

УДК 504.064.4; 504.064.43; 658.567

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОРОДОВ

Костров В.А., Земенкова М.Ю., Соколов С.М., Чекардовский С.М., Рябков А.В.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,

Тюмень, e-mail: muzemenkova@mail.ru

Авторами представлены результаты разработки экспертной системы мониторинга надежности, отвечающей современным экономическим, производственным требованиям и требованиям безопасности. Разрабатываемая программная оболочка основана на технологии непрерывного контроля количественных показателей: контролируемых, регулируемых и показателей производительности. В процессе исследования авторами решался ряд задач, связанных с разработкой моделей и алгоритмов для оценки показателей надежности по временным показателям и диспетчерским данным. Создаваемый комплекс строится на основе метода системного анализа, позволяющего корректно осуществлять принятие решений в условиях большого количества информации различной природы. Программа реализует принцип непрерывного сканирования показателей надежности и сравнения полученных значений с критическими. При достижении контролируемые факторами критических значений определяются область и вид технического вмешательства. В качестве примера представлены результаты анализа на примере эксплуатационных данных.

Ключевые слова: надежность, показатели надежности, мониторинг, трубопроводный транспорт, транспорт углеводородных ресурсов, эффективность, современные технологии

MONITORING OF FUNCTIONAL RELIABILITY AT MANAGEMENT OF PROCESSES OF TRANSPORT OF HYDROCARBONIC RESOURCES

Kostrov V.A., Zemenkova M.Y., Sokolov S.M., Chekardovskiy S.M., Ryabkov A.V.

FGBO of higher professional education «Tyumen State Oil and Gas University»,

Tyumen, e-mail: muzemenkova@mail.ru

Authors presented results of development of expert system of monitoring of reliability meeting modern economic, production requirements and safety requirements. The developed program cover is based on technology of continuous control of quantitative indices: controllable, adjustable and indicators of productivity. In the course of research by authors a number of the tasks connected with development of models and algorithms for an assessment of indicators of reliability on temporary indicators and dispatching data was solved. The created complex is under construction on the basis of a method of the system analysis allowing to carry out correctly decision-making in the conditions of a large number of information of various nature. The program realizes the principle of continuous scanning of indicators of reliability and comparison of the received values with the critical. At achievement the area and a type of technical intervention are defined by controlled factors of critical values. As an example results of the analysis on the example of operational data are presented.

Keywords: reliability, reliability indicators, monitoring, pipeline transport, transport of hydrocarbonic resources, efficiency, modern technologies

Технология мониторинга MPC (multivariable predictive control – многофакторный контроль, оценка, прогнозирование), отвечающая современным экономическим, производственным требованиям и требованиям безопасности, основанная на непрерывном особом контроле количественных и переменных величин множества показателей: контролируемых, регулируемых (уставок) и показателей производительности. Отличие данной технологии от применяемых в настоящее время на предприятиях систем контроля режимных параметров заключается в наличии дополнительных аналитических экспертных систем и модулей, позволяющих принимать решения на основании прогнозных показателей.

Система обеспечения надежности и безопасности системы объектов должна

основываться на анализе следующих составляющих:

- качественном анализе и прогнозировании параметров надежности;
- техническом оснащении объектов магистральных трубопроводов;
- кадровых ресурсах, принимающих организационно-управленческие решения и обслуживающих объекты;
- оперативном реагировании специальных служб при возникновении и инцидентов;
- автоматизированной системы управления магистральными трубопроводами и т.д.

Для оценки надежности трубопровода существует большое количество методов, однако экспертиза осложняется тем, что часть нагрузок на объекты нефтегазовой отрасли носит вероятностный характер. Так, например, надежность оборудования,

эксплуатируемого в неоптимальных и переменных режимах эксплуатации, а также в условиях продления ресурса, необходимо оценивать с учетом показателей сохранности, на основании параметрических методов диагностирования в режиме реального времени.

Кроме того, воздействие окружающей среды, экстремальные ситуации, возникающие в результате изменения гидрогеологии, микроклимата и связанных с ними деформаций грунта и силовых воздействий, выполнение строительных работ и эксплуатации специальной техники приводит к нерасчетным напряжениям, влияющим на надежность работы системы.

Поэтому произвести экспертизу надежности нефтегазовых объектов весьма сложно и возможно только на основе методов теории надежности с учетом вероятностных характеристик как конструктивных параметров отдельных участков трубопровода, так и с учетом возможных внешних воздействий.

Существующая система сбора, обработки и использования статистической информации о техническом состоянии нефтегазопроводов, накапливающаяся при их диагностировании различными методами, нуждается в дальнейшем совершенствовании. При этом одним из главных направлений должно стать создание систем с применением современных информационных технологий, которые объединяют возможности экспертных и традиционных систем статистической обработки. Таким образом, целью работы является повышение эффективности мониторинга для управления надежностью объектов трубопроводного транспорта. В процессе исследования авторами решался ряд задач, связанных с разработкой моделей и алгоритмов, для оценки показателей надежности по временным показателям и диспетчерским данным, разработкой программного комплекса по оценке надежности. На сегодняшний день авторами разрабатывается программная оболочка для оценки показателей надежности, с помощью языка программирования C Sharp разработано пользовательское приложение на базе Windows Form Application.

Для анализа могут быть использованы как комплексные показатели надежности, согласно системе государственных стандартов «Надежность в технике», так и диагностирование в системе онлайн на основании флукуационного анализа диагностических параметров.

По результатам анализа установлено, что на сегодняшний момент в публикациях отсутствуют данные о продуктах, которые позволяли бы по диспетчерским данным

производить оперативную оценку показателей надежности нефтегазовых объектов.

В качестве примера модули программного обеспечения по временным показателям апробированы при пробных расчетах для оценки надежности газоперекачивающих агрегатов.

В связи с этим целесообразно разработать программный продукт, позволяющий быстро обрабатывать большой массив данных при определении надежности объектов нефтегазовой отрасли. С помощью языка программирования C Sharp можно разработать пользовательское приложение на базе Windows Form Application, которое позволит:

- сократить время на расчет количественных показателей надежности;
- совместить качественную и количественную методики оценки при определении степени надежности нефтегазовых объектов;
- автоматически производить проверку показателей надежности по сравнению с нормативными и выделять отклоняющиеся величины;
- графически интерпретировать результат оценки;
- выводить на экран результаты анализа показателей и решение о степени надежности нефтегазовых объектов.

Основная задача при реализации экспертной системы – создать универсальную виртуальную платформу, которая позволит интегрироваться под различные условия и задачи нефтяных и газовых объектов.

Первым этапом является создание блока с расчетом комплексных коэффициентов надежности, который принимает данные, такие как время работа агрегата, время нахождения агрегата в резерве, время вынужденного простоя, количество отказов оборудования. На основе сканируемых (вводимых) параметров программа рассчитывает комплекс коэффициентов, выводит их на экран и интерпретирует в графические данные, осуществляет прогноз. В этом же блоке находятся коэффициенты технического состояния как экстенсивного использования и интенсивного использования оборудования.

Второй этап – введение аналитического параметрического блока. Его задача – отслеживание диспетчерских данных, по поведению которых определяется закон распределения и рассчитывается вероятность дальнейшего развития.

На третьем этапе, анализируются нормы, которые регламентируются ГОСТами, техническими регламентами и нормативными документами. При приближении расчетных данных к критическим границам срабатывает оповещение с ссылкой на нормативный документ.

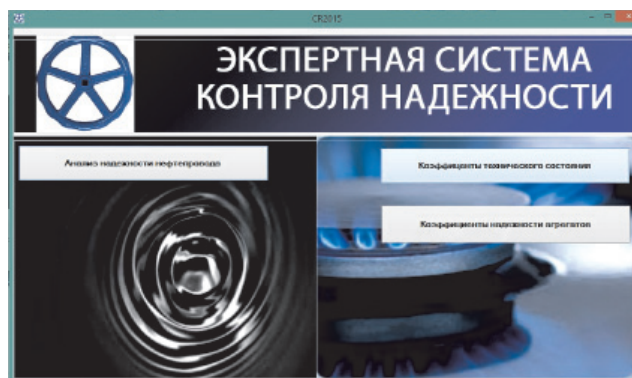


Рис. 1. Стартовое окно

Разработанная программная оболочка «Экспертная система контроля надежности CR2015» предназначена для определения надежности и технического состояния нефтегазового оборудования.

Анализ работы агрегатов может проводиться на основании использования агрегата по времени, по мощности; экономичности, наработке, нахождении в резерве или ремонте (ППР). Анализ надежности для газоперекачивающих агрегатов осуществляется на основании оценки коэффициентов надежности агрегатов и временных показателей, регламентируемых системой стандартов «Надежность в технике», в том числе наработок в различных состояниях, коэффициентом готовности, оперативной готовности, технического использования, простоя и других.

Программный комплекс универсален и адаптивен, так как позволяет операто-

ру устанавливать периодичность оценки показателей, формировать комплекс показателей для анализа и период прогноза. Экспертная система требует индивидуальную настройку под конкретный промышленный объект с уставками и настройками.

Для завершения работы программы необходимо закрыть все окна или закрыть стартовое окно, что приведет к завершению работы всей программы.

Аналитический блок разработан по двум направлениям:

- анализ показателей надежности, характеризующих свойство объекта и его элементов сохранять состояние работоспособности (на основании статистических данных);
- анализ характеристик, параметров, факторов, определяющих свойство объекта сохранять состояние работоспособности (на основе эксплуатационных данных).

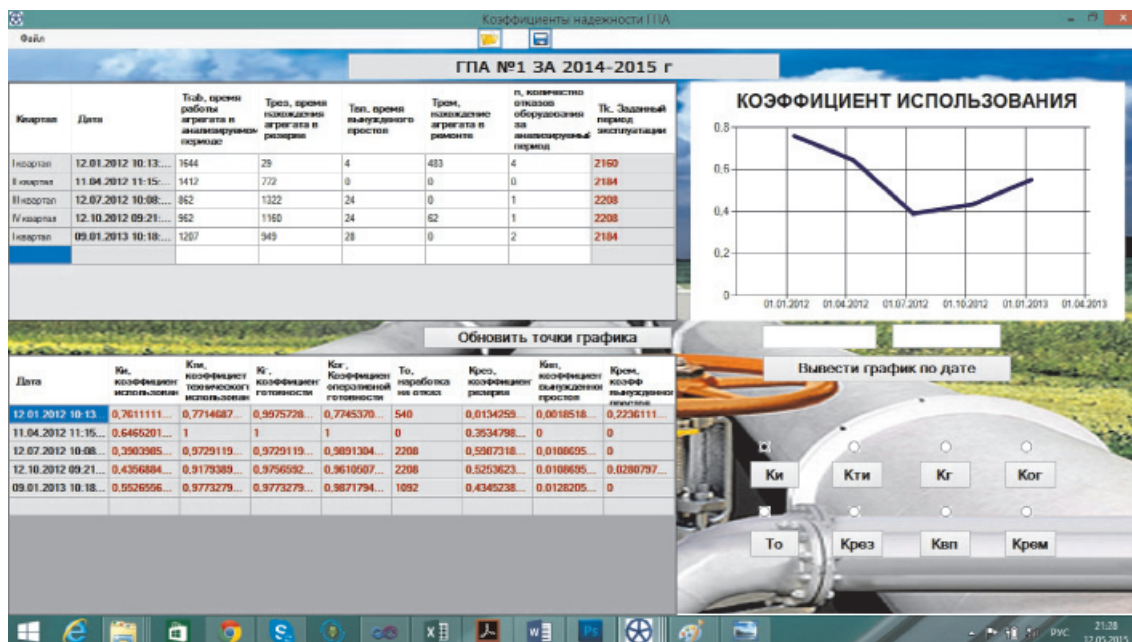


Рис. 2. Расчет данных и построение диаграмм

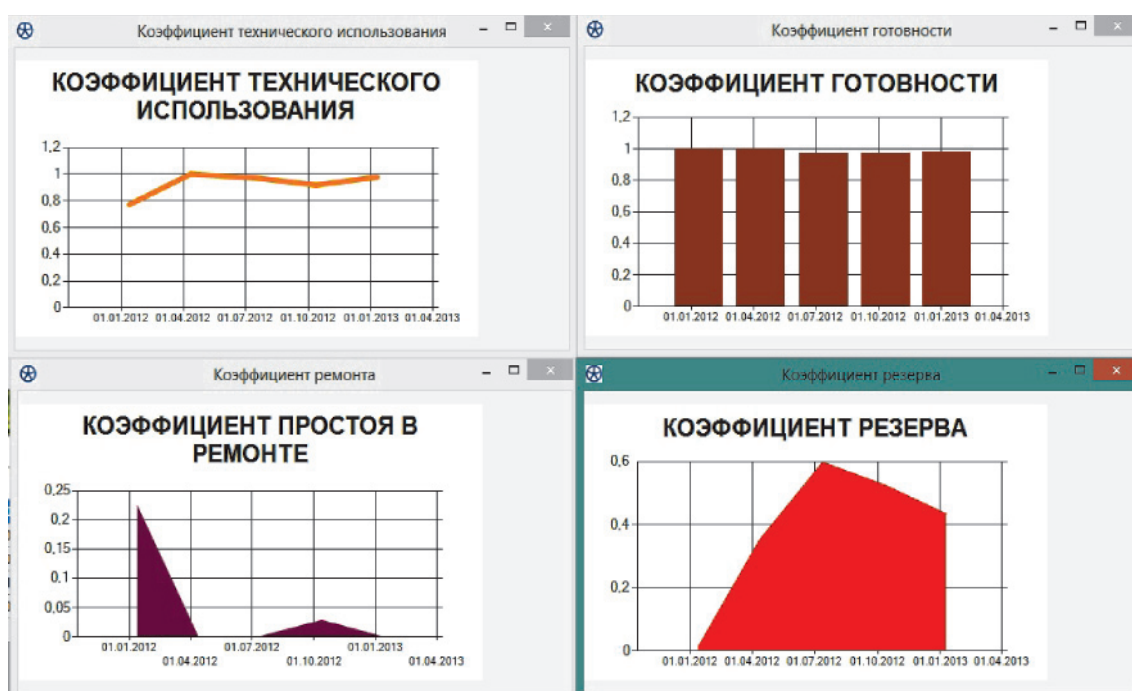


Рис. 3. Анализ комплексных показателей работы агрегата

Для анализа и управления надежностью системы формируется структура, которая в режиме реального времени позволяет:

- производить оценку показателей надежности каждого элемента системы на любом уровне и определять наиболее уязвимые элементы;

- определять, какие параметры системы оказывают наибольшее влияние на ее надежность.

Следует отметить, что в основу разрабатываемой методики контроля надежности системы и подсистем нефтегазовых объектов положены следующие требования:

- многофакторные модели надежности системы должны обеспечить однозначную, корректную оперативную количественную оценку конкретного опасного объекта;

- системная модель и комплекс универсальных логико-математических моделей должны позволять производить комплексную оценку и анализ надежности с учетом факторов и параметров, изменяющихся в длительных интервалах эксплуатации и хранения, и непрерывно изменяющихся параметров в режиме реального времени;

- должны быть четко установлены связи между факторами и показателями (часто зависимыми или однозначно не определяемыми), влияющими на безопасность и надежность технической системы в целом (в частности, например, на сохраняемость);

- методы оценки надежности технологической системы должны быть совместимы с существующими системами АСУ ТП и давать возможность осуществлять корректировку показателей под воздействием различных факторов;

- система должна обеспечить функции прогнозирования (с применением теории вероятности и математической статистики) параметров технологического процесса, планирования, оптимизации и надежное и эффективное управление технической системой в целом.

Поэтому создаваемый мониторинг строится на основе метода системного анализа, практически единственного, позволяющего корректно осуществлять принятие решений в условиях большого количества информации различной природы. Программа реализует принцип непрерывного сканирования показателей надежности и сравнения полученных значений с критическими. При достижениях контролируемыми факторами критических значений определяются область и вид технического вмешательства.

Для получения адекватной модели надежности объектов весьма важным является выбор вида распределения отказов или событий, соответствующего фактическому, от чего во многом зависит точность получаемых результатов.

Список литературы

1. Аспекты технологической надежности и экономической эффективности эксплуатации подземных хранилищ природного газа Западной Сибири: монография / А.Н. Шиповалов, Ю.Д. Земенков, С.Ю. Торопов, С.Ю. Подорожников и др. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 344 с.

2. Земенков Ю.Д. Резервирование энергоресурсов для обеспечения надежности системы газоснабжения / Ю.Д. Земенков, К.А. Акулов, Г.Г. Васильев и др. – Тюмень: ТГНГУ, 2006. – 244 с.

3. Земенкова М.Ю., Шиповалов А.Н., Дудин С.М., Земенков Ю.Д. Системный анализ в процессах контроля и управления нефтегазовых объектов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2007. – № 5. – С. 116–119.

4. Курушина Е.В. Транснациональный менеджмент: стратегический аспект: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 128 с.

5. Мониторинг гидродинамических и технических характеристик трубопроводных систем: учебное пособие / под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 2008 – 432 с.

6. Основы эксплуатации гидравлических систем нефтегазовой отрасли: учебное пособие / под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: «Вектор Бук», 2012. – 402 с.

7. Техника и технологические процессы при транспорте энергоресурсов: учебное пособие в 2-х томах / под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: Изд. «Вектор Бук», 2008. – т. 1. – 380 с.

8. Техническая и параметрическая диагностика в трубопроводных системах / В.Н. Антипов, Ю.Д. Земенков, А.Б. Шабаров и др. / под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 2002. – 432 с.

9. Торопов С.Ю., Земенков Ю.Д., Подорожников С.Ю. Повышение экологической надежности ремонта трубопроводов в сложных природно-климатических условиях // Газовая промышленность. – М.: ООО «Газойл пресс», 2015. – № S720 (720). – С. 95–98.

10. Шпилевой В.А., Курушина Е.В. Роль и оценка технической и экономической энергоэффективности добычи и транспорта нефти и газа Тюменского региона // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2008. – № 1. – С. 93–101.

References

1. Aspekty tehnologicheskoy nadezhnosti i jekonomicheskoy jeffektivnosti jekspluatatsii podzemnyh hranilishh prirod-

nogo gaza Zapadnoj Sibiri: monografija / Shipovalov A.N., Zemenkov Ju.D., Toropov S.Ju., Podorozhnikov S.Ju. i dr. Tjumen: TjumGNGU, 2012 344 p.

2. Zemenkov Ju.D. Rezervirovanie jenergoresursov dlja obespechenija nadezhnosti sistemy gazosnabzhenija/Zemenkov Ju.D., Akulov K.A., Vasilev G.G i dr. Tjumen: TGNGU, 2006. 244 p.

3. Zemenkova M.Ju., Shipovalov A.N., Dudin S.M., Zemenkov Ju.D. Sistemnyj analiz v processah kontrolja i upravlenija neftegazovyh obektov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft i gaz. -2007, no. 5. pp. 116–119.

4. Kurushina E.V. Transnacionalnyj menedzhment: strategicheskij aspekt: uchebnoe posobie. Tjumen: TjumGNGU, 2012. 128 p.

5. Monitoring gidrodinamicheskikh i tehniceskikh harakteristik truboprovodnyh sistem: Uchebnoe posobie. Pod obshhej redakciej Ju.D. Zemenkova. Tjumen: Izdatelstvo «Vektor Buk», 2008 432 p.

6. Osnovy jekspluatatsii gidravliceskikh sistem neftegazovoj otrasli: uchebnoe posobie / Pod obshh.red. Ju.D.Zemenkova.- Tjumen: «Vektor Buk», 2012. 402 p.

7. Tehnika i tehnologicheskie processy pri transporte jenergoresursov: Uchebnoe posobie v 2-h tomah. Pod obshhej redakciej Ju.D. Zemenkova. Tjumen: Izd. «Vektor Buk». 2008 t.1. 380 p.

8. Tehnicheskaja i parametricheskaja diagnostika v truboprovodnyh sistemah / Antipev V.N., Zemenkov Ju.D., Shabarov A.B. i dr. Pod obshhej redakciej Ju.D. Zemenkova. Tjumen:izd-vo «Vektor Buk», 2002, 432 p.

9. Toropov S.Ju., Zemenkov Ju.D., Podorozhnikov S.Ju. Povyshenie jekologicheskoy nadezhnosti remonta truboprovodov v slozhnyh prirodno-klimaticheskikh uslovijah // Gazovaja promyshlennost. M.: ООО «Gazojl press», 2015, no. S720 (720), pp. 95–98.

10. Shpilevoj V.A., Kurushina E.V. Rol i ocenka tehniceskoy i jekonomicheskoy jenergojeffektivnosti dobychi i transporta nefti i gaza Tjumenskogo regiona // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft i gaz. 2008, no. 1. pp. 93–101.

Рецензенты:

Соколов С.М., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Торопов С.Ю., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.