

*С. Малик, А.П. Седова, Н.Н. Ткаченко*

**ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ГАЗОПРОВОДОВ В  
ГИДРОМЕТЕОУСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ПАКИСТАН**

*S. Malik, A.P. Sedova, N.N. Tkachenko*

**INFORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT SUPPORT SAFE OPERATION  
OF GAS PIPELINES IN THE HYDRO-METEOROLOGICAL CONDITIONS  
REPUBLIC OF PAKISTAN**

Обсуждаются результаты исследований, выполненных в Российском государственном гидрометеорологическом университете в области новой информационной технологии – логико-вероятностного метода для мониторинга, прогнозирования и управления качеством функционирования систем жизнедеятельности социума различного масштаба, которые относятся к классу структурно сложных систем. Даются схемы анализа и управления качеством функционирования на примере реальных систем медицинского обеспечения в Ямало-Ненецком автономном округе и безопасной эксплуатации газопроводов в гидрометеоусловиях Республики Пакистан.

*Ключевые слова:* информационные технологии, безопасность жизнедеятельности, логико-вероятностный метод, структурно-сложная система, риск некачественного медицинского обслуживания, безопасность газоснабжения

*There are discussing the research results, fulfilled in Russian State Hydrometeorological University in field of the new information technology – logic probability methods for monitoring, forecasting and controlling quality of acting life-being systems of different scale socium, that relate to structure complex systems. It is presenting plans of real systems analysis on example of real systems of medical providing in Jamal-Nenets autonomous okrug and safety of gas pipeline exploitation in hydrometeoconditions of Pakistan Republic.*

*Key words:* information technologies, life-being, logic-probability method, structure complex system, risk of non-quality medical providing, pipeline exploitation safety

**Введение**

Проблема устойчивого развития неразрывно связана с обеспечением всех видов безопасности социума – от продовольственной до военной. В выполняемой программе «Актуальные проблемы безопасности социума» секции Геополитики и безопасности Российской академии естественных наук предусмотрена разработка более тридцати научно-исследовательских работ по различным направлениям безопасности. Обеспечение безопасности социума является базовым понятием устойчивого развития и определяет способность общества управлять процессом обеспечения качества жизни урбанистического сообщества различного масштаба. Хотя трудно найти универсальный метод принятия решений для обеспечения безопасной эксплуатации

различных систем жизнеобеспечения социума для такого этапа, как оценка рисков, задачи могут быть формализованы и абстрагированы от их физической сущности. В выполненных исследованиях в качестве некоторого универсального метода применялся общий логико-вероятностный метод, а в качестве систем жизнеобеспечения рассматривались системы медицинского обеспечения на примере Ямало-Ненецкого автономного округа и газоснабжения на примере Республики Пакистан.

В обоих случаях основной платформой являлась геоинформационная система с базой данных по основным геофизическим характеристикам региона и структурой соответствующих систем жизнеобеспечения. База знаний включает в первом случае алгоритмы оптимизации структуры системы медицинского обеспечения, включая методы интеллектуализации системы для диспетчеризации пространственных процессов [2, 5], во втором случае основными являются алгоритмы оценки рисков безопасного газоснабжения при различных характеристиках системы [3,4].

### **Краткая характеристика системы газоснабжения Республики Пакистан**

В 1952 г. в ходе геологоразведочных работ, проводимых компаниями Pakistan Petroleum Limited (PPL) и Pakistan Oilfields Limited (POL), было обнаружено гигантское месторождение газа в Белуджистане. Тогда же был заложен первый трубопровод «Суй – Карачи». Он был введен в эксплуатацию в 1955 г. Общая длина трубопровода составила 558 км, а диаметр – 40,64 см. Это открытие вызвало огромный интерес и подтолкнуло пять крупных иностранных нефтяных компаний вступить в концессионное соглашение с правительством. В 50-х гг. прошлого века, эти компании провели обширные геологические и геофизические исследования и пробурили 47 разведочных скважин. В результате были обнаружены несколько небольших газовых месторождений. Но, несмотря на положительные результаты, объем выполняемых геологоразведочных работ был сокращен к концу пятидесятых годов. Это может быть объяснено стремлением компаний к получению максимальной прибыли без вложения денежных средств в разработку газовых месторождений и развитие инфраструктуры. С целью возобновления геологоразведочных работ, 04 марта 1961 г. между правительством Пакистана и СССР было подписано долгосрочное соглашение по привлечению советских специалистов и технологий для разработки газовых месторождений. В его рамках была создана Корпорации Развития Нефти и Газа (OGDC). В настоящее время в Пакистане исследованы и разработаны 54 газовых месторождения. За их развитие отвечают 15 местных и международных компаний. Основными Пакистанскими компаниями, участвующими в очищении, передаче и распределении природного газа на территории страны, являются Sui Northern Gas Pipelines Limited (SNGPL) и Sui Southern Gas Company Limited (SSGCL). На рис. 1 показана общая схема рассматриваемой газопроводной системы.

Территория охвата компании SSGCL простирается от Суй в Белуджистане до Карачи в провинции Синд и составляет более 3220 км трубопровода высокого давления и обеспечивает более 1200 городов. В 2009-2010 гг. было продано 388 млн кубических футов газа 2,2 миллионам потребителей этих регионов через дистрибьюторскую сеть протяженностью более 37000 км. SNGPL является крупнейшей газовой компанией, обслуживающей более 3,4 миллиона потребителей в северной и центральной частях Пакистана. Она

обеспечивает территории от Суи в Белуджистане до Пешавар в Хайберский Пахтунский Хва. Протяженность основной магистрали составляет 7347 км, что позволяет обеспечить 1624 города. Распределенная система состоит из 67449 км трубопроводов.

Применение общего логико-вероятностного метода для оценки рисков в системе газоснабжения предполагает в качестве первого этапа научно обоснованное построение схемы функциональной целостности системы [6], т.е. представление структуры на рис. 1 в формализованном виде для последующего применения стандартных процедур [ 3 ].

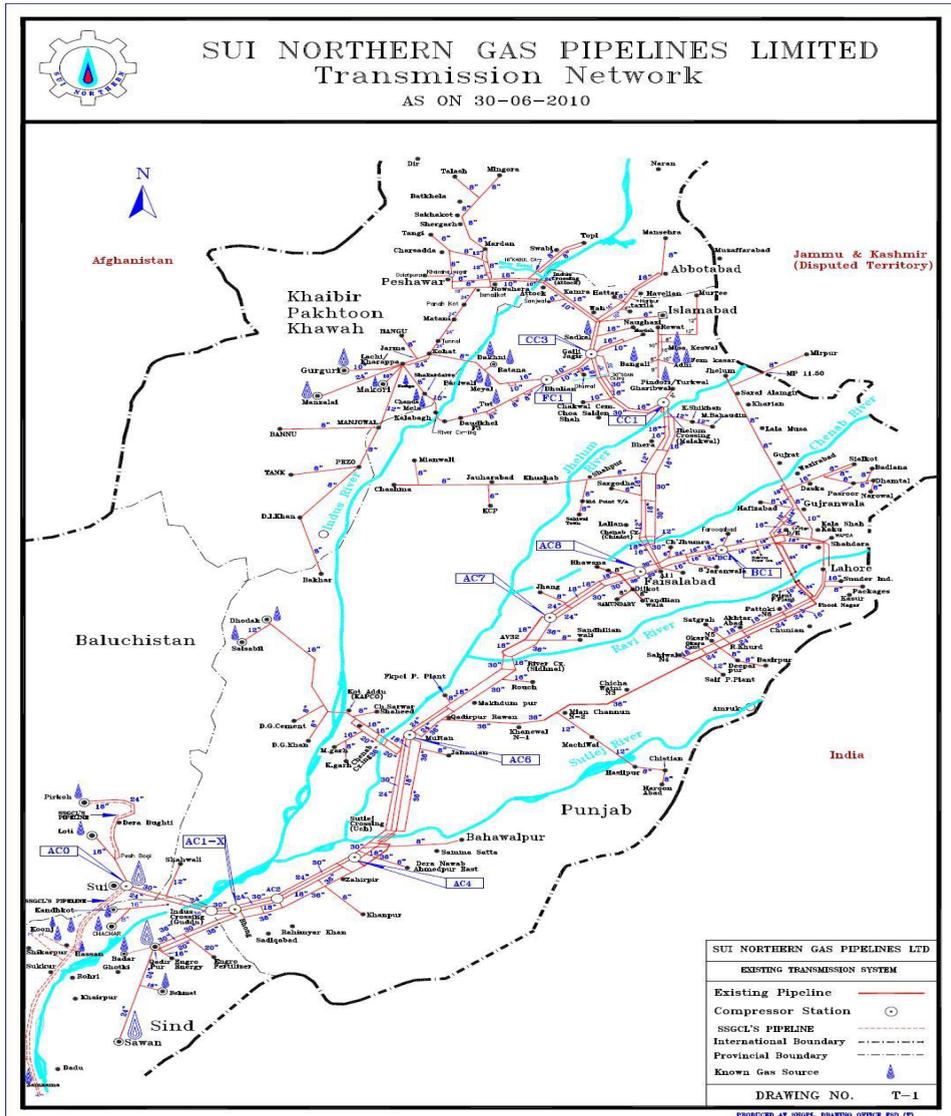


Рис.1. Общая схема газопроводной системы Республики Пакистан

Для построения схемы функциональной целостности системы (СФЦ) необходимо на основе статистического анализа влияния различных факторов оценить вероятностные, логические и ситуационные характеристики системы: физические и пространственные характеристики газопроводов в геоинформационной системе, пространственное распределение влияющих гидрометеоусловий, статистику террористических актов и их масштаб, форсмажорные природные и антропогенные факторы.

**Физические характеристики газопроводов**

Сеть трубопроводов расположена вдоль основных дорог страны и состоит из труб большого диаметра, предназначенных для транспортировки газа под большим давлением. Диаметр труб варьируется от 8 до 92 см, а длина отдельных участков достигает 288 км. На рис.2, 3 в качестве примера приводятся статистические характеристики длин и диаметров газопроводных труб.

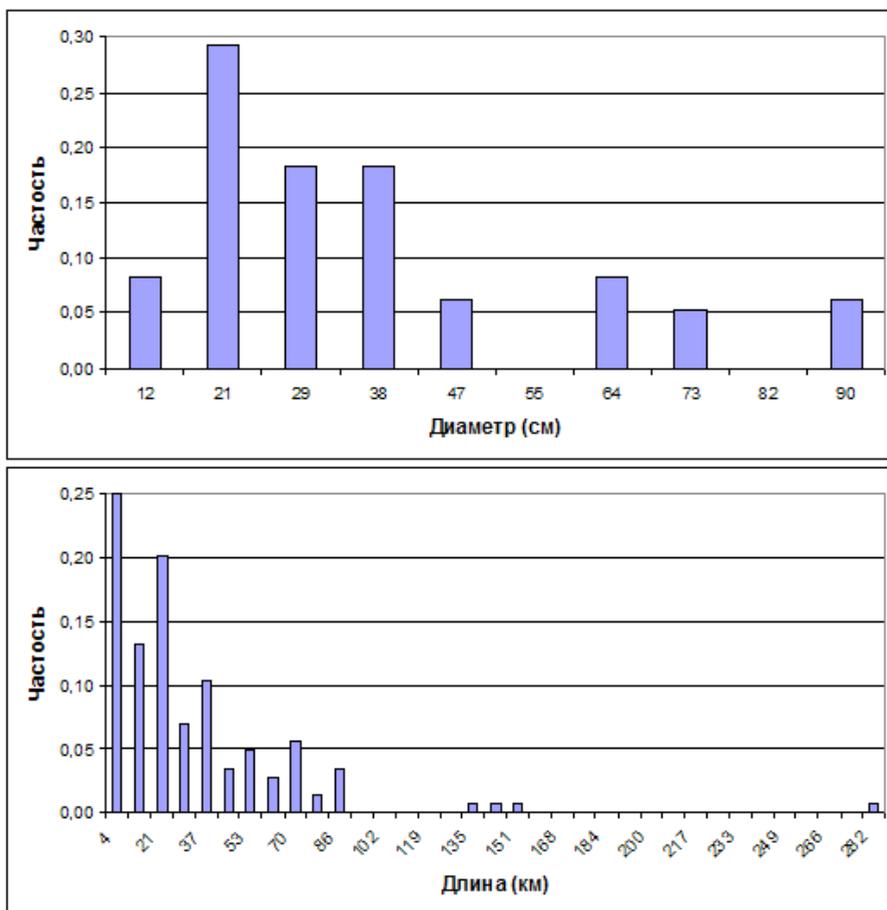


Рис.2. Статистические характеристики диаметров и длин газопроводных труб

Как видно из представленных выше графиков, большая часть газопроводной инфраструктуры состоит из участков, протяженностью не более 30 км с диаметром от 15 до 40 см. Аналогичным образом производится анализ срока эксплуатации труб, статистика природных и техногенных влияний, что позволяет оценить вероятностные и логические характеристики для применения логико-вероятностных методов оценки рисков в системе и выработки соответствующих рекомендаций. Проблемы безопасной эксплуатации газопроводов заключаются в том, что большая часть информации о трубопроводах компаний SSGC и SNGPL имеется только в виде традиционных печатных карт и лишь незначительная часть была оцифрована. Сами же карты и техническая информация о магистралях хранятся в региональных отделениях компании. Централизованная система мониторинга, заблаговременного выявления неисправностей на трассе, а также интеллектуальная система принятия решений при устранении техногенных катастроф в Пакистане отсутствуют. Статистический анализ позволяет заключить, что основными причинами аварий на магистралях газопровода являются:

- коррозия труб в результате износа, а также воздействия погодных явлений, что не только создает пожароопасную ситуацию, но и является причиной увеличения доли неучтенного природного газа, в 2008 г.; неучтенный природный газ только для региона Карачи составил 3,8% от общего объема и уже в 2009 г. вырос до 4,9%;
- утечки в суставах, которые возникают в результате неправильного монтажа конструкций и заводских дефектов труб;
- одной из самых распространенных и крайне трудных для обнаружения причин разрушения подземной части трубопровода является давление грунта;
- нередки случаи человеческого вмешательства при проведении строительных работ близ трубопроводов;
- наводнения приводят к разрушительным последствиям, например, в результате разрушительного наводнения в 2010 г. было выведено из строя 900 км газопровода, что привело к потерям в размере 270 млн долл;
- землетрясения, обусловленные расположением Республики Пакистан на двух континентальных плитах, движения которых приводят к геодинамической активности в регионе, а сейсмическая активность выше 3-х баллов по шкале Рихтера способна вызвать деформацию и повреждение трубопровода;
- террористические акты, которым наиболее подвержены магистрали газопровода, находящиеся на западе и юге страны; только в 2010 г. было совершено более 300 нападений.

Утечки газа могут быть обнаружены вследствие: отсутствия давления на последующих компрессорных станциях; организации диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA); жалобы клиентов.

Статистический анализ влияния перечисленных факторов позволяет оценить риски и выработать рекомендации в геоинформационной системе по прогнозированию, предотвращению и оптимизации структуры газоснабжения. Некоторые элементы пространственного анализа приведены в таблице.

**Анализ приоритетности факторов влияния на аварии газопроводов в провинциях Пакистана**

Причины аварий	Провинции			
	1	2	3	4
Наводнения	Пенджаб	Синд	Хайбер-Пахтунхва	Белуджистан
Землетрясения	Хайбер-Пахтунхва	Белуджистан	Пенджаб	Синд
Террористические акты	Белуджистан	Хайбер-Пахтунхва	Синд	Пенджаб
Ущерб от строительных работ	Пенджаб	Синд	Хайбер-Пахтунхва	Белуджистан

**Заключение**

Для вычисления вероятностей риска необходимо учитывать как особенности местности, так и геополитические условия страны. Для этого необходимо смоделировать факторы риска для каждого региона. В таблице представлены распространенные причины аварии и вероятность их появления в четырех провинциях (1 – максимальная вероятность, 4 – минимальная). Например, наводнение может представлять угрозу для газопроводов только в определенных частях страны, таких как Пенджаб и Синд. Это же касается и землетрясений – вся территория республики может быть разделена на зоны с различными вероятностями геодинамической активности. Наиболее сейсмоопасными районами являются Хайбер-Пахтунхва и Белуджистан. Также анализ ситуации в отношении четырех регионов Пакистана может быть сделан на основе исторических свидетельств, таких как количество терактов в регионе, частота выхода из строя магистралей из-за определенных событий и т.д.

В качестве одного из основных выводов можно указать на целесообразность регионализации системы газоснабжения по сравнению с существующей единой системой, подтвердив возможность существенного повышения безопасности эксплуатации систем газоснабжения за счёт внедрения современных информационных технологий в базе знаний геоинформационной системы газоснабжения Республики Пакистан.

**Литература:**

1. *Митько В.Б., Минина М.В.* Прогнозирование рисков в системе реагирования на чрезвычайные ситуации. Труды сем. «Проблемы риска в техногенной и социальной сферах», СПб, 2004, с.57-59
2. *Ивакин Я.А.* Методы интеллектуализации промышленных геоинформационных систем для диспетчеризации пространственных процессов. // Под ред. Р.М. Юсупова.-СПб.: СПИИРАН, 240 с.
3. *Можжаев А.С.* Универсальный графоаналитический метод, алгоритм и программный модуль построения монотонных и немонотонных логических функций работоспособности систем. // Труды международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах.-СПб.: Изд СПбГУАП, 2003, с. 28-34
4. *Рябинин И.А.* Надёжность и безопасность структурно-сложных систем.-СПб.: Изд-во С.-Петербургского Ун-та, 2007, 276 с.
5. *Яковлев В.В.* Экологическая безопасность, оценка риска.- СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008, 398 с.
6. *Малик С., Минина М.В., Соболева К.В.* Технологии информационной поддержки экологического менеджмента водопользования. Известия ЮФУ; №9, Технические науки. 2011, с. 200-206.