
of chemistry department,
Kuban state technological university
larispv08@gmail.com

Annotation. In order to manage environmental safety in order to fulfill the tasks set forth in the Russian Federation Law «On Basic Principles (Strategy) and State Environmental Policy for the Period to 2020», the problem of assessing the man-made impact is becoming more urgent. The work of many authors created methodological and theoretical prerequisites for the further development of assessment and modeling of environmental risks, taking into account the technogenic pollution of the atmosphere for the management of environmental safety. At the same time, there is a need to further improve the mechanisms for managing the environmental and economic security of technologically stressed regions, industrial centers and cities. The purpose of the article is to analyze modern methods for assessing environmental risks associated with the exploitation of oil fields.

Keywords: environmental risks related to operation of oil fields; potential environmental risk; real environmental risk; quantitative indicators of risk; environmental risk assessment; environmental risk factors; economic assessment of environmental risk.

Экологические риски, связанные с эксплуатацией нефтяных месторождений

Под экологическим риском понимается вероятность неблагоприятных для окружающей среды последствий любых изменений природных объектов и факторов. Риск рассматривается как вероятность возникновения чрезвычайных событий в определённый промежуток времени, выраженная количественными параметрами. Чаще рассматривается техногенный аспект экологического риска – вероятность возникновения техногенных аварий, которые могут нанести существенный вред окружающей среде или здоровью людей. Одни риски конкретные, другие не могут быть конкретно определены. Существуют профессиональные риски – опасность профессиональных заболеваний.

Экологический риск часто рассматривают в двух аспектах – потенциальный риск и реальный риск. Потенциальный экологический риск – это явление опасности нарушения отношений живых организмов с окружающей средой в результате действия природных или антропогенных факторов. Реальный экологический риск образуется потенциальным с учётом вероятной частоты его реализации. По характеру проявления экологический риск может быть внезапным (техногенная авария, землетрясение и т.п.) и медленным (смещение, подтопления, эрозия и т.д.).

Оценка риска – это анализ причин его возникновения и масштабов проявления в конкретной ситуации. Опасность возникновения техногенных аварий, значительных по своим последствиям, больше связывают с химическими и нефтехимическими предприятиями, атомными и тепловыми электростанциями, шахтами, канализационными

сооружениями. Вероятность возникновения техногенных аварий в значительной степени определяется эффективностью природоохранной деятельности. Отечественные эксперты считают, что для России риск возникновения экологических аварий напрямую зависит от трёх групп факторов и описывается регрессионным уравнением:

$$R = 6,77 - 0,56 \cdot X_1 - 0,43 \cdot X_2 - 0,27 \cdot X_3,$$

где X_1 – эффективность экологической политики местных органов власти; X_2 – капитальные вложения в ресурсосберегающее и природоохранное оборудование; X_3 – эффективность реализации экологических государственных программ.

В свою очередь, действенность такой политики (X_1) обуславливается, прежде всего, принятием местными Советами эффективных нормативных решений, регулирующих вопросы охраны окружающей среды. В группе факторов X_2 ведущая роль принадлежит обеспечению экономического стимулирования экологических мероприятий.

Экологические риски при бурении скважин. Опыт работы крупных оффшорных проектов по добычи нефти и газа показывает, что данный вид деятельности сопровождается большим количеством выбросов: в атмосферу, морскую среду и т.д. Даже после прекращения добычи нефти или газа на месторождении, экологические риски по-прежнему остаются.

Бурение скважин начинается уже на этапе геолого-геофизических изысканий в тех районах, где сейсмические съемки указывают на наличие нефтегазоносных структур. Практически все этапы и операции разведки и добычи углеводородов сопровождаются сбросом жидких и твёрдых отходов. Объёмы этих сбросов достигают 5000 м³ на каждую пройденную скважину в виде отработанных буровых растворов и шламов, представляющих собой выбуренные в скважине горные породы.

В жидкие отходы входит огромное число токсичных примесей, необходимых для слаженной работы бурового оборудования, тяжёлых металлов, которые накапливаются из выработок горных пород, а также глинистых взвесей, повышающих мутность воды в местах сброса. Большую опасность представляет использование буровых растворов на нефтяной основе. Шламы, пропитанные таким раствором, являются главным источником нефтяного загрязнения при буровых работах.

Другим значимым источником загрязнения является сброс пластовых вод, поступающих из скважин. Их состав отличается не только высоким содержанием нефтяных углеводородов, тяжёлых металлов, но и аномальной минерализацией, которая обычно выше солёности морской воды. Это может быть причиной нарушения гидрохимического режима в районе сброса пластовых вод. Кроме того, в их составе присутствуют природные радионуклиды, которые при контакте с морской водой выпадают в осадок и образуют локальные микроскопления. Чем дольше месторождение эксплуатируется, тем больше пластовой воды образуется. Пластовая вода может быть возвращена в море с или без предварительной очистки, или закачана обратно в естественные резервуары (скважины).

Согласно российскому законодательству отработанный буровой раствор и другие отходы должны накапливаться и транспортироваться для последующей обработки или же проходить специальную очистку перед сбросом за борт. Зачастую же эти меры предосторожности обходят стороной. В настоящее время отсутствуют эффективные технологии переработки нефтепродуктов, а специализированные хранилища – переполнены.

Локальное воздействие отходов одной скважины отмечается в радиусе 3–5 км, но если количество скважин достаточно велико, то их негативное влияние может «накрыть» целую рыбопромысловую банку. Например, по данным Норвежского института морских исследований, скудность экосистемы Северного моря является результатом нефтегазовой деятельности.

Аварийные разливы нефти. Разработка нефтегазовых месторождений, также как и транспортировка углеводородного сырья, сопровождается аварийными разливами нефти или химических веществ. К наиболее частым причинам аварий относятся выход оборудования из строя, ошибки персонала и экстремальные природные условия. Экологические последствия аварийных выбросов приобретают особенно тяжёлый характер, когда происходят вблизи берегов или в районах с замедленным водообменом.

Аварии при буровых работах представляют собой неожиданные залповые выбросы жидких и газообразных углеводородов из скважины в процессе бурения при вскрытии зон с аномально высоким пластовым давлением. В редких случаях при очень больших перепадах давления авария будет иметь длительный катастрофический характер, и для остановки выбросов придется бурить наклонные скважины.

Другая группа аварий включает регулярные «нормальные» выбросы, которые можно остановить в течение нескольких часов без дополнительного бурения. Опасность таких выбросов заключается как раз в их регулярности, приводящей, в конечном счёте, к хроническому воздействию на морскую среду.

Разовые или систематические разливы нефти могут привести к серьёзным нарушениям функционирования морской экосистемы:

- ухудшение химического состава воды и её физических показателей (прозрачность, температура и т.д.);
- гибель живых организмов в результате попадания нефтепродуктов на поверхностные слой кожи и оперение;
- вынужденное изменение маршрутов миграции, линьки, гнездования и нереста и т.д.

Выбросы в атмосферу. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу всегда сопровождают любые нефтяные промыслы. Наиболее распространённым источником таких выбросов являются сжигание попутного газа и избыточных количеств углеводородов в ходе опробования и эксплуатации скважин.

По некоторым оценкам, до 30 % сжигаемых в факелах углеводородов выбрасывается в атмосферу и затем выпадает на морскую поверхность, образуя относительно неустойчивые тонкие плёнки вокруг буровых платформ. Выбросы «парниковых» газов. Нефтегазовая деятельность вносит значительный вклад в процесс изменения климата посредством выброса большого количества таких «парниковых» газов, как CO_2 и CH_4 . Основное количество данных выбросов происходит в результате сжигания нефти или газа для производства энергии, необходимой для функционирования уставленной на месторождении добычной платформы, а также при сжигании попутного газа.

Выбросы NO_x образуются при сжигании попутного газа и газа в турбинах, необходимых для получения энергии. Влияние данного вида выбросов локально, однако может нанести серьёзный экологический ущерб береговым экосистемам, так как большое содержание данного вещества в атмосфере может привести к «кислотным дождям».

Выбросы nmVOC (летучие органические углеводы неметанового ряда) образуются в результате испарения сырой нефти при её хранении или перегрузке на терминалы. Когда nmVOC вступают в реакцию с NO_x под воздействием солнца, образуется озон. Высокие концентрации озона в приземном слое могут нанести вред здоровью людей, растительности, строениям.

Оценка экологических рисков, связанных с эксплуатацией нефтяных месторождений, и их предотвращение

Развитая промышленность и инфраструктура, увеличение количества автотранспорта, размещение большого количества промышленных объектов на небольшой территории приводит к повышенной техногенной нагрузке на окружающую среду, вызывая её изменение и преобразование.

Формирование экономического механизма природопользования предусматривает учёт последствий от возможных эколого-экономических рисков, возникновение которых инициируют процессы антропогенной деятельности. Для оценки техногенной нагрузки нами предложена концепция порогового воздействия техногенных объектов на компоненты природной среды. Оценка техногенной нагрузки в общем виде включает процесс идентификации, оценки и прогнозирования негативного воздействия на окружающую среду и/или здоровье людей в результате функционирования промышленных и других производств и объектов, которые могут представлять опасность для населения и окружающей среды после достижения определённой величины, которую можно назвать «порогом техногенной нагрузки».

Оценка риска является инструментом управления экологической безопасностью. Экологическая оценка риска определяется как процесс, который оценивает вероятность проявления неблагоприятных экологических последствий, которые вызыва-

ют стресс и, в конце концов, деградацию экосистем или ухудшение показателей здоровья населения в районах с повышенной техногенной нагрузкой. Процедуру проведения анализа экологического риска, который обусловлен загрязнением окружающей среды, можно разбить на два этапа: оценка риска и управление риском. Обобщённая оценка риска включает идентификацию факторов опасности и определения степени данного негативного воздействия по уровню эффектов на здоровье человека и на состояние окружающей среды. При управлении риском решаются задачи регулирования эффектов воздействия на человека и окружающую среду, экономический блок которых базируется на анализе эффективности мероприятий по уменьшению величины эффектов до определённого уровня.

В зависимости от цели и масштаба работы, данных и средств можно выполнить отдельные этапы (скрининговый анализ) или полный комплекс оценки риска. Например, в случае необходимости определения размеров опасности, создаваемой одним или несколькими вредными факторами окружающей среды, применяется оценка риска, обусловленного действием этих факторов. Если стоит задача выбора технических решений различной стоимости, позволяющих снизить риск от выбросов любого источника, необходимо использовать экономические подходы риск-менеджмента. Сравнительный анализ риска ориентирует пользователей, как в условиях ограниченности средств выбрать приоритетную и более простую для решения проблему из всех возможных.

Оценка и анализ экологических рисков вследствие постоянной техногенной нагрузки или аварийных ситуаций, имеющих негативные экологические и экономические последствия, позволяют оценить количественные показатели риска в виде:

- 1) ущерба природным экосистемам;
- 2) экономических потерь в виде ускоренного износа агрегатов, сооружений, установок;
- 3) социально-экономического ущерба здоровью населения, вызванного повышенным загрязнением окружающей среды;
- 4) дополнительных расходов на ликвидацию последствий аварий и катастроф.

Количественное значение используемых экономических критериев зависит от факторов экологического риска. В целом экономическая оценка экологического риска проводится на основе расчёта ущерба и выгоды от потенциальных или реальных изменений состояния окружающей среды вследствие техногенной нагрузки. Данная оценка базируется на анализе двух основных аспектов – состояния реципиентов воздействия и характеристики техногенного воздействия.

Под экономическим ущербом от нарушения среды следует понимать стоимостное выражение фактических и возможных потерь, которые нанесены экономическим субъектам в результате экодеструктивного воздействия.

Разные страны в зависимости от национальных особенностей, имеющих ресурсы и других факторов проводят оценку эколого-экономических рисков с помощью различных механизмов. Например, в Нидерландах, США и ряде других стран используется принцип, суть которого заключается в том, что в регионе устанавливается общая допустимая норма выбросов того или иного загрязняющего вещества. В рамках такой нормы должно быть урегулировано распределение общего допустимого объёма выброса между предприятиями, а также распределение объёма выброса каждого предприятия между отдельными источниками загрязнения. Концепция экологического риска связывает прирост расходов на охрану окружающей среды с ожидаемой величиной снижения потерь, которые определяются не по установленному нормативу выброса, а по уровню риска, который вызван постоянным наличием загрязнителя в окружающей среде, и соответствующего экономического ущерба. При этом за основной показатель потерь берётся здоровье человека, т.е. критерием чистоты окружающей среды являются не нормативные уровни содержания загрязнений, а отсутствие заболеваний, вызванных экологическими факторами.

Преимуществом в расчёте экономической оценки ущерба окружающей среде на основе теории экологического риска по сравнению с нормативным подходом является стремление получить максимальный эффект за счёт более полного (комплексного) учёта потерь от загрязнения окружающей среды, приведённых к одному реципиенту-человеку или экосистеме, и выбора рациональной структуры вложения ресурсов в деятельность по его охране и восстановлению.

Наиболее эффективными являются оценки риска на стадии проектирования и размещения опасного объекта, при обосновании и оптимизации мер безопасности, при анализе опасностей возможных аварий для людей, природной среды и имущества.

Как количественный показатель риска целесообразно использовать показатель, который одновременно учитывает две характеристики неблагоприятного события – вероятность его наступления и величину нанесённого им ущерба. Математическая модель экологического риска, которая описывается с помощью экономического механизма, в общем виде представлена как:

$$EcoRisk = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q P_{ij}(R) \cdot E_{ijk} ,$$

где $EcoRisk$ – экологический риск, обусловленный техногенным воздействием, руб./ч; n – количество потенциальных техногенных факторов (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сброс в водные объекты, загрязнение почв, размещение токсичных отходов и т.д.); m – количество зон экологического риска; q – степень нарушенности экосистемы или степень ухудшения показателей здоровья населения в техногенно нагруженном регионе; $P_{ij}(R)$ – потенциальный риск возникновения экологической опасности вследствие техногенного воздействия для реципиента R ; E_{ijk} – эколого-экономический ущерб, руб.

Известны способы экономической оценки экологического риска путём расчёта удельных показателей техногенной нагрузки, который приводит к возникновению экологических рисков. В этом случае экологическая нагрузка применяется как инструмент экономической оценки экологической безопасности, применение и задание уровня которого вызывает затраты на компенсирующие меры, зависящие от конкретной экологической ситуации, конкретных мер и возможности реализации.

В целях принятия превентивных и профилактических мер, направленных на снижение экологической аварийности на объектах нефтегазового комплекса, предлагается руководителям территориальных органов Ростехнадзора: проанализировать материалы о состоянии аварийности и травматизма на объектах нефтегазового комплекса с инспекторским составом и довести информацию до руководителей подконтрольных организаций.

При проведении проверок:

- усилить контроль за выполнением поднадзорными организациями мероприятий по устранению нарушений требований промышленной безопасности, а также по финансированию указанных мероприятий и сокращению сроков приведения опасных производственных объектов в соответствие с требованиями федеральных норм и правил в области промышленной безопасности;
- обратить особое внимание на наличие и выполнение организациями планов проведения диагностирования оборудования в установленные сроки; своевременного вывода из эксплуатации дефектного оборудования и его замены; обеспечение производственного контроля за качеством проводимых ревизий, ремонтов оборудования, экспертиз промышленной безопасности;
- включить в состав проверочных мероприятий вопросы соблюдения производственным персоналом организаций технологических регламентов, инструкций по безопасному проведению ремонтных, газоопасных, огневых работ и иной эксплуатационной документации. При выявлении случаев нарушения требований инструкций при выполнении работ повышенной опасности или выполнения ремонтных работ на действующем или неподготовленном к таким работам оборудовании, принимать жесткие меры административного воздействия к должностным лицам, ответственным за проведение указанных работ, вплоть до их дисквалификации;
- обеспечить проверку внедрения на объектах 1 и 2 классов опасности систем управления промышленной безопасностью, а также анализ разработанных планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий. При этом необходимо обратить внимание на эффективность профилактических мероприятий, а также на готовность профессиональных аварийно-спасательных формирований к локализации и ликвидации аварий в кратчайшие сроки.

Государственные нормативные документы практически всех Европейских стран предписывают необходимость проведения анализа риска, но не требуют строгого следования определённым методам анализа риска, оставляя за предпринимателями право создания своих нормативов, которые должны учитывать общие требования государственных стандартов. В большинстве зарубежных документов по применению анализа риска на усмотрение предпринимателя разрешается использовать один или несколько методов анализа опасности и риска:

- «что будет, если?» (What – if);
 - проверочный лист (Check list);
 - комбинацию двух методов;
 - анализ опасности и работоспособности (HAZOP – Hazard and Operability Study);
 - анализ видов и последствий отказов (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis);
 - количественный анализ вида, последствий и критичности отказа (FMCA – Failure Mode and Event Criticality Analysis);
 - анализ дерева отказов (ТТА – Fault Tree Analysis) / анализ дерева событий (ETA – Event Tree Analysis);
 - анализ слоев безопасности (защиты) (SLA – Safety Layers Analysis);
 - полный количественный анализ риска (QRA – Quantitative Risk Analysis).
- Процедура количественной оценки риска приведена на рисунке 1.

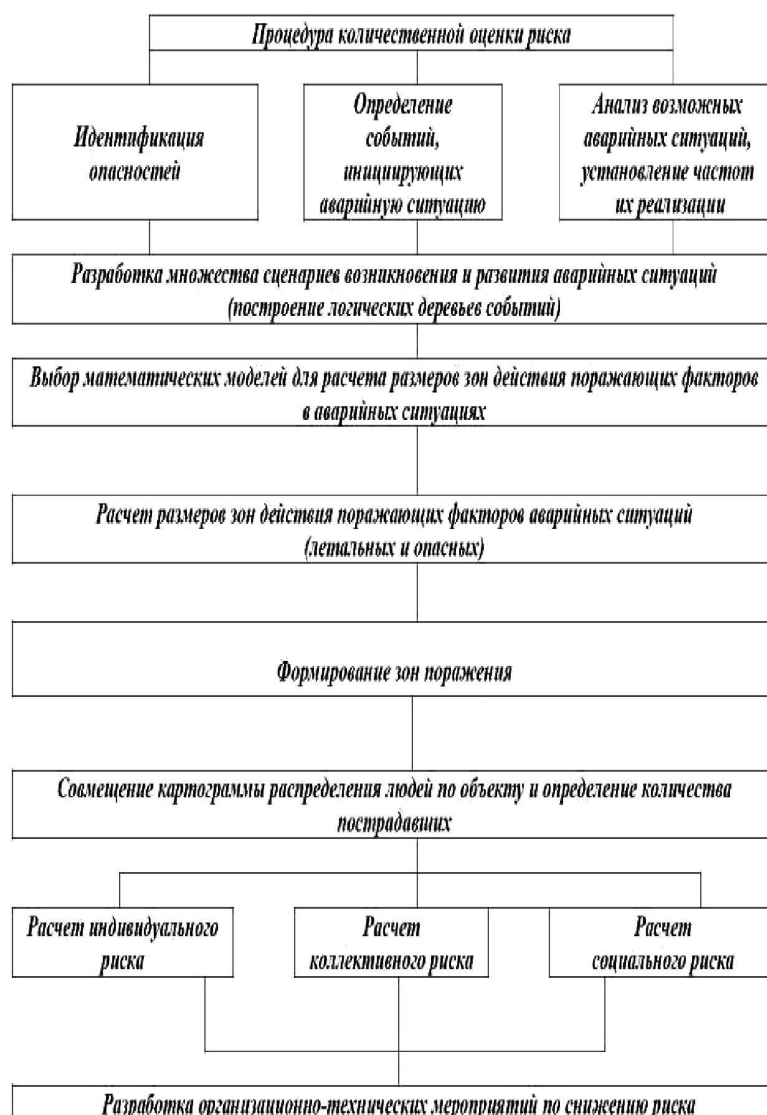


Рисунок 1 – Схема количественной оценки риска

Из перечисленных методов анализа риска только QRA является чисто количественным методом, остальные методы являются таковыми частично. Собственник производства свободен в выборе метода анализа риска, но выбранный им метод должен быть научно обоснован (повторяем и проверяем), соответствовать рассматриваемой системе, давать прозрачные, легко понимаемые результаты и позволять создавать системы управления риском.

Количественный анализ риска используется для определения эксплуатационных возможностей относительно данного уровня безопасности или конкретной цели.

Он был разработан для оценки крупномасштабных аварий, которые очень редки, а, соответственно, частоту их возникновения и последствия невозможно определить на основании только статистических методов. В настоящее время в США и Европе этот метод широко используется в ядерной и химической промышленности, так как является наиболее универсальным и исчерпывающим методом для оценки безопасности. Метод количественного анализа риска рассматривает все возможные аварийные ситуации из-за какой-либо деятельности и оценивает вероятность (частоту) каждого события и связанные с ними последствия. В России метод количественного анализа риска применяется особенно активно в ядерной энергетике и известен как вероятностный анализ безопасности.

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий.

Коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определённый период времени.

Социальный риск – зависимость частоты возникновения событий F , в которых пострадало на определённом уровне не менее N человек, от этого числа N .

Для определения уровня индивидуального риска следует учитывать природу аварии, долю времени нахождения в «зоне риска» и местонахождение «рискующего». В этой связи индивидуальный риск рассчитывается по формуле:

$$R_{инд} = \sum_{i=1}^n Q_{n(i)} \cdot Q_i \cdot P_{пр(i)},$$

где $R_{инд}$ – индивидуальный риск, 1/год; $Q_{n(i)}$ – условная вероятность поражения человека при реализации i -го сценария аварии; Q_i – вероятность реализации i -го сценария аварии в течение года; – вероятность присутствия человека в зоне действия поражающих факторов i -го сценария аварии; n – число сценариев аварии.

Условная вероятность поражения человека избыточным давлением, развиваемым при сгорании паровоздушных смесей на определённом расстоянии от эпицентра, а также тепловым излучением при пожаре пролива рассчитывается с использованием «пробит-функции».

Индивидуальный риск рассчитывается для различных категорий персонала, при этом учитывается время пребывания персонала конкретной специальности (аппаратчики, слесари, ИТР – начальник цеха, мастер смены, технолог и др.) в зоне поражающих факторов конкретной аварии, при этом используются данные карт занятости персонала на рабочих местах.

Вероятность присутствия персонала в зоне действия поражающих факторов возможной аварии определяется по формуле:

$$P_{пр(i)} = \frac{\tau_i \cdot N_i}{T},$$

где τ_i – время нахождения работающего в пределах зон поражающих факторов в одну смену, ч; T – количество часов в году; N_i – количество рабочих смен в году.

Коллективный риск рассчитывается по формуле:

$$R_{кол} = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot N_i,$$

где $R_{кол}$ – коллективный риск, чел/год; Q_i – вероятность реализации i -го сценария аварии в течение года; N_i – количество погибших при реализации i -го сценария аварии.

Средний индивидуальный риск рассчитывается как:

$$R_{cp} = \frac{R_{кол}}{N_i},$$

где R_{cp} – средний индивидуальный риск, 1/год; N_i – персонал, подвергающийся риску, чел.

Технологический уровень производства в наше время необходимо оценивать с учётом степени использования гибких технологий, которые самостоятельно справляются с техническими отказами и с большим количеством ошибок человека или могут обеспечить достаточное время для принятия контрмер. Необходима интеграция оценки риска во всестороннюю, комплексную оценку технологии либо в решение конкретной задачи таким образом, чтобы полученные результаты можно было использовать в процессе принятия решения.

Работа по снижению риска может быть очень плодотворной, так как побуждает к созданию принципиально новых технологий, материалов, конструкций, вынуждает людей критически относиться к своим потребностям и возможностям, к своему месту и роли в природе, так как «современные технологии выставили человеку до сегодняшнего дня неприличные требования ответственности за свои действия».

В настоящее время теория риска широко применяется в различных отраслях нефтегазовой и химической промышленности, она используется при проектировании потенциально опасных объектов и пересмотре допустимого уровня безопасности их эксплуатации, размещении, официальном одобрении.

Заключение

Проведённый анализ показал, что в качестве критерия для оценки реального экологического риска, который формируется в локальном и региональном масштабах, может использоваться потенциальная характеристика экономических потерь, количественно связанных с техногенными факторами промышленного производства. Механизм экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды на основе теории риска по сравнению с нормативным подходом позволяет более полно учитывать последствия воздействия антропогенных факторов в денежном выражении по загрязняющим веществам и их источникам. В этом случае появляется возможность прогноза потенциально опасных для состояния экосистемы и здоровья людей факторов загрязнения окружающей среды.

В теории безопасности техногенной сферы насчитываются десятки потенциальных опасностей, которые переходят в угрозы и создают различные риски. В целом безопасность техногенной сферы можно разделить на два аспекта:

1) техногенная безопасность определяет степень защищённости человека, объектов и окружающей среды от угроз, исходящих от созданных и функционирующих сложных технических систем при возникновении и развитии аварийных и катастрофических ситуаций;

2) технологическая безопасность определяет степень защищённости человека, общества, объектов и окружающей среды от угроз, связанных с необоснованным созданием или не созданием технических систем, технологических процессов и материалов, обеспечивающих достижение основных национальных интересов страны.

Рост потенциальных и реальных угроз в техногенной сфере требует усиления роли государства в решении проблем техногенной и технологической безопасности.

В перспективе риски в техногенной сфере могут кардинально измениться: техногенные риски сменяют технологические риски, и ущербы будут возникать из-за разрушения национальной технологической базы.

Литература:

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность трубопроводного транспорта. – М. : МГФ «Знание», 2002. – 752 с.

2. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : ООО «Промсвещение-Юг», 2011. – 603 с.
3. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск : учебное пособие. – М. : Издательство химического факультета МГУ, 2003. – 254 с.
4. Экологические риски, связанные с эксплуатацией нефтяных месторождений. – URL : http://knowledge.allbest.ru/ecology/3c0b65625a2ad79a5d43a89521316d37_0.html
5. Антониади Д.Г., Савенок О.В. Анализ состояния природной среды нефтедобычи с осложнёнными условиями эксплуатации // Инженер-нефтяник. – М. : Издательство ООО «Ай Ди Эс Дриллинг», 2013. – № 1. – С. 16–20.
6. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Кошелев А.Т. Методы мониторинга природной среды нефтедобычи и разработка структуры экологической компоненты с прогнозной составляющей // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М. : ВНИИОЭНГ, 2013. – № 5. – С. 30–36.
7. Арутюнов Т.В., Савенок О.В. Экологические проблемы при разработке месторождений сланцевых углеводородов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : ВНИИОЭНГ, 2015. – № 9. – С. 39–42.
8. Березовский Д.А., Панцарников Д.С., Савенок О.В. Экологическое обоснование проектных документов по разработке газовых месторождений Краснодарского края / Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодёжи «Экологические проблемы нефтедобычи – 2014» (21–23 октября 2014 года, г. Уфа). – Уфа : Издательство «РИЦ УГНТУ», 2014. – С. 34–35.
9. Кравцова М.В., Евсеев А.И. Повышение эксплуатационной устойчивости сложных технических систем // Вектор науки Тольяттинского государственного университета, 2011. – № 4. – С. 67–70.
10. Кравцова М.В. Оценка техногенного риска технически сложных производственных объектов машиностроения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1–3. – С. 877–884.
11. Кусов Г.В., Савенок О.В. Правовые основы государственного контроля недропользования в нефтегазодобывающей промышленности // Сборник научных трудов «Гипотезы, поиск, прогнозы». – Краснодар : СКО ИА РФ, 2004. – Вып. 19. – С. 294–298.
12. Кусов Г.В., Савенок О.В. Ответственность Буровой компании за нарушение законодательства в сфере природопользования // Сборник научных трудов «Гипотезы, поиск, прогнозы». – Краснодар : СКО ИА РФ, 2005. – Вып. 21. – С. 93–95.
13. Поварова Л.В., Приходько М.Г., Савенок О.В. Факторы, обуславливающие экологическую опасность нефтедобычи / Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодёжи «Экологические проблемы нефтедобычи – 2014» (21–23 октября 2014 года, г. Уфа). – Уфа : Издательство «РИЦ УГНТУ», 2014. – С. 28–32.
14. Поварова Л.В. Анализ методов очистки нефтесодержащих сточных вод // НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – № 1. – С. 189–205.
15. Порфирьев Б.Н. Экологическая экспертиза и риск технологий // Итоги науки и техники. – М. : ВИНТИ, 1990. – Т. 27. – 204 с.
16. Яковлев А.Л., Савенок О.В. Аналитический обзор экологически безопасных решений по интенсификации добычи нефти при эксплуатации месторождений на территории Краснодарского края : Технологии XXI века: проблемы и перспективы развития / сборник статей Международной научно-практической конференции (10 февраля 2016 года, г. Уфа). – Уфа : АЭТЕРНА, 2016. – С. 191–199. – URL : <http://aeterna-ufa.ru/sbornik/TN-48.pdf>
17. Яковлев А.Л., Савенок О.В. Разработка экологически безопасных технологических решений при интенсификации добычи нефти на территории Краснодарского края : Проблемы геологии и освоения недр / Труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвящённого 120-летию со дня основания Томского политехнического университета (4–8 апреля 2016 года). – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – Том II. – С. 280–282. – URL : http://portal.tpu.ru/files/conferences/usovma/2016/vol2_2016.pdf
18. Яковлев А.Л., Панцарников Д.С., Савенок О.В. Задачи по выходу из экологического кризиса в России и обеспечения экологической безопасности / Сборник тезисов Юбилейной 70-ой Международной молодёжной научной конференции «Нефть и газ – 2016», приуроченной к III Национальному нефтегазовому форуму (18–20 апреля 2016 года, г. Москва). Секция 9 Правовое обеспечение развития нефтегазовой промышленности. – М. : РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2016. – Т. 3 – С. 204.
19. Яковлев А.Л., Савенок О.В. Анализ причин и последствий нарушения экологической безопасности при интенсификации добычи нефти на месторождениях Краснодарского края : Современные технологии извлечения нефти и газа. Перспективы развития минерально-

сырьевого комплекса (российский и мировой опыт) / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 85-летию доктора технических наук, профессора, академика РАН В.И. Кудинова (26–27 мая 2016 года, г. Ижевск). – Ижевск : Издательский дом «Удмуртский университет», 2016. – С. 427–437.

20. Яковлев А.Л., Савенок О.В. Нарушения экологической безопасности при интенсификации добычи нефти на месторождениях Краснодарского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М. : ВНИИОЭНГ, 2017. – № 1. – С. 50–54.

21. Savenok O.V., Arutyunyan A.S., Likhacheva O.N., Barambonye Solange, Kusov G.V. Cleaning returnable wastewater from Dysh deposit located in Krasnodar territory // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 23 (2017) pp. 13462–13470. – URL : http://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n23_61.pdf

References:

1. Safety of Russia. Legal, social and economic and scientific and technical aspects. Safety of pipeline transport. – М. : MGF «Knowledge», 2002 – 752 p.

2. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Krasnodar : LLC Prosveshcheniye-Yug, 2011. – 603 p.

3. Menshikov V.V., Shvyryaev A.A. Dangerous chemical objects and technogenic risk : manual. – М. : Publishing house of chemical faculty of MSU, 2003. – 254 p.

4. The environmental risks connected with operation of oil fields. – URL : http://knowledge.allbest.ru/ecology/3c0b65625a2ad79a5d43a89521316d37_0.html

5. Antoniadi D.G., Savenok O.V. The analysis of a condition of the environment of oil production with the complicated service conditions // the oil Engineer. – М. : LLC Ai Dee Es Drilling publishing house, 2013. – No. 1. – P. 16–20.

6. Antoniadi D.G., Savenok O.V., Koshelev A.T. Methods of monitoring of the environment of oil production and development of structure ecological components from an expected component // Construction of oil and gas wells by land and by sea. – М. : VNIIOENG, 2013. – No. 5. – P. 30–36.

7. Arutyunov T.V., Savenok O.V. Environmental problems when developing fields of slate hydrocarbons // Environment protection in an oil and gas complex. – М. : VNIIOENG, 2015. – No. 9. – P. 39–42.

8. Berezovsky D.A., Pantsarnikov D.S., Savenok O.V. Ecological justification of design documents on development of gas fields of Krasnodar Krai / the Collection of reports of the IV International scientific and practical conference with elements of school of sciences for youth «Environmental problems of oil production – 2014» (on October 21–23, 2014, Ufa). – Ufa : RITS UGNTU publishing house, 2014. – P. 34–35.

9. Kravtsova M.V., Evseev A.I. Increase in operational stability of difficult technical systems // Vector of science of the Tolyatti state university, 2011. – No. 4. – P. 67–70.

10. Kravtsova M.V. Assessment of technogenic risk of technically difficult production objects of mechanical engineering // News of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. – 2012. – T. 14. – No. 1–3. – P. 877–884.

11. Kusov G.V., Savenok O.V. Legal bases of the state control of subsurface use in oil and gas industry // the Collection of scientific works «Hypotheses, search, forecasts». – Krasnodar : SKO Russian Federation news Agency, 2004. – Issue 19. – P. 294–298.

12. Kusov G.V., Savenok O.V. Responsibility of the Drilling company for violation of the legislation in the sphere of environmental management // the Collection of scientific works «Hypotheses, search, forecasts». – Krasnodar : SKO Russian Federation news Agency, 2005. – Issue 21. – P. 93–95.

13. Povarova L.V., Prikhodko M.G., Savenok O.V. The factors causing ecological danger the oil production / Collection of reports of the IV International scientific and practical conference with elements of school of sciences for youth «Environmental problems of oil production – 2014» (on October 21–23, 2014, Ufa). – Ufa : RITS UGNTU publishing house, 2014. – P. 28–32.

14. Povarova L.V. Analysis of methods of purification of oil-containing sewage // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2018. – No. 1. – P. 189–205.

15. Porfiriyev B.N. Environmental assessment and risk of technologies // Results of science and equipment. – М. : VINITI, 1990. – T. 27. – 204 p.

16. Yakovlev A.L., Savenok O.V. The state-of-the-art review of ecologically safe decisions on an oil production intensification at operation of fields in the territory of Krasnodar Krai : Technologies of the 21st century: problems and prospects development / collection of articles of the International scientific and practical conference (on February 10, 2016, Ufa). – Ufa : AETERNA, 2016. – P. 191–199. – URL : <http://aeterna-ufa.ru/sbornik/TN-48.pdf>

17. Yakovlev A.L., Savenok O.V. Development of ecologically safe technology solutions at an oil production intensification in the territory of Krasnodar Krai: Problems of geology and development Subsoil / Works XX of the International symposium of a name of the academician M.A. Usova of students and young scientists devoted to the 120 anniversary from the date of foundation of the Tomsk polytechnical university (on April 4–8, 2016). – Tomsk : Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2016. – Volume II. – P. 280–282. – URL : http://portal.tpu.ru/files/conferences/usovma/2016/vol2_2016.pdf

18. Yakovlev A.L., Pantsarnikov D.S., Savenok O.V. Tasks of an exit from ecological crisis in Russia and ensuring ecological safety / the Collection of theses of the Anniversary 70th International youth scientific conference «Oil and Gas – 2016» dated for the III National oil and gas forum (on April 18–20, 2016, Moscow). Section 9 Legal support of development of the oil and gas industry. – M. : RGU of oil and gas of I.M. Gubkin, 2016. – T. 3 – P. 204.

19. Yakovlev A.L., Savenok O.V. The analysis of the reasons and consequences of violation of ecological safety at an oil production intensification on fields of Krasnodar Krai : Modern technologies of oil recovery and gas. The prospects of development of a mineral and raw complex (the Russian and international experience) / the Collection of materials of the All-Russian nauch-but-practical conference devoted to the 85 anniversary of the Doctor of Engineering, professor, academician of the Russian Academy of Natural Sciences V.I. Kudinov (on May 26–27, 2016, Izhevsk). – Izhevsk : Udmurt University publishing house, 2016. – P. 427–437.

20. Yakovlev A.L., Savenok O.V. Violations of ecological safety at an oil production intensification on fields of Krasnodar Krai // Environment protection in an oil and gas complex. – M. : VNIIOENG, 2017. – No. 1. – P. 50–54.

21. Savenok O.V., Arutyunyan A.S., Likhacheva O.N., Barambonye Solange, Kusov G.V. Cleaning returnable wastewater from Dysh deposit located in Krasnodar territory // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 23 (2017) pp. 13462–13470. – URL : http://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n23_61.pdf