



УДК 622.692.4

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЭТАПНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF STAGE-BY-STAGE TRUNK GAS PIPELINES SAFETY SYSTEM

Алекперова Саялы Тагиевна

директор по управлению проектами
и перспективному развитию,
ООО «ИДК Эксперт»
sa_li@list.ru

Ревазов Алан Михайлович

доктор технических наук, профессор,
Российский государственный университет
нефти и газа им. И.М. Губкина
(Национальный исследовательский университет)
alanrevazov@rambler.ru

Alekperova Sayali Tagievna

Director of Project Management
and Perspective Development,
EDC Expert
sa_li@list.ru

Revazov Alan Mikhaylovich

Doctor of Engineering sciences, Professor,
Gubkin Russian State University of Oil
and Gas (National Research University)
alanrevazov@rambler.ru

Аннотация. Анализ условий осуществления современных проектов по строительству новых и реконструкции действующих магистральных газопроводов выявил необходимость обеспечения их безопасности. При этом объективный анализ безопасности магистральных газопроводов возможен при условии прогнозирования и оценки риска аварий с учетом влияния негативных факторов, сопровождающих процесс строительства и в наибольшей степени проявляющих себя на этапе эксплуатации. Кроме того, например, стесненные условия строительства и эксплуатации магистральных газопроводов с одной стороны усугубляют влияние последствий аварийной ситуации в случае её возникновения, а с другой – являются дополнительным провоцирующим фактором. Цель проводимого автором исследования заключалась в обеспечении безопасности МГ путем планирования дополнительных мероприятий, с использованием специально разработанной системы, учитывающей условия осуществления работ по строительству/реконструкции и дальнейшей эксплуатации МТ в условиях наличия факторов влияния, имеющих переменчивый характер.

Ключевые слова: строительство, реконструкция, эксплуатация, магистральные газопроводы, безопасность, дополнительные мероприятия, управление риском, факторы влияния, опасный производственный объект, барьеры безопасности.

Annotation. Analysis of the conditions for the implementation of modern projects for the construction of new and reconstruction of existing trunk gas pipelines has revealed the need to ensure their safety. At the same time, an objective analysis of the safety of trunk gas pipelines is possible provided that forecasting and assessment of the accident risk taking into account the influence of negative factors on the construction process stage and which are most manifest at the operational stage. At the same time, an objective analysis of the safety of trunk gas pipelines is possible provided that forecasting and assessment of the accident risk will be ensure into account the influence of negative factors on the construction process stage and which are most manifest at the operational stage. For example straitened conditions of trunk gas pipelines construction and operation on the one hand exacerbate the impact of the consequences of an emergency and on the other, are an additional provoking factor.

Keywords: construction, reconstruction, operation, trunk gas pipelines, safety of trunk gas pipelines, additional measures, risk management, influential factors, dangerous industrial facilities.

Предмет исследования: обеспечение безопасности магистральных газопроводов.

Subject: *safety of trunk gas pipelines*

Цели: цель проводимого автором исследования заключалась в обеспечении безопасности МГ путем планирования дополнительных мероприятий с использованием специально разработанной системы, учитывающей условия осуществления работ по строительству / реконструкции и дальнейшей эксплуатации магистральных трубопроводов в условиях наличия факторов влияния, имеющих переменчивый характер.

Purposes: *the purpose of the author research was to ensure the safety of the trunk gas pipelines by planning additional measures using a specially developed Stage-by-stage trunk gas pipelines safety System that takes into account the conditions of the construction/reconstruction and further operation of the MT in the presence of mutable influential factors.*



Материалы и методы: в процессе исследования применялись подходы, лежащие в основе факторного анализа, а также метод экспертных оценок

Materials and methods: factor analysis, expert evaluation methods.

Результаты: в статье представлены результаты разработки и применения Системы поэтапного обеспечения безопасности (СПОБ) магистральных газопроводов (МГ), целью которой является рациональное, с учетом стадии реализации проекта, планирование дополнительных мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ в условиях наличия факторов влияния.

Results: the article presents the results of the development and application of the Stage-by-stage gas trunk pipelines safety System the point of which is rational, taking into account the stage of project implementation, planning additional measures to ensure the safety of trunk gas pipelines in the presence of influence factors.

Выводы: разработана методика выбора мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ, учитывающая особенности принятия решений в условиях нечетких множеств.

Разработанная Система поэтапного обеспечения безопасности магистральных газопроводов учитывает один из важнейших принципов планирования мероприятий, направленных на обеспечение безопасности МГ – инвестиционную целесообразность внедрения конкретных КМ с учетом стадии осуществления проекта.

Проведен анализ практического применения Системы. Выявлено распределение, в том числе по приоритетности, КМ в зависимости от стадии осуществления инвестиционных проектов.

Conclusions: a methodology has been developed for choosing the measures ensuring the security of the gas trunk pipelines, taking into account the specifics of decision making in conditions of fuzzy sets.

The developed Stage-by-stage gas trunk pipelines safety System takes into account one of the most important principles of planning activities aimed at ensuring security of gas trunk pipelines – the investment feasibility of implementing specific additional measures taking into account the stage of the project.

Благодарности: автор выражает особую благодарность всему профессорскому и преподавательскому составу Факультета проектирования, сооружения и эксплуатации систем трубопроводного транспорта (ФПСиЭСТТ) Российского Государственного Университета (Национального исследовательского Университета) нефти и газа им. И.М. Губкина и лично: декану факультета профессору Короленку Анатолию Михайловичу, профессору Кафедры сооружения и ремонта газонефтепроводов и хранилищ Ревазову Алану Михайловичу, профессору Кафедры Проектирования и эксплуатации газонефтепроводов Полякову Вадиму Алексеевичу, заведующему Кафедрой сооружения и ремонта газонефтепроводов и хранилищ профессору Васильеву Геннадию Германовичу, а также заведующему Кафедрой промышленной безопасности и охраны окружающей среды Факультета инженерной механики, профессору Глебовой Елене Витальевне.

Автор также благодарит Галкина Василия Александровича и Чуркина Глеба Юрьевича.

Acknowledgements: the author expresses special gratitude to the professorial and teaching staff of the Faculty of Design, Construction and Exploitation of Pipeline Transport Systems of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) and personally to: Professor Anatoly Korolyenok, Professor Alan Revazov, Professor Vadim Polyakov, Professor Gennady Vasilyev, and to head of Department of Industrial Safety and Environmental Protection Professor Elena Glebova.

The author also thanks Vasily Galkin and Gleb Churkin.

Введение

Современная система магистральных газопроводов (МГ), обеспечивающая стабильные поставки потребителю углеводородного сырья и продуктов его переработки, охватывает собой все регионы Российской Федерации и экспортные направления.

Необходимость обеспечения безопасности МГ на этапах проектирования, строительства / реконструкции, ввода в эксплуатацию и эксплуатации определена требованиями Федерального законодательства.

Анализ условий осуществления современных проектов по строительству новых и реконструкции действующих трубопроводов выявил необходимость обеспечения их дополнительной безопасности. При этом объективный анализ безопасности МГ возможен при условии прогнозирования и оценки риска аварий с учетом влияния негативных факторов, сопровождающих процесс строительства и в наибольшей степени проявляющихся себя на этапе эксплуатации. Кроме того, например, стесненные условия строительства и эксплуатации МТ с одной стороны усугубляют влияние последствий аварий-



ной ситуации в случае её возникновения, а с другой – являются дополнительным провоцирующим фактором. Имеется в виду, что расположение МГ в непосредственной близости от соседствующих объектов повышает вероятность возникновения аварии ввиду нарушения охранной зоны МГ.

В этой связи, важно обеспечить непрерывную актуализацию оценки безопасности МГ на каждом из этапов осуществления инвестиционных проектов, а именно: проектирования, строительства/реконструкции, ввода в эксплуатацию и эксплуатации. Реализация данного подхода обеспечит максимально объективный учет фактических условий дальнейшей эксплуатации МГ. Кроме того, необходимо расширения подходов к идентификации опасностей, провоцирующих аварийность линейной части МГ и планированию мероприятий на каждом из этапов осуществления инвестиционных проектов строительства и реконструкции МГ. Это и обуславливает актуальность решения научной задачи углубленного анализа безопасности МГ на каждом из этапов осуществления инвестиционных проектов и оптимального планирования мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ.

Целью работы является обеспечение безопасности МГ путем планирования дополнительных мероприятий, с использованием специально разработанной системы, учитывающей условия осуществления работ по строительству/реконструкции и дальнейшей эксплуатации МГ при наличии факторов влияния, имеющих переменчивый характер.

Обзор литературы

Для систематизированного хранения сведений о дополнительных мероприятиях применялся фасетный метод классификации.

Вопросам идентификации опасностей и обеспечения безопасности магистральных трубопроводов современных проектов посвящены исследования многих ученых различных стран, накоплен значительный практический опыт. В этом плане следует отметить наиболее известных отечественных исследователей Апостолов А.А., Гуревич Д.С., Кукало И.А., Кучин Б.Л., Кононов А.А., Поликарпов А.К., Ревазов А.М., Седых А.Д., Стиславский А.Б., Цыгичко В.Н., Черныш К.В., Лисанов М.В. и др.

Сделан вывод о том, что при анализе и прогнозировании риска аварий линейной части МГ особо важным представляется учет факторов влияния, провоцирующих аварийность линейной части газопровода и мероприятий, направленных на обеспечение безопасности МГ.

С целью оценки достаточности предлагаемых компенсирующих мероприятий возможно применение прецедентной экспертной системы, и использование принципов «расстановки» барьеров безопасности. Для оптимального использования и практического внедрения опыта осуществления проектов строительства и реконструкции МГ представляется целесообразным ведение базы знаний, имеющей в своей структуре Классификатор дополнительных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности МГ.

Материалы и методы

Для определения специфики современных направлений развития систем МГ были проанализированы проекты, реализация которых осуществлялась в период с 2010 по 2014 гг. включительно.

В процессе анализа изучались фактические условия осуществления проектов на предмет соответствия их требованиям нормативных документов [1–12].

При выявлении факторов влияния проводился анализ статистических данных по аварийности магистральных трубопроводов [13]. Для оценки степени критичности факторов влияния применялся метод экспертных оценок и факторный анализ [14–16].

Результаты исследования

В результате проведенного анализа [17] выявлена необходимость непрерывной актуализации оценки безопасности МГ на каждом из этапов осуществления инвестиционных проектов, а именно: проектирования, строительства/реконструкции, ввода в эксплуатацию и эксплуатации. Реализация данного подхода обеспечит максимально объективный учет фактических условий дальнейшей эксплуатации МГ. Имеется в виду, что расположение МГ в непосредственной близости от соседствующих объектов повышает вероятность возникновения аварии из-за нарушения охранной зоны МГ. По этой причине, с целью оптимального управления риском [18], планирование дополнительных мероприятий должно осуществляться на каждой из стадий реализации проекта и учитывать все вышеперечисленные особенности, свойственные современным проектам.

В этой связи необходимо расширение подходов к идентификации опасностей, провоцирующих аварийность линейной части МГ и планированию мероприятий [18] на каждом из этапов осуществления инвестиционных проектов строительства и реконструкции МГ. Это обуславливает актуальность углубленного анализа безопасности МГ на каждом из этапов осуществления инвестиционных проектов и оптимального планирования мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ.



В процессе исследования были выявлены факторы влияния, рассмотрены их возможные сочетания на единичном участке МГ и дана оценка критичности каждого их факторов влияния [17].

Рассмотрение вопросов обеспечения безопасной эксплуатации МГ осуществлялось на основе идентификации и оценки выявленных факторов влияния.

В качестве критериев оценки степени влияния, с учетом специфики рассматриваемой области, были выбраны:

- возможность предупреждения/снижения негативного влияния фактора на этапах, предшествующих эксплуатации;
- продолжительность проявления фактора;
- возможность своевременного выявления фактора;
- объем возможных утечек из образовавшегося вследствие влияния фактора дефектного отверстия;
- объем работ на восстановление целостности трубопровода после влияния фактора.

В результате проведенного анализа с применением метода экспертной оценки были получены наиболее критичные факторы влияния.

Важнейшим аспектом в вопросе эффективного управления риском является планирование дополнительных мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ с учетом стадии реализации проекта, а также наличия конкретных факторов влияния. Для систематизации знаний о применяемых дополнительных (компенсирующих) мероприятиях (далее – КМ), предлагаемых для обеспечения безопасности МГ при наличии конкретных факторов влияния, необходимо решить задачу формализованного описания КМ. Данная задача решалась посредством разработки [19] и совершенствования [20] соответствующего Классификатора.

Усовершенствованный Классификатор [20], позволяет максимально быстро ориентироваться в специфике каждого мероприятия, а также выбрать наиболее подходящее, с учетом условий строительства, мероприятие.

Кроме учета специфики КМ к Классификатору предъявлялись следующие дополнительные требования:

- необходимость учета множества аспектов при классификации КМ;
- необходимость актуализации Классификатора по результатам анализа положений актуализированных редакций нормативных документов и статистики аварийности;
- гибкость структуры Классификатора и возможность пополнения их новыми сведениями о КМ;
- наглядность Классификатора и возможность использования его для установления зависимостей между КМ.

Данный Классификатор [21] имеет фасетную структуру с признаками, представленными в таблице 1.

Выбор КМ, осуществляется по следующим критериям:

- преимущество технических мероприятий перед организационными;
- преимущество предупреждения аварии перед её локализацией;
- преимущество направленности КМ непосредственно на МГ;
- использование принципа «расстановки» барьеров безопасности при выборе актуальных мероприятий, определяющего достаточность предлагаемого набора мероприятий для случаев несоблюдения требований в части минимально допустимых расстояний (далее — МДР) от МГ до объектов инфраструктуры.

Для определения эффекта от внедрения КМ был применен подход, предложенный П.М. Брусиловским [22]. При этом МГ рассматривался, как некая система, цель которой состоит в функционировании на протяжении интервала времени $[0, t]$, а КМ рассматривались как резервы системы, необходимые для подготовки к авариям.

Вопросы предотвращения аварийных ситуаций рассматривались в контексте своевременного обнаружения предпосылок аварии. Поэтому эффективность комплекса КМ определялась условием сочетания «конструктив + мониторинг».

Количество КМ определялось с учетом наличия конкретных факторов влияния.

После предоставления нечеткого множества КМ на основе стадии реализации проекта, задается информация о стадии реализации проекта. Далее система оставляет только те КМ, направленные на конструктив и мониторинг, которые удовлетворяют следующим условиям:

- учет стадии реализации проекта;
- учет фактических факторов влияния, характерных для конкретного проекта.



Таблица 1 – Классификационные признаки КМ

Table 1 – Classification characteristics of additional measures

№ Фасета	Наименование Фасета	№ Подгруппы	Наименование подкатегории
I	Направленность компенсирующего мероприятия <i>Orientation of additional measures</i>	IA	Предупреждение инцидента <i>Incident prevention</i>
		IB	Своевременное обнаружение и идентификация инцидента <i>Timely detection and identification</i>
		IC	Локализация последствий инцидента <i>Localization of the consequences of the incident</i>
		ID	Устранение последствий инцидента <i>Elimination of the consequences of the incident</i>
II	Характер компенсирующего мероприятия <i>Nature of the compensating event</i>	IIA	Организационное <i>Organizational</i>
		IIB	Техническое <i>Technical</i>
		IIC	Организационно-техническое <i>Composite</i>
III	Стадия жизненного цикла трубопровода <i>Trunk pipeline life cycle stages</i>	IIIA	Инженерные изыскания <i>Engineering survey</i>
		IIIB	Проектирование <i>Designing</i>
		IIIC	Строительство МГ <i>Construction</i>
		IIID	Предпусковые испытания МГ <i>Pre-start tests</i>
		IIIE	Эксплуатация МГ <i>Operation</i>
		IIIF	Реконструкция МГ <i>Reconstruction</i>
		IIIG	Консервация МГ <i>Suspense</i>
		IIIH	Ликвидация МГ <i>Liquidation</i>
IV	Область внедрения компенсирующих мероприятий <i>Field of additional measures implementation</i>	IVA	Металл трубы <i>Pipe's metal</i>
		IVB	Конструкция трубопровода, вспомогательные устройства <i>Pipeline construction, auxiliary devices</i>
		IVC	Средства и методы диагностики, испытания, контроля <i>Means and methods of diagnostics, testing, control</i>
		IVD	Обустройство трассы МГ <i>Furnishing of pipeline route</i>
		IVE	Средства локализации и ликвидации последствий инцидента <i>Means of localization and liquidation of the consequences of the incident</i>

Для получения объективной картины снижения ущерба от аварии необходимо задать значения эффективности КМ.

Задача сводилась к упорядочиванию элементов множества X по критериям из множества G .

Пусть $\mu_{G_i}\{X_j\}$ – число в диапазоне $[0, 1]$, которое характеризует уровень оценки варианта

$X_j \in X$ по критерию $G_j \in G$: чем больше число $\mu_{G_i}\{X_j\}$, тем выше оценка варианта X_j по критерию G_i , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, k}$. Тогда критерий G_i можно представить в виде нечеткого множества \tilde{G}_i на универсальном множестве вариантов X :

$$\tilde{G}_i = \left\{ \frac{\mu_{G_i}(X_1)}{X_1}, \frac{\mu_{G_i}(X_2)}{X_2}, \dots, \frac{\mu_{G_i}(X_k)}{X_k} \right\}, \quad X_j \in X, \quad (1)$$

где $\mu_{G_i}\{X_j\}$ – степень принадлежности элемента X_j нечеткому множеству \tilde{G}_i .



При неравновесных критериях:

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{G_i}(X_1))^{\alpha_i}}{X_1} \cdot \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{G_i}(X_2))^{\alpha_i}}{X_2} \cdot \dots \cdot \frac{\min_{i=1,n} (\mu_{G_i}(X_k))^{\alpha_i}}{X_k} \right\}, \quad (2)$$

где α_i – коэффициент относительной важности критерия G_i , $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = 1$.

Показатель степени α_i в формуле свидетельствует о концентрации нечеткого множества \tilde{G}_j в соответствии с мерой важности критерия G_i .

Руководствуясь Классификатором КМ и критериями выбора КМ, была принята следующая зависимость подготовленности системы от показателя эффективности КМ, приведенная в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели эффективности мероприятий в зависимости от классификационных признаков

Table 2 – Effectiveness indicators of measures depending on the classification characteristics

Приоритетные классификационные признаки КМ Priority classification characteristics of additional measures		Показатели эффективности одного КМ Effectiveness indicators
EIA	Направленность КМ на предотвращение аварии Orientation on Incident prevention	0,5
EIVA, B	Область внедрения КМ – металл трубы, конструкция трубопровода, вспомогательные устройства Field of additional measures – Pipe’s metal, construction and auxiliary devices	0,3
EIIB	Технический характер компенсирующего мероприятия Technical nature of additional measure	0,2

Качество расходования ресурсов, т.е. степень подготовленности системы к аварии будет определяться наличием КМ, сочетающих в себе все три приоритетных классификационных признака.

С этой целью были выявлены все возможные результирующие значения индексов эффективности КМ, для случая наличия хотя бы одного приоритетного признака:

$$M_2 = F \{E_{IA}, E_{IVA,B}\} = 0,8;$$

$$M_3 = F \{E_{IA}, E_{IIB}\} = 0,7;$$

$$M_4 = F \{E_{IIB}, E_{IVA,B}\} = 0,5.$$

Кроме того, определен подход к выбору комбинаций КМ с учетом имеющихся целей и ограничений, обусловленных стадией осуществления инвестиционного проекта и наличием конкретных факторов влияния, а также разработана методика выбора мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ с учетом указанного выше подхода, учитывающая особенности принятия решений в условиях нечетких множеств.

Определяющие цели Системы поэтапного обеспечения безопасности магистральных газопроводов включают в себя:

1) Совершенствование системы принятия решений в части обеспечение безопасности МГ с учетом наличия конкретных факторов влияния.

2) Всесторонний учет факторов влияния при прогнозировании риска аварий линейной части МГ, а также условий его строительства и дальнейшей эксплуатации.

3) Сбор, хранение и пополнение знаний в части обеспечения безопасности МГ, получаемых при осуществлении проектов строительства и реконструкции МГ.

4) Оптимальная интеграция получаемых знаний в смежные проекты.

В основе информационной базы знаний заложены три блока, приведенные ниже:

1. Систематизация, хранение и пополнение информации о специфике современных проектов строительства и реконструкции МГ;

2. Систематизация и хранение знаний о КМ;

3. Применение знаний при осуществлении работ по аналогичным проектам.

Цели и задачи Методики выбора мероприятий воплощаются посредством 5 этапов, составляющих структуру СПОБ:

этап 1 – анализ стадии осуществления инвестиционного проекта;

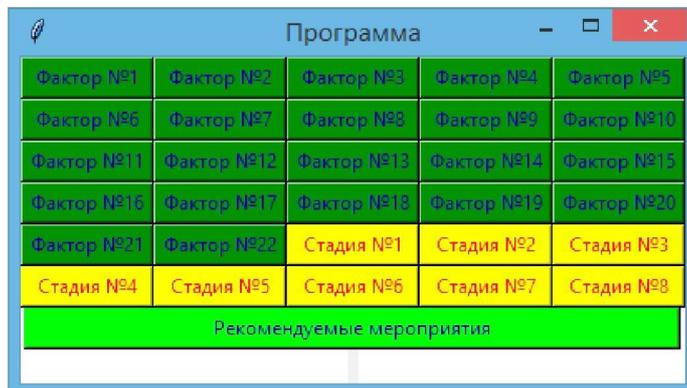
этап 2 – анализ результатов инженерных изысканий;

этап 3 – выявление факторов влияния, присущих конкретному проекту;

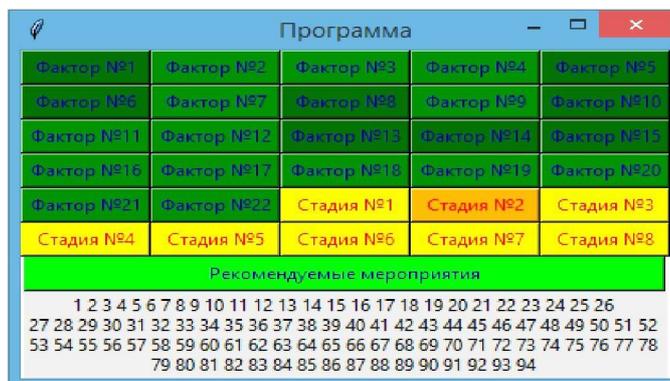


этап 4 – анализ проектных решений;
 этап 5 – планирование дополнительных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности МГ.

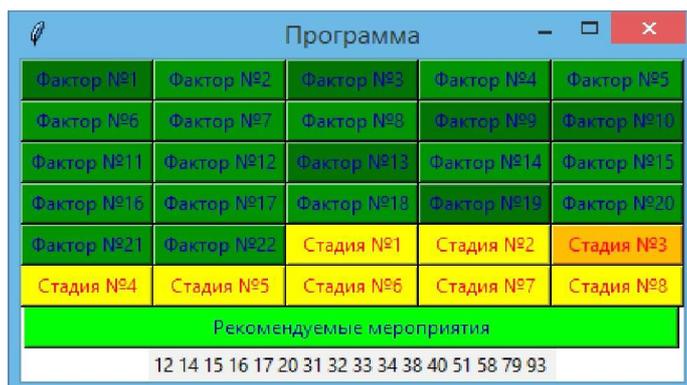
Интеллектуальная система планирования мероприятий [23], являющейся структурой СПОБ была апробирована посредством разработки «пилотной» версии, фрагменты интерфейса которой представлены на рисунке 1.



Начало работыСтартовое окно



Результат для стадии № 2 (проектирование)
 в условиях наличия факторов влияния f1, f5, f6, f8, f10, f13, f14, f15



Результат для стадии № 3 (строительство)
 в условиях наличия факторов влияния f1, f3, f9, f10, f13, f19

Рисунок 1 – Иллюстрации (скрин-шоты) Интеллектуальной системы планирования мероприятий, обеспечивающих безопасность магистральных трубопроводов

Планирование дополнительных мероприятий с учетом всех вышеизложенных подходов направлено на комплексный учет всех возможных опасностей, оказывающих влияние на безопасную эксплуатацию МГ, а также оптимальное распределение средств, с целью обеспечения безопасности МГ, которая напрямую зависит от мероприятий, предлагаемых на каждой из стадий реализации инвестиционного проекта.



Выводы

1. Разработана методика выбора мероприятий, обеспечивающих безопасность МГ, учитывающая особенности принятия решений в условиях нечетких множеств.
2. Разработанная Система поэтапного обеспечения безопасности магистральных газопроводов учитывает один из важнейших принципов планирования мероприятий, направленных на обеспечение безопасности МГ – инвестиционную целесообразность внедрения конкретных КМ с учетом стадии осуществления проекта.
3. Проведен анализ практического применения Системы. Выявлено распределение, в том числе по приоритетности, КМ в зависимости от стадии осуществления инвестиционных проектов.

Литература:

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ, принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 июня 1997 г. в действующей ред. от 04.03.2013. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – Редакция документа с учетом изменений и дополнений подготовлена АО «Кодекс».
2. О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса : федер. закон Рос. Федерации от 21 июля 2011 г. № 256-ФЗ, принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 6 июля 2011 г., одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 13 июля 2011 г. – М. : СПС «Гарант», 2011.
3. О безопасности машин и оборудования : Технический регламент Таможенного союза, утв. постановлением Правительства Рос. Федерации. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – Сер. 03. – Вып. 70.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ, принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г., одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – 2-е изд. – Сер. 19. – Вып. 01.
5. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : федер. закон Рос. Федерации от 30 дек. 2009 г. № 384-ФЗ, принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23 дек. 2009 г., одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 дек. 2009 г. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013.
6. О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах : Технический регламент Таможенного союза, утв. решением Комис. Тамож. союза от 18 окт. 2011 г. № 825. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – Сер. 03. – Вып. 71.
7. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств : федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности, утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 г. № 96. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – Сер. 09. – Вып. 37.
8. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности : федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности, утв. приказом Ростехнадзора от 12 марта 2013 г. № 101. – М. : ЗАО НТЦ ПБ, 2013. – Сер. 08. – Вып. 19.
9. Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов : федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности, утв. приказом Ростехнадзора от 6 нояб. 2013 г. № 520 // Бюл. норматив. актов федер. органов исполн. власти. – 2014. – № 1.
10. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» : Постановление Правительства № 1521 от 26.12.2014.
11. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы (актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*), утв. приказом Госстроя от 25 дек. 2012 г. № 108/ГС; введ. 01.07.2013. – М. : Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2012.
12. СП 86.13330.2014. Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* «Магистральные трубопроводы» (СП 86.13330.2012)), утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 февраля 2014 г. № 61/пр, введ. 01.06.2014. – М. : Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2014.
13. Чубукова И.А. Data Mining : учебное пособие. – М. : ИНТУИТ, БИНОМ. Л3, 2008.
14. Мартемьянов М.Ф., Лазарева Т.Я. Экспертные методы принятия решений. – Т. : ТГТУ, 2010.
15. Седых А.Д., Апостолов А.А., Кучин Б.Л. Идентификация риска линейной части магистральных газопроводов. – М. : Газойл пресс, 2001 г.
16. Ревазов А.М., Алекперова С.Т. Идентификация и оценка влияния факторов эксплуатации, провоцирующих аварийность на магистральных газопроводах // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 3. – С. 39–42.
17. Ревазов А.М., Алекперова С.Т. Система поэтапного обеспечения безопасности магистральных трубопроводов на всех стадиях реализации инвестиционных проектов // Бурение – 2015. – № 3. – С. 39–42.
18. Ревазов А.М., Алекперова С.Т. Управление риском возникновения аварий на линейной части магистральных газопроводов на основе мониторинга эксплуатационных факторов // Газовая промышленность. – 2015. – № 12.
19. Чуркин Г.Ю., Алекперова С.Т., Синицина А.А. Классификация отступлений от требований нормативных документов и компенсирующих мероприятий в специальных технических условиях для объектов магистральных трубопроводов // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 12. – С. 42–46.
20. Ревазов А.М., Алекперова С.Т. Аспекты практического применения Системы поэтапного обеспечения безопасности магистральных трубопроводов // Трубопроводный транспорт. Теория и практика. – 2016. – № 4. – С. 32–35.
21. Алекперова С.Т. Систематизация результатов классификации мероприятий, направленных на обеспечение безопасности магистральных трубопроводов. – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017621123 от 29.09.2017. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).



22. Брусиловский П.М. О вероятности выживания системы, готовящейся к наступлению катастроф : Модели организации, управления и методы их исследования. – Уфа : Башкирский государственный университет им. 40 летия Октября, 1975.

23. Алекперова С.Т. Интеллектуальная система поэтапного планирования мероприятий, обеспечивающих безопасность магистральных трубопроводов. – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611235 от 26.01.2018. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).

References:

1. About industrial safety of hazardous production facilities : feeder. the law of July 21, 1997 No. 116-FZ, is adopted State. Duma Feder. Sobr. I grew. Federations on June 20, 1997 in the operating edition from 3/4/2013. – M. : CJSC STC PB, 2013. – Edition of the document taking into account changes and additions is prepared by JSC Kodeks.

2. About safety of objects of fuel and energy complex : feeder. the law Grew. Federations of July 21, 2011 No. 256-FZ, is accepted State. Duma Feder. Sobr. I grew. Federations on July 6, 2011, approve Council of Federation Feder. Sobr. I grew. Federations on July 13, 2011 – M. : Union of Right Forces «Guarantor», 2011.

3. About safety of cars and the equipment : Technical regulations of the Customs union, resolution of the government of Dews. Federations. – M. : CJSC STC PB, 2013. – Vol. 03. – Issue 70.

4. Technical regulations about requirements of fire safety : feeder. the law of July 22, 2008 No. 123-FZ, is adopted State. Duma Feder. Sobr. I grew. Federations on July 4, 2008, approve Federation Council Feder. Sobr. I grew. Federations on July 11, 2008 – M. : CJSC STC PB, 2013. – 2nd prod. – Vol. 19. – Issue 01.

5. Technical regulations about safety of buildings and constructions : feeder. the law Grew. Federations of Dec 30. 2009 No. 384-FZ, is accepted State. Duma Feder. Sobr. I grew. Federations 23 Dec. 2009, approve Federation Council Feder. Sobr. I grew. Federations 25 Dec. 2009 – M. : CJSC STC PB, 2013.

6. About safety of the equipment for work in explosive environments : Technical regulations of the Customs union, approve decision Komis. Customs the union of Oct 18. 2011 No. 825. – M. : CJSC STC PB, 2013. – Vol. 03. – Issue 71.

7. The general explosion safety rules for fire and explosion hazardous chemical, petrochemical and oil processing productions : feeder. norms and rules in the Region pry. safety, approve order of Rostekhnadzor of March 11, 2013 No. 96. – M. : CJSC STC PB, 2013. – Vol. 09. – Issue 37.

8. Safety rules for the oil and gas industry : feeder. norms and rules in the Region pry. safety, approve order of Rostekhnadzor of March 12, 2013 No. 101. – M. : CJSC STC PB, 2013. – Vol. 08. – Issue 19.

9. Safety rules for hazardous production facilities of the main pipelines : the fe-village of norm and the rule in the Region pry. safety, approve the order of Rostekhnadzor from 6 novemb. 2013 No. 520 // Bulletin the standard. acts feeder. bodies authorities. – 2014. – No. 1.

10. About the approval of the list of national standards and sets of rules (parts of such standards and sets of rules) as a result of which application on an obligatory basis observance of requirements of the Federal law «Technical Regulations about Safety of Buildings and Constructions» is provided : The government resolution No. 1521 from 26.12.2014.

11. Joint venture 36.13330.2012. The main pipelines (the staticized editorial office Construction Norms and Regulations 2.05.06-85 *), approve order of the State Committee for Construction of Dec 25. 2012 No. 108/GS; 7/1/2013. – M. : State Committee for Construction, FAU «FTsS», 2012.

12. Joint venture 86.13330.2014. The main pipelines (revision of III-42-80 staticized Construction Norms and Regulations * «The main pipelines» (the joint venture 86.13330.2012)), approve order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation of February 18, 2014 No. 61/pr, 01.06.2014. – M. : State Committee for Construction, FAU «FTsS», 2014.

13. Chubukova I.A. Data Mining : manual. – M. : INTUITIONALIST, BING. LZ, 2008.

14. Martemyanov M.F., Lazareva T.Ya. Expert methods of decision-making. – T. : TGTU, 2010.

15. Sedykh A.D., Apostles A. A., Kuchin B.L. Identification of risk of a linear part of the main gas pipelines. – M. : Gazoil press, 2001.

16. Revazov A.M., Alekperova S.T. Identification and assessment of influence of the factors of operation provoking accident rate on the main gas pipelines // Quality management in an oil and gas complex. – 2015. – No. 3. – P. 39–42.

17. Revazov A.M., Alekperova S.T. The system of stage-by-stage safety of the main pipelines at all stages of implementation of investment projects // Drilling and oil – 2015. – No. 3. – P. 39–42.

18. Revazov A.M., Alekperova S.T. Management of risk of emergence of accidents on a linear part of the main gas pipelines on the basis of monitoring of operational factors // the Gas industry. – 2015. – No. 12.

19. Churkin G.Yu., Alekperova S.T., Sinitsyna A.A. Classification of derogations from requirements of normative documents and compensating measures in special specifications for objects of the main pipelines // Safety of work in the industry. – 2014. – No. 12. – P. 42–46.

20. Revazov A.M., Alekperova S.T. Aspects of practical use of System of stage-by-stage safety of the main pipelines // Pipeline transport. The theory and practice. – 2016. – No. 4. – P. 32–35.

21. Alekperova S.T. Systematization of results of classification of the actions aimed at safety of the main pipelines. – Certificate on the state registration of the database No. 2017621123 from 9/29/2017. Federal Service for Intellectual Property (ROSPATENT).

22. Brusilovsky P.M. About probability of survival of the system preparing for approach of accidents: Models of the organization, management and methods of their research. – Ufa : Bashkir state university of the 40th anniversary of October, 1975.

23. Alekperova S.T. The intellectual system of stage-by-stage planning of the actions ensuring safety of the main pipelines. – Certificate on the state registration of the computer program No. 2018611235 from 1/26/2018. Federal Service for Intellectual Property (ROSPATENT).