

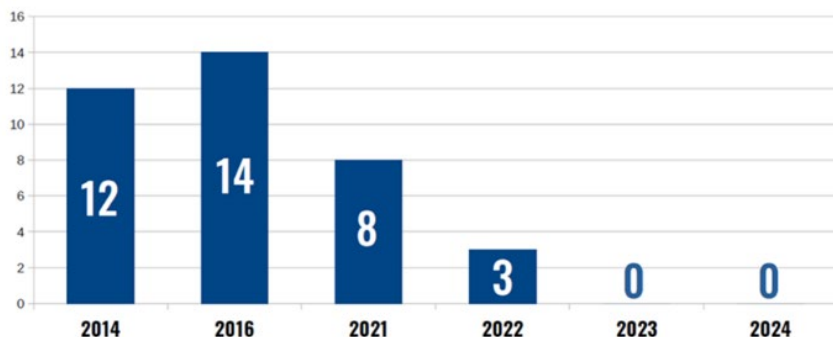


Рис. 3. Данные о произошедших инцидентах в период 2014–2024 гг.
на объектах газораспределительной системы

Литература

1. Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь : постановление СМ РБ от 23 дек. 2015 г. № 1084. – Введ. 24.12.2015// Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: https://pravo.by/document/?guid=11031&p0=C21_501084 (дата обращения: 12.04.2025).
2. Анализ статистических данных по аварийности в системах газоснабжения / Е. С. Аралов, С. Г. Тульская, К. А. Склиаров [и др.] // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2019. – №1 (14). – С. 9–14.
3. Куневич, В. А. Современные цифровые инструменты управления технологическими рисками при эксплуатации объектов газораспределительных систем / В. А. Куневич, Ю. А. Булавка // Безопасность технологических процессов и производств : труды IV Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2022. – С. 61–67.

ДК 622.691.4: 681.5.017

Предиктивная аналитика объектов газораспределительной системы: перспективы развития

Струцкий Н. В.
ГП «НИИ Белгипрогаз»
Минск, Республика Беларусь

В работе освещены перспективные направления развития предиктивной аналитики объектов системы газораспределения и газопотребления

Республики Беларусь в рамках цифровой трансформации отрасли, с учетом ее организационно-технической специфики, технологического уровня и программной обеспеченности производства.

В настоящее время система газораспределения республики представляет собой крупный территориально-производственный комплекс, который целиком входит в отраслевую структуру Государственного производственного объединения по топливу и газификации (ГПО) «Белтопгаз», и включает в себя центральный аппарат управления, 7 региональных (6 областных и г. Минска) газоснабжающих организаций (ГСО), их филиалы, непосредственно обеспечивающие техническое обслуживание производственных объектов и отпуск газа потребителям, строительные, проектные и научно-исследовательские организации, производителей газового и газоиспользующего оборудования.

Технически газораспределительная система представляет собой пространственно разнесенную сеть трубопроводов различных давлений и диаметров (с сетевыми сооружениями), обеспечивающих гидравлическую связанность системы и подачу газа непосредственно потребителям, и подключенных к узлам редуцирования газа (УРГ), обеспечивающим автоматическое снижение и поддержание давления газа на заданном уровне. К узлам редуцирования газа относятся газорегуляторные пункты, в том числе, шкафные, и установки (ГРП, ШРП, ГРУ), комбинированные регуляторы газа (КРД), а также редукционные головки резервуарных установок сжиженного углеводородного газа (РУ СУГ). Для защиты стальных подземных распределительных газопроводов от коррозии предусматривается электрохимическая защита (ЭХЗ), представляющая собой отдельную подсистему системы газораспределения.

В деятельности производственного комплекса такого масштаба неразрывно сочетаются технологические, административные, хозяйственные, коммуникативные, информационные, финансовые и другие взаимосвязанные процессы, что предъявляет высокие требования к качеству и полноте управления, уровню его интеллектуализации и цифровизации, развитию предиктивных (предсказательных) возможностей.

Цифровизация газораспределительной отрасли республики активно развивается с начала 2010-х годов, и в настоящее время реализована в виде единой автоматизированной среды (ЕАС), основу которой составляют мультипрограммные комплексы (МПК) «Мириада» (набор мобильных приложений для непосредственных производителей работ), «Панорама» (средний уровень, обеспечивающий консолидацию массивов данных, и обеспечивающий ее наглядное представление в ГИС-подобном виде), и «Вершина» (информационно-справочная надстройка для технических

руководителей среднего и верхнего звена) [1]. Взаимосвязанность основных компонентов ЕАС с учетом организационно-технической структуры отрасли показана на рис. 1.

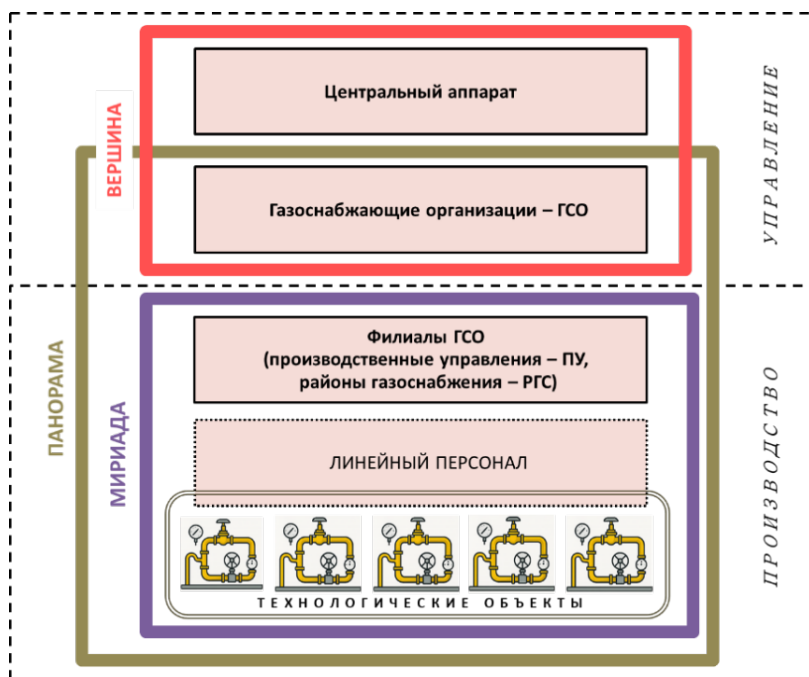


Рис. 1. Единая автоматизированная среда ГПО «Белтопгаз»

Ключевое место в общей схеме занимает МПК «Панорама», включающий в себя набор специализированных программных модулей (ПМ) под различные виды производственной деятельности, и общую электронную карту газораспределительной системы. Здесь осуществляются каталогизация и учет производственных активов, оперативное планирование мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР), регистрация работ и их результатов, хранение данных в текстовых, графических и аудиовизуальных форматах, формирование и обращение электронной технической документации [1; 2].

Наряду с информацией, генерируемой непосредственно внутри МПК «Панорама», в нем собирается информация из МПК «Мириада» (выполнение работ ТОиР) и локальных АСУ ТП (онлайн-данные параметров работы технологических объектов).

По мере технического перевооружения газового хозяйства и развития средств связи (в особенности, сотовой телефонии), количество и состав объектов, оснащенных системами удаленной передачи данных, а также объем передаваемой/получаемой информации, растут опережающими темпами. На сегодняшний день основными источниками онлайн-данных являются:

- системы телеметрического контроля ГРП/ШРП;
- системы коррозионного мониторинга (СКМ), включающие телемеханизированные установки ЭХЗ, контрольно-измерительные пункты (КИП) с функцией дистанционной передачи данных, датчики и индикаторы скорости коррозии (ИКП, ДСК, БПИ);
- автоматизированные системы коммерческого учета газа (АСКУГ), потребляемого промышленными потребителями;
- данные приборов учета энергоресурсов, потребляемых ГСО на собственные нужды.

Предиктивные функции комплекса основаны на моделировании трубопроводных систем с учетом их конструктивных параметров и пространственной конфигурации. Так, с помощью ПМ «Аварийная ситуация» моделируются ситуации, связанные с прекращением подачи газа. Программа позволяет оценить возможные последствия аварии, подсказывает действия по ее локализации, меры по обеспечению газом потребителей с учетом их категории за счет аккумулирующей способности аварийного сегмента сети.

ПМ «Гидравлический (поверочный) расчет» позволяет просчитывать варианты гидравлического режима газораспределительной сети с учетом изменения ее конфигурации и (или) подключения новых потребителей. Программа отображает расчетные давления и скорости, точки схождения потоков газа, позволяя оценить запас пропускной способности локальных сегментов сети, найти решения по оптимизации сетевой конфигурации, определить оптимальную точку подключения для конкретного потребителя [2].

Таким образом, ЕАС ГПО «Белтопгаз» выполняет функции цифровой поддержки управления газораспределительной системой на организационном и частично на технологическом уровнях, совмещая черты отраслевой АСУ (ОАСУ) организационного типа, АСУ технологическими процессами [3], объединенного (укрупненного, агрегированного) цифрового двойника (ЦД) объекта управления [2].

При этом достигнутый уровень оснащенности производства техническими и программными средствами, экспоненциальный рост количества и качества первичных электронных данных позволяют и требуют качественного повышения уровня автоматизации технологических процессов, обрабатывающих способностей и предиктивно-аналитических возможностей цифровых инструментов.

Исходя из существующего технологического базиса отрасли и ее организационно-технической специфики, здесь можно выделить ряд основных направлений. В сфере управления технологическими процессами производства к ним следует отнести:

а) в производственном секторе:

- развитие систем удаленного контроля сетевого давления газа и герметичности наружных газопроводов, автоматизированного диспетчерского контроля утечек газа в многоквартирном жилищном фонде;

- внедрение систем дистанционного управления рабочими параметрами узлов редуцирования газа (ГРП/ШРП);

- создание на базе существующих СКМ интеллектуальных систем антикоррозийной защиты, обладающих возможностями саморегулирования и самодиагностики;

- создание региональных автоматизированных систем диспетчеризации энергоресурсов (АСДЭ) – тепловой и электрической энергии, газа и воды, потребляемых ГСО на собственные нужды;

б) в научно-прикладном секторе:

- дальнейшую детализацию виртуального пространства – создание цифровых двойников технологических объектов, цифровых двойников типовых технических устройств;

- создание газодинамических моделей потоковых течений в трубопроводных элементах и сегментах сети с использованием технологии CFD-анализа (Computational Fluid Dynamics modeling);

- создание ситуационных моделей процессов, связанных с использованием газом в быту (образование взрывоопасных концентраций газовоздушных смесей, выделение продуктов сгорания в помещениях);

- разработку электронных картографических слоев (ГИС-слоев) коррозионных и грунтовых условий в местах прокладки газопроводов.

В сфере организационно-технического и административного управления приоритетными направлениями являются:

- создание на базе МПК «Вершина» интеллектуальной системы поддержки принятия решений (Intelligent Decision Support System, IDSS) для технических специалистов и руководителей газовой отрасли, основанной на интеграции машинных методов и экспертного опыта;

- внедрение гибкого (сценарного, вариантного) стратегического планирования организационно-технических мероприятий, основанного на автоматизированном анализе массивов накопленных (исторических) данных методами временных рядов и технологий искусственного интеллекта (ИИ);

- переход на проактивные системы технического обслуживания и ремонта технологических объектов: ТОиР по текущему состоянию (Condition-Based Maintenance, CBM)/предиктивный ТОиР (Predictive Maintenance,

PdM), – в зависимости от полноты, достоверности и преобладающего типа эксплуатационной информации (документальных данных/онлайн-данных дистанционного контроля).

Реализация указанных направлений, объединение их результатов, позволит вплотную подойти к основной цели цифровой трансформации газовой отрасли – созданию активно-адаптивных интеллектуальных «умных сетей» газоснабжения как одного из ключевых компонентов цифровой экономики государства [4].

Литература

1. Струцкий, Н. В. Создание цифрового двойника системы газоснабжения в контексте устойчивого развития городской среды / Н. В. Струцкий // Наука, бизнес и государство: консолидация в направлении обеспечения устойчивости регионального развития : сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – Вып. 22. – С. 167–172.

2. Романюк, В. Н. Предиктивная аналитика объектов газораспределительной системы Республики Беларусь: текущее состояние и перспективы / В. Н. Романюк, А. М. Нияковский, Н. В. Струцкий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2024. – № 3 (38). – С. 12–18.

3. Автоматизированные системы управления. Общие требования : ГОСТ 24.104-2023. – М. : Российский ин-т стандартизации, 2023. – 15 с.

4. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года // Министерство экономики Республики Беларусь. – URL: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/ NSUR-2035-1.pdf> (дата обращения: 23.04.2025).

УДК 622.691.4

Оценка долговечности (остаточного ресурса работоспособности) изоляционных битумных покрытий стальных газопроводов подземного залегания

Рудковский А. Т.¹, Прокопчук Н. Р.²

¹УП «МИНГАЗ»,

²Белорусский государственный технологический университет
Минск, Республика Беларусь

В настоящей работе осуществляется оценка долговечности (остаточного ресурса работоспособности) изоляционных битумных покрытий стальных газопроводов подземного залегания. Цель работы – установить зависимость долговечности (остаточного ресурса работоспособности) битумно-