

ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 55:57(069)

В.В. ПЕНДИН, С.Д. ГАНОВА

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ НАХОЖДЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОРОДОВ

Рассмотрена геоэкологическая безопасность как допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов на человека, объекты техносферы и окружающую среду. Выделены основные принципы, которые должны лежать в основе геоэкологической безопасности территорий расположения объектов транспорта углеводородов.

Под термином «опасность» понимается такая ситуация в окружающей среде, когда при определенных условиях возможно возникновение нежелательных событий, явлений и процессов (опасных факторов), воздействие которых на человека и окружающую среду может привести к одному из следующих последствий или их совокупности: отклонению в состоянии здоровья человека от среднестатистического значения; ухудшению состояния окружающей среды.

Законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ экологическая безопасность определена как состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. В настоящее время ведется активное обсуждение философских, прикладных и правовых аспектов данной проблемы, так как на сегодняшний день нет общепринятого определения понятия «состояние защищенности». В связи с этим возникает вопрос: чем измерить это состояние и какими способами его достичь? Наиболее, пожалуй, полно эта проблема раскрыта А.И. Муравых [2] и А.Г. Шмаль [7]. Одной из важнейших задач по решению задач экологической безопасности является выбор параметров, за которыми необходимо вести наблюдения. Фиксированный набор таких параметров формируется, с одной стороны, в результате анализа свойств транспортируемых продуктов, с другой — в зависимости от конструкций объектов транспорта углеводородов. Зная критическое значение каждого из наблюдаемых параметров, можно очертить в многомерном признаковом пространстве область допустимых состояний природно-тех-

нической системы объекты транспорта углеводородов—окружающая среда. Границы подобной области называются гомеостатическими, т. е. внутри этой области система функционирует в заданном режиме.

Целевая установка системы — достижение экологически безопасного состояния, которое отвечает определенным экологическим нормам и характеризуется как высокая степень организации системы. Степень отклонения текущего состояния системы свидетельствует об остроте проблемы экологической безопасности.

Территории, которые подвергаются интенсивному антропогенному воздействию в результате строительства и эксплуатации объектов транспорта углеводородов, создают угрозу существования природе и человеку:

1. Зоны напряженной экологической ситуации — территория, в пределах которой скорость антропогенных нарушений превышает темпы самовосстановления природы и существует угроза коренного, но еще обратимого изменения природных систем, где показатели здоровья населения достоверно выше нормы, ранее существовавшей в данном месте, в аналогичных местах страны и мира, не подвергающихся выраженному антропогенному воздействию рассматриваемого типа.

2. Зоны экологического бедствия — территория или акватория, в пределах которой наблюдается переход от критического состояния природы к катастрофическому.

3. Зоны экологической катастрофы — ареал, в пределах которого происходит необратимый или труднообратимый переход состояния природы от катастрофической фазы к коллапсу, что делает ее

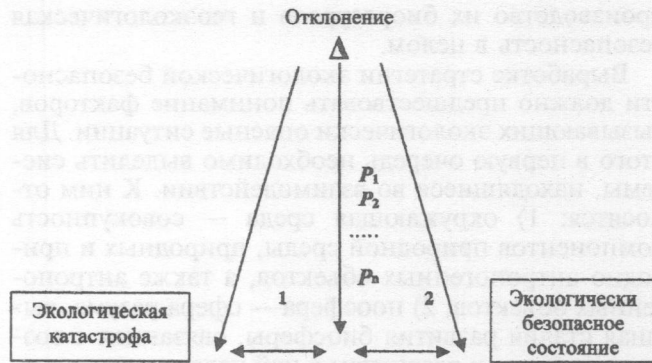
непригодной для жизни или существования экосистем.

Для прогнозирования и предотвращения негативного воздействия объектов на окружающую среду и человека необходимо определить текущее и целевое состояние природно-технической системы (ПТС), которая характеризуется набором значений существенных параметров P_1, P_2, P_n . В ПТС необходимо достигнуть экологически безопасного состояния, которое отвечает определенным экологическим нормам и характеризуется как высокая степень организации системы. Наглядно возможные противоречия внутри и за пределами системы можно проиллюстрировать с помощью системно-диалектической модели А.И. Муравых (рисунок).

Из приведенной схемы следует, что степень отклонения текущего состояния системы Δ характеризует остроту проблемы экологической безопасности. Для развития системы в выбранном направлении должны осуществляться проблеморазрешающие мероприятия. Если этого не происходит или они недостаточно эффективны, то система будет развиваться в сторону дезорганизационного процесса, что означает углубление экологического кризиса. При этом следует иметь в виду, что величина отклонения Δ от целевого состояния не беспредельна. Когда отклонение выходит за определенные рамки, такая система скачкообразно преобразуется согласно закону перехода количественных изменений в качественные. Такое отклонение характеризуется как критическое и означает состояние экологической катастрофы. При достижении точки, описывающей изменение состояния системы (в пространстве признаков) во времени, критической зоны (границы которой устанавливаются предварительно) автоматически подается сигнал раннего предупреждения развития экстремальной ситуации.

При этом следует иметь в виду, что на состояние экологической безопасности влияет множество факторов, часть из которых нам не известна. Поэтому переход из безопасного состояния в опасное имеет вероятностный характер и нечеткую зону опасных состояний, за которой располагается зона гарантированной катастрофы. При незначительных отклонениях от целевого состояния вероятность перехода системы в критическое состояние (экологическая катастрофа) невелика. С возрастанием степени отклонения до предельного значения $\Delta_{пр}$ отмечается незначительный направленный тренд увеличения вероятности неблагоприятного развития системы. При отклонениях выше $\Delta_{пр}$ начинает резко увеличиваться вероятность наступления экологической катастрофы и при $\Delta > \Delta_{пр}$ вероятность экологической катастрофы становится достоверным событием [7].

В связи с этим необходимо соблюдать требования по обеспечению экологической безопасности при эксплуатации объектов транспорта углеводородов, что достаточно сложно для выполнения. Это наглядно иллюстрируется на примере повреждения почвенного покрова. В результате освоения



Системно-диалектическая модель проблемы экологической безопасности [2]. Δ — степень отклонения текущего состояния системы; P_1, P_2, P_n — параметры ПТС; 1 — дезорганизационный, 2 — организационный процессы

нефтяных и газовых месторождений без отвода в установленном порядке земель для производства работ, складирования завозимых грузов только за период освоения Тюменского Севера земля оказалась замаскированной, уничтожено 30 тыс. га леса. При этом концентрация нефтяных углеводородов в почвах Тюменской и Томской областей превышает фоновое значение в 150—300 раз. Кроме того, подтоплено 25 тыс. га земли, загрязнено химическими реагентами и газовыми выбросами 24 тыс. га, что привело к уменьшению площади оленьих пастбищ на 6 млн. га [1, 5].

В атмосферу ежегодно выбрасываются несколько миллионов кубических метров попутного газа, содержащего метан и углекислый газ, которые наряду с некоторыми другими являются основными парниковыми газами. Количественно наибольший вклад в парниковый эффект вносит углекислый газ, хотя и другие газы поглощают инфракрасное излучение от поверхности в 50—100 раз больше [4], что играет существенную роль в потеплении климата, хотя выделить антропогенную составляющую парниковых газов, в частности, CO_2 , практически невозможно.

Содержание нефтепродуктов в большинстве водоемов Тюменской и Томской областей, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого национальных округов в несколько десятков раз превышает ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов [5], что привело к уменьшению численности водных ресурсов. По оценкам СибрыбНИИпроекта ущерб, причиненный рыбному хозяйству западносибирским нефтегазовым комплексом, в настоящее время составляет несколько миллиардов рублей. Сейчас уловы рыбы в Обь-Иртышском бассейне сократились до 15 тыс. т в год [5]. Нефтяное загрязнение пагубно сказывается даже на искусственном воспроизведении рыб.

Из сказанного следует, что экологическая безопасность означает создание таких условий в ПТС, которые гарантируют ее движение к состоянию, соответствующему экологической безопасности. Поэтому необходим экоцентрический подход к природопользованию, при котором обеспечивается стабильность природных экосистем, самовос-

производство их биоресурсов и геоэкологическая безопасность в целом.

Выработке стратегии экологической безопасности должно предшествовать понимание факторов, вызывающих экологически опасные ситуации. Для этого в первую очередь необходимо выделить системы, находящиеся во взаимодействии. К ним относятся: 1) окружающая среда — совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов; 2) ноосфера — сфера разума, высшая стадия развития биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, когда разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором развития; 3) техносфера — часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты; 4) социосфера — взаимоотношения между множеством элементов природы, населения и производства, определяющая комфортность и экологическую безопасность среды обитания; 5) информационная — совокупность средств массовой информации, печати, телефона, телеграфа, Интернета.

Пространство, в котором взаимодействуют все названные сферы, — объект геоэкологических исследований, следовательно, правильнее говорить, по-видимому, не об экологической, а о геоэкологической безопасности территорий.

Все обозначенные системы являются объектами и субъектами безопасности и испытывают взаимодействие, которое может быть как положительным, так и отрицательным. Для этого необходимо иметь представление об окружающей среде как системе, развивающейся во времени и испытывающей воздействия природных и антропогенных процессов как систематического характера, так и при катастрофических экстремальных ситуациях; выявить наиболее чувствительные к внешнему воздействию компоненты окружающей среды и механизмы-усилители отрицательного воздействия различных факторов, определить химико-технологические процессы как источники кратковременных и долговременных воздействий на окружающую среду.

Глобальный объект безопасности, на сохранности которого основана безопасность всех остальных систем, каждого человека на Земле, — биосфера, функционирование и сохранность которой обеспечивают существование на Земле всех форм жизни, включая человека. Говорить о безопасности биосферы можно только после оценки ее емкости при осуществлении круговорота веществ и устойчивости. Тем не менее главным объектом и субъектом безопасности человеческого общества является человек — самое ценное и уязвимое, но и наиболее опасное для себя и всего окружающего существо.

Стержень концепции геоэкологической безопасности — теория экологического риска и прикладная ее часть — определение уровня приемлемого риска.

Нормативы безопасности еще недавно строились на концепции абсолютной безопасности. Для

предотвращения аварий внедрялись дополнительные технические устройства — инженерные системы безопасности, принимались меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины. Считалось, что такой инженерный подход позволит исключить любую опасность для населения и окружающей среды. Однако сегодня вследствие появления новых технологий, когда любая деятельность человека сопровождается его взаимодействием со сложными техническими системами, концепция абсолютной безопасности себя не оправдывает. Поскольку все технические устройства для предотвращения аварий требуют значительных финансов, которые изыскиваются, как правило, за счет сокращения социальных программ, это приводит в итоге к снижению качества жизни человека и сокращению ее средней продолжительности.

В связи с этим введено понятие риска — функции степени опасности проявления процессов (природных и техногенных) и степени уязвимости объектов, на которые они воздействуют. Степень опасности для успешного функционирования системы зависит от возможности (частоты) проявления процесса и его интенсивности. Уязвимость — свойство объекта необратимо утрачивать свои функции в определенном диапазоне негативных воздействий за конечное время. Риск — количественная мера опасности с учетом ее последствий. Видимо, следует стремиться к достижению такого уровня риска, который можно рассматривать как приемлемый, т. е. его величина (вероятность реализации или возможный ущерб) настолько незначительна, что ради получаемой при этом выгоды в виде материальных или социальных благ человек или общество в целом готовы пойти на риск [6]. Главное при определении риска — анализ соотношения вредных последствий для всех взаимодействующих систем, заканчивающихся смертельными исходами, полной или частичной деградацией компонентов окружающей среды, и количественная оценка суммарного вредного воздействия на геосферу.

Риск — неопределенность, связанная с возможностью возникновения неблагоприятных ситуаций и последствий, при этом выделяются случаи объективных и субъективных вероятностей. Неопределенность (часть риска) предполагает наличие факторов, при которых результаты действий не являются определенными, а степень возможного влияния таких факторов на результаты не известна вследствие неполноты или неточности информации об условиях функционирования систем. Ситуация может быть рискованной без неопределенности, но с возможностью потерь или неопределенной, но без возможности потерь.

Расчет показателей риска при эксплуатации объектов транспорта углеводородов предлагает исследование и обоснование влияния организационно-технологических и природно-климатических факторов на ожидаемую частоту аварийных разрывов на конкретных участках трассы, а также влияния как перечисленных, так и иных факторов на возможные масштабы социального, экологического, финансового и других видов ущерба [3].

Чрезвычайные ситуации на нефте- и газопроводах случаются часто, что в конечном счете приводит к росту аварийности. Основные виды аварий — пожары и взрывы на объектах, а также открытые нефтяные фонтаны, оказывающие максимальное негативное влияние на окружающую среду и здоровье персонала. Например, на 390 тыс. эксплуатируемых нефтепроводов ежегодно отмечаются около 50 тыс. аварий.

Аварийность на газопроводах ОАО «Газпром» удалось в последние годы несколько снизить. Вместе с тем единая система газоснабжения России стареет. В настоящее время более 20 лет эксплуатируются 34% газопроводов, более 30 — около 15%; 40 — 3,5% [3]. Значительно возросло число аварий по причине коррозионного растрескивания под напряжением (КРН или стресс-коррозия) [3].

Система геоэкологической безопасности территорий размещения объектов транспорта углеводородов состоит из трех модулей, составляющих единое целое и логически дополняющих один другой: комплексная геоэкологическая оценка территории; система геоэкологического мониторинга и система управленческих решений.

Первый модуль представляет собой комплексную геоэкологическую оценку территории, которая включает районирование оцениваемой территории по природным свойствам компонентов окружающей среды с точки зрения их устойчивости к антропогенному воздействию и по степени загрязненности природных компонентов окружающей среды. Кроме того, определяется структура и интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду.

Районирование территории — один из самых ответственных моментов при комплексной оценке территории, и оно на сегодня далеко от завершения ввиду многофакторности. Это обусловлено в первую очередь недостатками в разработке научных основ геоэкологии — нового научного направления, возникшего в 80-х гг. XX в. на стыке геологии и экологии. И хотя многими учеными геоэкология определяется как междисциплинарная и общепланетарная наука, изучающая в естественных и техногенно нарушенных природных условиях закономерные изменения, происходящие под действием внутренних и внешних сил и техносферы, и воздействие таких изменений на все сферы окружающей среды, в первую очередь на биосферу, в определении ее объекта и предмета нет единого мнения. Основной результат районирования территории по допустимой антропогенной нагрузке и оценке состояния компонентов окружающей среды — комплект покомпонентных карт оцениваемой территории. Структура антропогенной нагрузки отражает пространственные соотношения объектов техносферы, интенсивность и масштабы их воздействия на природные компоненты окружающей среды. Параметры антропогенного воздействия на геосферы не являются постоянными величинами, поэтому должна составляться база данных, позволяющая быстро вносить изменения и формировать произвольные выборки при анализе

воздействий на окружающую среду. Результатами работ служат таблицы, диаграммы и графики.

Второй модуль представляет собой систему геоэкологического мониторинга, с помощью которой контролируется воздействие техносферы на окружающую среду, оценка соответствия качества компонентов окружающей среды установленным нормативам и определение тенденций в изменении параметров качества компонентов окружающей среды.

Геоэкологический мониторинг состоит из четырех взаимосвязанных и взаимообусловленных структурных блоков:

1-й. Ряд режимных сетей (геодезическая, гидро-геологическая, гидрологическая и др.), обеспечивающих получение информации об изменении наблюдаемых параметров во времени.

2-й. Система для организации информации, которая поступает из первого блока. Информация организуется, хранится, накапливается и обрабатывается с помощью соответствующего пакета программ.

3-й. Содержится пакет программ, обеспечивающих периодическое создание и корректировку прогнозных математических моделей для описания процессов, вовлеченных в сферу мониторинга. Такой пакет программ, базирующихся на предварительно разработанных или соответствующим образом адаптированных алгоритмах, должен обеспечивать возможность раннего предупреждения возникновения экстремальных ситуаций.

4-й. Выдает управляющие рекомендации по обеспечению надежной эксплуатации объектов транспорта углеводородов и их безопасности, которые вырабатываются на основе прогнозных математических моделей. Надежно управлять всеми системами можно, если управляющие рекомендации учитывают все факторы, определяющие функционирование ПТС.

Эффективность принятых управляющих рекомендаций контролируется блоками 1 и 2. Прогнозные модели перманентно корректируются с учетом вновь поступающей информации.

Такой мониторинг позволяет оценить состояние объекта на данный момент времени, прогнозировать развитие неблагоприятных процессов и явлений, принять оптимальное решение по предотвращению, локализации или ликвидации аварийной ситуации. Кроме того, проведение геоэкологического мониторинга позволяет сократить затраты на ремонтные работы, так как в процессе наблюдения выявляются основные причины деформации сооружения.

Третий модуль — система управленческих решений, которые принимают соответствующие контролирующие и управляющие государственные органы для оптимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду и оздоровления среды обитания населения и биоты в целом. Без данного блока система безопасности практически теряет всякий смысл, поскольку изучение природных свойств компонентов окружающей среды и определение параметров их качества в режиме монито-

ринга без управленческих решений не принесет улучшения геоэкологической ситуации на контролируемой территории.

В связи с этим на объектах магистральных нефте- и газопроводов создаются экологические службы предприятий — комплексы структурных подразделений в системе управления предприятием, которые осуществляют природоохранную деятельность и проводят мероприятия, направленные на обеспечение практической реализации законов Российской Федерации, распоряжений, постановлений областных, районных и городских администраций в области охраны окружающей среды и

природопользования; сохранение природной среды в зоне объектов транспорта углеводородов; обеспечение промышленной и экологической безопасности строительства, реконструкции и эксплуатации объектов нефте- и газотранспорта; охрану здоровья работников отрасли.

Таким образом, забота об охране окружающей среды, снижение негативного воздействия от собственной производственной деятельности, рациональное использование природных ресурсов — незыблемые принципы, которые должны лежать в основе геоэкологической безопасности территорий расположения объектов транспорта углеводородов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Е.С., Гречищев С.Е. Вечная мерзлота и освоение нефтегазоносных районов. М.: ГЕОС, 2002. 320 с.
2. Муравых А.И. Философия экологической безопасности. М., 1977. 224 с.
3. Одишария Г.Э., Сафонов В.С., Везуенко В.И. Показатели безопасности и анализ риска при эксплуатации объектов газотранспортных систем ОАО «ГАЗПРОМ» // Международная газовая конференция, 1–5 июня 2003 г., Токио, Япония.
4. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 212 с.
5. Сладкопевцев С.А. Региональная геоэкология России. Учебное пособие. М.: Изд-во МосГУиК, 2000. 158 с.
6. Хотунцев Ю.Л., Экология и экологическая безопасность. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 480 с.
7. Шмалёв А.Г. Экологическая безопасность территорий. Бронницы: МП «Информационно-культурный центр «Бронницкие новости-телевидение», 1999. 128 с.

Российский государственный геологоразведочный университет
Рецензент — В.И. Решетников