

УДК 584.83: 627.7

UDC 584.83: 627.7

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

FORMATION OF A GEO-REFERENCED DATABASE TO SOLVE PROBLEMS OF NATURAL AND INDUSTRIAL SAFETY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE TERRITORY

Стручкова Галина Прокопьевна
к.т.н., в.н.с.

Struchkova Galina Prokopenva
Cand.Tech.Sci., leading research

Капитонова Тамара Афанасьевна
к.-ф.-м.н., ученый секретарь
Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова Сибирского отделения РАН, Якутск. Россия

Kapitonova Tamara Afanasevna
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Scientific Secretary
V.P. Larionov's Institute of Physical-Technical Problems of the North, Siberian Branch of the RAS, Yakutsk. Russia

Обеспечение устойчивого развития территорий и сведения к минимуму ущербов от возможного возникновения ЧС природного и техногенного характера, особенно таких малонаселенных как Республика Саха (Якутия) требует использование ГИС-технологий. Для решения этой проблемы разработана структура базы геоинформационных данных (БГД) для решения задач мониторинга и обеспечения безопасной эксплуатации потенциально опасных объектов с учетом опасных природных процессов, оценкой технического состояния потенциально опасных объектов и антропогенного воздействия на окружающую среду

Ensuring sustainable development of territories and minimizing damages from the possible occurrence of natural and technogenic emergencies, especially those sparsely populated as the Republic of Sakha (Yakutia), requires the use of GIS technologies. For this purpose developed geospatial data base structure (GDB) which allows solving problems of monitoring and providing safe exploitation of potentially dangerous objects. Furthermore in the process of solving problems GDB takes into account natural hazards, assessment of technical condition of potentially dangerous objects and anthropogenic impacts on the environment

Ключевые слова: МАГИСТРАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ, БАЗА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ДАННЫХ, КРИОЛИТОЗОНА

Keywords: PIPELINE, EMERGENCY, GIS DATA BASE, PERMAFROST

При оценке риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера одним из наиболее важных этапов является анализ сценариев возникновения и развития катастроф [1]. Для чего необходима наиболее полная информация об особенностях функционирования потенциально опасных сложных технических систем и их взаимодействие с окружающими объектами, местоположение, возможные выбросы опасных веществ, а также их возгорание; разработка мероприятий по устранению аварийных ситуаций.

Решение задач управления чрезвычайными ситуациями предполагает составление перечня объектов повышенной опасности, как с точки зрения воз-

действия природных, так и техногенных риск-факторов. Создание перечня объектов повышенной опасности и привязка их к местности осуществляется в ходе создания *Базы геоинформационных данных (БГД)*, содержащей отображение стационарных и динамичных объектов, находящихся на рассматриваемой территории.

Безопасность жизнедеятельности на территории Республики Саха (Якутия) непосредственно связана с бесперебойным снабжением энергией и теплом, что обусловлено низкими климатическими температурами. Даже в Центральной Якутии в среднем период температур ниже 0°C составляет около 210 суток, ниже -20°C – 138 суток. Минимальная температура распределяется в пределах от $-47,8^{\circ}\text{C}$ до $-60,3^{\circ}\text{C}$. При таких природных условиях выход любого объекта в цепочке газо- и теплоснабжения приводит к катастрофическим последствиям. В год на объектах газо- и теплоснабжения регистрируется несколько десятков чрезвычайных ситуаций разной степени тяжести, в основном, в зимний период.

На территории РС(Я) расположено более 100 потенциально взрывопожароопасных объектов: магистральный газопровод, газораспределительные станции (ГРС), автоматические газораспределительные станции (АГРС), газохранилища: Мастахское ГКМ – 7 резервуаров на 1440 куб. м, газовый конденсат - 3 подземных резервуара - 7800 куб. м, Средневиллюйское ГКМ, поселок Кысыл-Сыр - метанол - 5 резервуаров - 9000 куб. м, газоперерабатывающий завод в г. Якутске, 26 базовых нефтебаз, объекты нефтяной промышленности. Опасность предприятий газовой и нефтяной отраслей обуславливается возможностью химического поражения людей и заражения значительных площадей, также взрыво- и пожароопасностью.

Под опасностью или риск-фактором понимается потенциальный источник потерь (вреда), который может быть нанесен людям, имуществу или окружающей среде, а также любое неконтролируемое событие или условие, способное самостоятельно или в совокупности с другими событиями и условиями приве-

сти к инциденту, аварийной или чрезвычайной ситуаций. При этом выделяются опасности, которые при наличии неопределенной ситуации, могут привести к возможным серьезным последствиям [2].

Среди причин аварий, наряду с чисто техногенными и природными отмечают воздействие процессов, которые возникают в результате взаимодействия природных и техногенных факторов. По своей интенсивности и опасным последствиям они нередко не только не уступают природным процессам, но весьма часто превосходят их, вызывая аварии и катастрофы.

Возникновение природно-техногенных аварий происходит в результате негативной обратной реакции природной среды на техногенное воздействие. Особенно характерна подобная негативная реакция в условиях криолитозоны. Под влиянием строительства и эксплуатации инженерных сооружений происходит интенсификации природных мерзлотных процессов, что является предвестником критических ситуаций в состоянии инженерных сооружений и окружающей среды.

Аварийные разрывы магистральных газопроводов это сложный процесс, сочетающий в себе явления различной физической природы, такие как зарождение и раскрытие трещины, разрушение участка газопровода, раскрытие грунтового покрытия, истечение газа в окружающую среду, перемешивание газовой струи и воздушных масс, инициирование зажигания, горение, ударно-волновые процессы.

Для определения величины и места утечек транспортируемого продукта целесообразно использовать сочетание пассивных (по данным слежения за ведением технологического процесса перекачки) и активных (путем пропуска диагностирующих устройств) методов.

Для нефтепроводов место повреждения методом «по балансу перекачки» определяется расчетным или графическим путем по разности гидравлических уклонов в начале и конце поврежденного участка трубопровода.

Метод сопоставления давлений вдоль трассы трубопровода с давлениями до повреждения позволяет определить только крупные повреждения. Вместе с тем для определения места повреждения необходимо иметь значение давлений вдоль трассы трубопровода.

Анализ наиболее характерных причин отказов газопровода Мастах – Бергэ – Якутск выявил, что более 50% отказов приходится на сварные кольцевые швы с образованием сквозной трещины-свища. Изучение причин образования свищей показывает, что основными очагами разрушений служат дефекты сварки корневого шва (непровары, поры, шлаки и т.д.), являющиеся концентраторами напряжений. Статистическим анализом размеров выявленных свищей, установлено, что свищи с размерами от 10 до 30 мм составляют более 55% от общего количества [3].

Как показывает анализ статистики аварийных ситуаций, частота аварий трубопровода повторяются в одних и тех же местах. Как правило, это зоны тектонических нарушений, где имеют место пульсации горных пород, речные переходы, места резких изменений рельефа. Трубопровод, который пересекает зону тектонического нарушения, находится под постоянной знакопеременной нагрузкой, что приводит к развитию сначала микро, а затем и макротрещин [3].

Среди причин аварий, наряду с чисто техногенными и природными отмечают воздействие процессов, которые возникают в результате взаимодействия природных и техногенных факторов. По своей интенсивности и опасным последствиям они нередко не только не уступают природным процессам, но весьма часто превосходят их, вызывая аварии и катастрофы.

Подготовка природно-техногенных аварий происходит в результате негативной обратной реакции природной среды на техногенное воздействие. Особенно характерна подобная негативная реакция в криолитозоне. Под влиянием строительства и эксплуатации инженерных сооружений

происходит интенсификация природных мерзлотных процессов, что является предвестником критических ситуаций в состоянии инженерных сооружений и окружающей среды.

Аварийные разрывы магистральных газопроводов это сложный процесс, сочетающий в себе явления различной физической природы, таких как зарождение и раскрытие трещины, разрушение участка газопровода, раскрытие грунтового покрытия, истечение газа в окружающую среду, перемешивание газовой струи и воздушных масс, инициирование зажигания, горение, ударно-волновые процессы.

Основу базы данных ГИС природно-техногенных аварий составляет картографическая система, формируемая на всех стадиях создания и эксплуатации магистрального трубопровода. В качестве исходной информации для формирования базы данных используется материалы дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и результаты их дешифрирования, данные наземных изыскательских и специальных работ, статистическая и природно-ресурсная информация, получаемая из федеральных и региональных государственных учреждений и оперативная информация служб эксплуатации сооружений.

Для решения задач мониторинга и обеспечения безопасной эксплуатации потенциально опасных объектов на территории РС(Я) с использованием ГИС формируется база данных, имеющая ряд особенностей, проявляющихся через характеристики, с учетом следующих требований и структуры, рис.1:

- определение и структура объекта, данные о котором содержатся в БД;
- выявление связей между объектами;
- определение основных свойств объектов, которые хранятся в БД;
- выявление связей между свойствами объектов;

- составление логической записи общей таблицы, включающей все свойства объекта;
- определение операций при использовании таблиц и создание на них основе запросов;
- создание форм ввода и вывода данных.

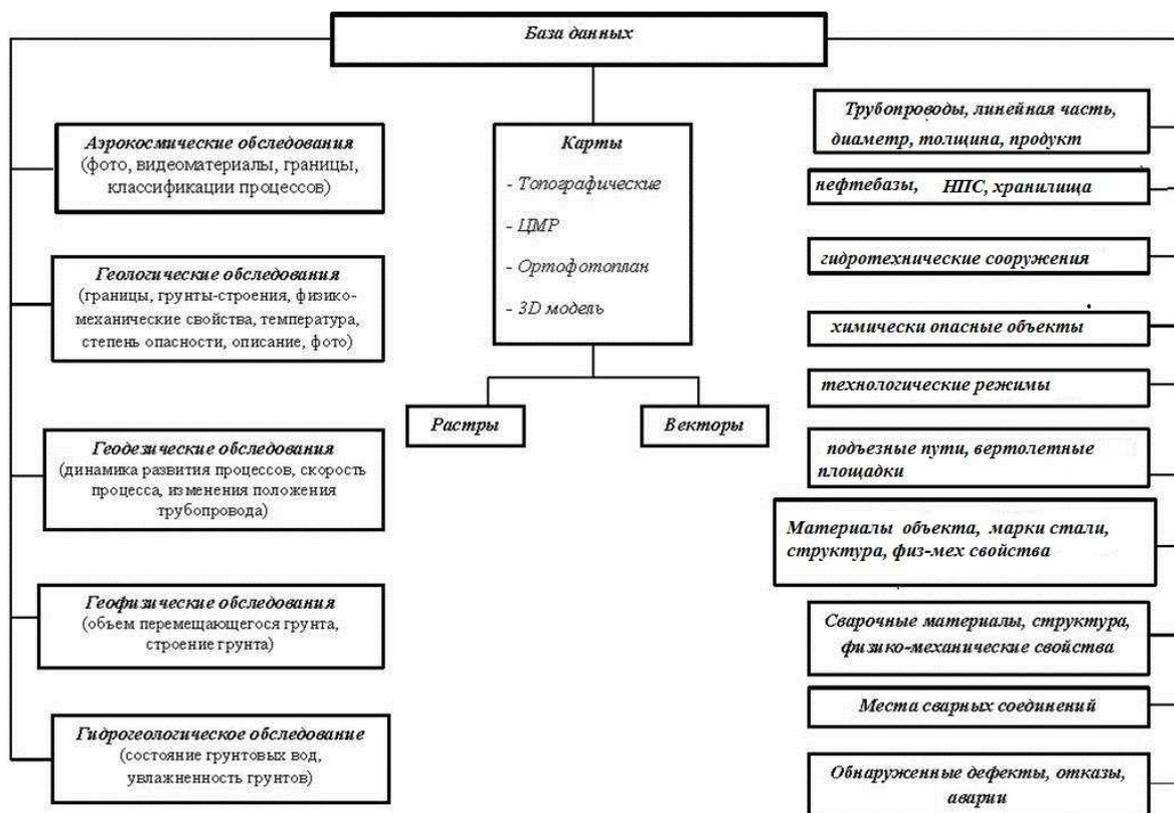


Рис. 1. Структура Базы данных.

Для отображения результатов анализа состояния потенциально опасного объекта на территории, в пределах которой, есть взаимное влияние элементов объекта и геологической среды, выделяются зоны с изменяющимися во времени границами и параметрами.

Зонирование выполняется по типу экзогенных геологических процессов и степени опасности.

Зоны формируются на основе следующих действий:

- дешифрирования и локализации индикаторов на материалах дистанционного зондирования;
- уточнения параметров экзогенных геологических процессов в ходе полевого обследования;
- измерений координат осадочных марок геодезическими методами;
- снятием показаний датчиков;
- моделированием нагрузок и воздействий.

Для оценки параметров опасных процессов, нарушающих равновесное состояние геологической среды, создаются следующие цифровые модели:

- рельефа;
- водотоков;
- растительности;
- механики грунтовых масс;
- сейсмических воздействий;
- теплового поля, формирующегося вокруг элементов потенциально опасного объекта.

Все перечисленные объекты, включая картографическую основу, элементы потенциально опасных объектов, средства мониторинга, зоны и цифровые модели, являются элементами содержания БД.

Элементы потенциально опасных объектов взаимодействуют с геологической средой, при определенных условиях эксплуатации они могут оказать заметное влияние на изменение скорости развития опасных геологических процессов.

В перечень характеристик этих объектов входит:

- наименование объекта в соответствии со спецификациями эксплуатационной документации;
- основные параметры объекта по эксплуатационной документации;

– состояние объекта на момент обследования (наблюдения).

Выделяют следующие классы участков:

– площадки, выделенные под здания, сооружения, оборудование, коммуникации и другие элементы потенциально опасных объектов;

– области, расположенные в различных административных, производственных и кадастровых границах;

– ландшафтные зоны с различными признаками;

– климатические зоны с различными характеристиками;

– геоботанические зоны;

– геологические зоны;

– зоны влияния;

– зоны опасности.

Все элементы БД необходимо связать с участками элементов потенциально опасных объектов, которые получаются пересечением важнейших зон, включая административные единицы, технологические и кадастровые участки, ландшафтные области, геологические опасности. Для связи следует использовать уникальный идентификатор зоны. Условием того, что все элементы потенциально опасных объектов получают номер участка, является топологическая корректность покрытия территории объекта участками. В такой системе организации связи между элементами базы данных потенциально опасный объект будет состоять из элементов, разделенных естественным образом разделительным оборудованием, а так же границами участков.

БД включает в свой состав электронные тематические карты, отражающие:

- топографо-геодезическую ситуацию района строительства или эксплуатации сооружения и ее изменчивость;

- техническое состояние исследуемых сооружений (остаточный ресурс, уязвимость, безотказность, уровень надежности, герметичность, коррозионная стойкость и т.п.);

- нормативно-справочную информацию (государственные федеральные и региональные нормативные акты по экологии, землепользованию и строительству, правовому положению земель и их собственников).

Организация пространственной информации в ГИС рассматривается на уровне создания логической многослойной модели картографической системы, содержащей слои по каждому компоненту организационной структуры природной и технической составляющих.

Вышеперечисленные свойства ГИС значительно повышают обоснованность и качество управляющих инженерных решений по защите магистральных трубопроводов и других важных промышленных объектов от воздействия опасных природных и природно-техногенных процессов, исключают ошибки в оценке состояния природно-техногенной системы, связанные с недостатком информации о степени опасности развития природных и природно-техногенных процессов.

Предупреждение природных и природно-техногенных аварий опирается на новые методологические направления в изучении функционирования природно-техногенной системы, которые позволяют придать исследованиям прогнозно-оценочный характер.

Для оценки экологического риска воздействия объектов нефтегазового комплекса на природные экосистемы необходимо оценить вероятность реализации определенного сценария воздействия и определить ущерб от такого воздействия по данным о площади повреждаемой территории.

В свою очередь, величины вероятности возникновения аварийных ситуаций определенного типа не будут постоянными, а будут зависеть от характеристик интенсивности техногенного, антропогенного и природного

воздействия. В результате для оценки экологического риска необходимо разработать достаточно сложные прогностические модели.

Полученные результаты исследований, направлены на решение проблем анализа и управления риском чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Для минимизации ущербов и потерь от возникновения ЧС необходимо составить паспорт риска региона и подготовить региональные сценарии развития ЧС с учетом сезона их возникновения и развития, времени ликвидации аварий, места нахождения, чтобы выработать превентивные меры устранения и систему управления по координации ликвидации последствий аварий и катастроф.

Создание подобных системных исследований особенно необходимы в регионах с малой плотностью населения и экстремальными климатическими условиями.

Литература

1. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Дворецкая Т.Н. Особенности сценарного анализа возникновения и развития катастроф // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2007. № 3. С. 3-27.
2. Слепцов О.И., Левин, А.И., Стручкова Г.П. и др. Безопасность Республики Саха (Якутия): социальные, экономические и техногенные проблемы / под редакцией В.Ю. Фридовского, В.А. Прохорова. Новосибирск, Наука, 2008, 296 с., Раздел 4.
3. Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Слепцов О.И., Левин А.И. Моделирование аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса в условиях криолитозоны. Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №3. С. 267-274. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Struchkova/Struchkova_1.pdf.

References

4. Makhutov N.A., Petrov R.S., Dubinin E.F., Dvoretckaya T.N. Osobennosti stcensrnogo analisa vozniknoveniya i rasvitiya katastrof // Problemi bezopasnosti I chrezvichaineh situasiy. 2001. 2007. № 3. S. 3-27.
5. Sleptsov O.I., Levin A.I., Struchkova G.P. i dr. Besopastost Respubliki Sakha (Yakutia): sosialnie, ekonomicheskie I technogennie problemi / pod. Red. V.Yu. Fridovskogo, V.A. Prokhorova. Novosibirsk, Nauka, , 2008, 296 s., Razdel 4.
6. Struchkova G/P/, Kapitonova T.A. Sleptsov O.I. i dr. Modelirovanie avariinih situasiy na obektah neftegazovogo kompleksa v usloviyah kriolitozoni 2012. №3. S. 267-274. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Struchkova/Struchkova_1.pdf.