

# О продлении срока службы автоматизированной системы управления технологическим процессом ГОФО-2/Ямал

Кутыгин И.А.<sup>1,2</sup>, Еремин Н.А.<sup>2,3</sup>, Басниева И.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Информтрансгаз», Москва, Россия, <sup>2</sup>Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия, <sup>3</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия  
itg@informtransgas.ru

## Аннотация

Развитие и совершенствование автоматизированных систем управления технологическими процессами на газотранспортных предприятиях на базе платформенных программных продуктов является актуальной задачей. АСУТП ГОФО-2 представляет собой одну из крупнейших в мире автоматизированных систем управления технологическими процессами транспортировки газа. Программно-аппаратный комплекс является открытым и гибким инструментом для решения задачи продления срока службы АСУТП ГОФО-2, которая позволит снизить вложения и минимизировать риски. Инновационное развитие газотранспортной системы (ГТС), внедрение новых технологий и усложнение используемого оборудования способствует усовершенствованию автоматизированных систем управления технологическими процессами.

## Материалы и методы

В ходе данной работы выстроены основные направления по модернизации автоматизированной системы управления технологическим процессом транспорта газа ГОФО-2/Ямал в части безударного перехода на новый комплекс технических средств для интеграции информационных и кибернетических процессов и создания единого информационного пространства. В основе модели безударного перехода лежит метод интеграции существующей на уровне ЦДП объектно-ориентированной иерархической базы данных SCADA в модернизированную систему. Для ранжирования выполнения работ по капитальному ремонту использованы методы оптимального планирования вывода

оборудования в ремонт на основе специальных алгоритмов многофакторной оптимизации, учитывающих предиктивный анализ состояния оборудования, регламент работ, доступность бригад и материалов, а также прогноз загрузки оборудования на основе алгоритмов машинного обучения.

## Ключевые слова

срок службы, автоматизированные системы управления технологическими процессами, АСУТП, диспетчерское управление, информационные системы контроля, транспортировка газа

## Для цитирования

Кутыгин И.А., Еремин Н.А., Басниева И.К. О продлении срока службы АСУТП ГОФО-2/Ямал // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 7. С. 113–117  
DOI: 10.24412/2076-6785-2023-7-113-117

Поступила в редакцию: 22.10.2023

## AUTOMATION

UDC 658.012.011.56:621.398 | Original Paper

## On extending the service life of process automation systems, process control systems GOFO-2/Yamal

Kutygin I.A.<sup>1,2</sup>, Eremin N.A.<sup>2,3</sup>, Basnieva I.K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“InformtransGaz” LLC, Moscow, Russia, <sup>2</sup>Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow, Russia, <sup>3</sup>Northern (Arctic) federal university, Arkhangelsk, Russia  
itg@informtransgas.ru

## Abstract

The development and improvement of automated process control systems at gas transportation enterprises based on platform software products is relevant task. The process control system GOFO-2 is one of the world's largest automated control systems for technological processes of gas transportation. The software and hardware complex are open and flexible tool for solving the problem of extending the service life of the automated process control system GOFO-2, which will reduce investments and minimize risks. The development of the gas transportation system, implementation of new technologies and refinement of the equipment contribute to the improvement of automated process control systems.

## Materials and methods

The main tendency for modernization the automated control system for the technological process of gas transport GOFO-2/Yamal were developed during this work, in terms of: shock-free transition to a new set of technical facilities for integrating information and cybernetic processes and creating a unified information space. The shockless transition model is based on the method of integrating an object-oriented hierarchical SCADA database existing at the data center into a modern system. To organize the overhaul work, methods of optimal planning for the removal of equipment for repair were used based on special multifactor

optimization algorithms that take into account predictive analysis of the condition of equipment, work schedule, availability of crews and materials, as well as forecast of equipment load based on machine learning algorithms.

## Keywords

service life, process automation systems, process control systems, dispatch control, gas transportation

## For citation

Kutygin I.A., Eremin N.A., Basnieva I.K. On extending the service life of process automation systems, process control systems GOFO-2/Yamal. Exposition Oil Gas, 2023, issue 7, P. 113–117. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2023-7-113-117

Received: 22.10.2023

Автоматизированная система управления технологическим процессом газотранспортных систем (АСУТП) ГОФО-2/Ямал (Система) является крупнейшей в ПАО «Газпром» автоматизированной информационной системой контроля и управления объектов транспортировки и газа, где ГОФО (GOFO (Gazoduc D & Aros; Urengoy – Frontière Ouest) складывается из названия «Газопровод Уренгой – западная граница». Комплекс сочетает в себе открытость и гибкость для масштабирования и интеграции новых программных приложений, высокий уровень надежности и резервирования, большой потенциал развития функциональных возможностей и является неотъемлемой частью диспетчерского управления газотранспортной системой (ГТС). АСУТП надежно и без сбоев обеспечивает управление транспортировкой газа потребителям.

АСУТП ГОФО-2/Ямал представляла собой целостную платформу многоуровневой автоматизированной системы, обеспечивающей контроль состояния и управление технологическим оборудованием газотранспортных систем с выводом данных на экраны автоматизированных рабочих мест операторов и видеостену. Многоуровневый диспетчерский комплекс построен на принципах системы реального времени SCADA в составе единых диспетчерских рабочих мест, включая комплексы сбора и средства обработки информации на базе серверов. Содержит современные инструменты хранения, анализа и обработки больших объемов информации,

управления базами данных, их взаимодействия, сбора и предоставления данных пользователям.

Система обеспечивает вертикальную и горизонтальную интеграцию всех систем диспетчерского управления и систем локальной автоматики в режиме реального времени. Горизонтальная интеграция обеспечивает обмен информацией между линейными производственными управлениями (ЛПУ), а также с граничными газотранспортными центральными диспетчерскими пунктами (ЦДП).

Архитектура Системы включает в себя следующие основные подсистемы (рис. 1):

- двухуровневая интеграционная платформа, которая обеспечивает выполнение функций сбора и первичной обработки информации из подсистем нижнего уровня;
- диспетчерский сегмент, реализующий основные функции анализа и предоставления данных пользователям;
- хранилище, которое осуществляет хранение всей информации, необходимой для реализации функций оперативно-диспетчерского контроля и управления в соответствии с единой объектно-ориентированной моделью данных, описывающей деятельность предприятия (разработчик ООО «Информтрансгаз» (ООО ИТГ);
- подсистема администрирования, предназначенная для контроля, настройки и управления функционированием аппаратных и программных средств АСУТП в оптимальном режиме.

### Первый уровень управления — центральный диспетчерский пункт Системы

Обеспечивает информационное взаимодействие со всеми филиалами (ЛПУМГ), входящими в структуру (рис. 1).

Программное обеспечение Системы ЦДП выполняет следующие технологические функции:

- мониторинг объектов магистральных газопроводов в реальном времени;
- оперативный контроль и анализ режима работы ГТС;
- информационная поддержка диспетчерских и производственных служб аппарата управления Общества и ЛПУМГ;
- автоматическое формирование оперативных данных в реальном времени для ЦДПД;
- передача информации смежным газотранспортным обществам в реальном времени;
- архивирование положения кранов ГТС;
- автоматическое формирование оперативных данных для «Автоматизированного журнала диспетчера ЦДП»;
- накопление и хранение технологических данных, полученных от внешних систем сбора информации;
- передача сообщений на уровень ЛПУМГ и ЦДП (электронная почта);
- автоматическая подготовка данных для расчета режима работы ГТС с использованием «Комплекса моделирования и оптимизации» с передачей по интернету

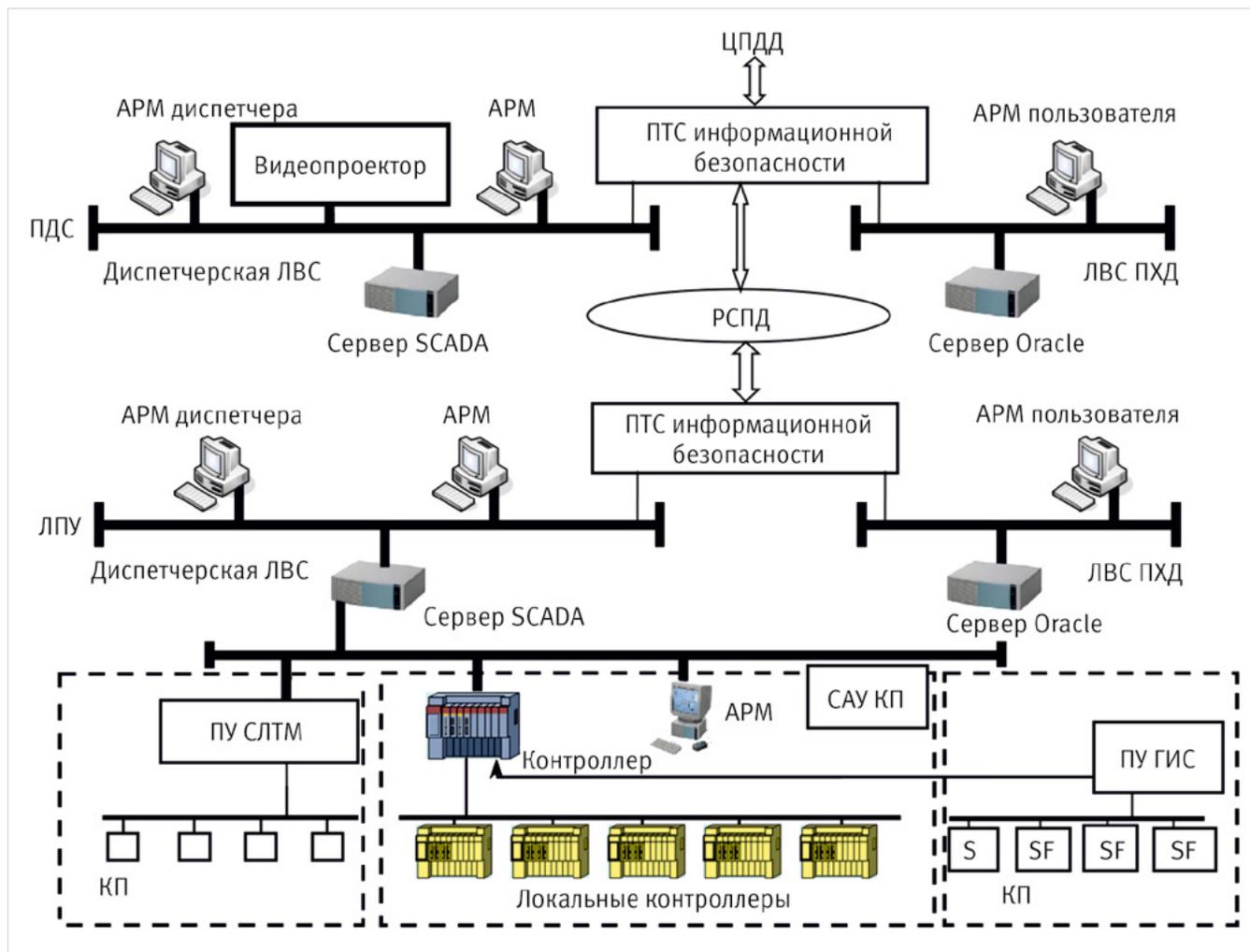


Рис. 1. Многоуровневая система диспетчерского управления на базе АСУТП ГОФО-2/Ямал  
Fig. 1. Multi-level dispatch control system based on automated process control system GOFO-2/Yamal

- расчетной информации в ЛПУМГ;
  - диагностика работоспособности всех информационных компонентов Системы;
  - администрирование Системы.
- Комплекс программно-технических средств Системы ЦДП состоит из следующих компонентов:

- сервер Системы супервизорного контроля и сбора данных в реальном масштабе времени SCADA, обеспечивающий подключение к диспетчерской ЛВС Общества и к системам технологического управления ЛПУМГ;
- АРМ диспетчер Общества на базе трех рабочих станций;
- АРМ инженер-технолог на базе двух рабочих станций;
- сетевое и вспомогательное оборудование диспетчерской ЛВС Общества;
- стандартные пакеты программного обеспечения диспетчерской ЛВС ЦДП;
- прикладные программы и отображение информации.

Центральным элементом архитектуры является база данных реального времени SCADA-системы (рис. 2), которая обеспечивает:

- ведение большой базы данных реального времени со сложной обработкой информации;
- стыковки с различными средствами автоматизации ГТС и возможностью подключения новых систем управления;
- многозадачную обработку;
- многопользовательскую работу, поддержку большого числа АРМ и «клиентов»;
- ведение «глубокой» ретроспективы.

База данных реального времени представляет собой не просто иерархическую, а объектно-ориентированную иерархическую базу данных. Поддержка объектного подхода позволяет оперировать данными с использованием современных технологий объектно-ориентированного проектирования и программирования, что давно уже стало стандартом построения сложных систем.

На уровне ЦДП функционирует «Платформа разработки программного обеспечения» для поддержки и развития системы

диспетчерского управления. Платформа ПО состоит из следующих компонентов:

- сервер поддержки прикладной системы «Конфигуратор» и двух терминалов специалистов по конфигурации;
- стандартный пакет ПО АРМ «Конфигуратор», SCADA-системы;
- сервер разработки программных средств и терминалов специалистов по разработке программ;
- стандартный пакет ПО АРМ по разработке программных средств;
- сетевого и вспомогательного оборудования ЛВС-платформы по производству программных средств.

### Второй уровень управления — диспетчерский пункт ЛПУ АСУТП ГОФО-2

Взаимодействует с локальными системами автоматики (СА) (рис. 1) и обеспечивает контроль и управление объектами газотранспортной системы. Система обеспечивает интеграцию разнотипных средств автоматизации объектов газопроводов. Существуют хорошо отработанные методики расширения набора скан-задач при подключении новых систем автоматики и реализации новых программных протоколов обменов с ними.

Особое внимание уделяется вопросам эксплуатации Системы. Специалисты Обществ осуществляют эксплуатацию, администрирование и развитие АСУТП ГОФО-2/Ямал как в администрации, так и в ее филиалах в части обеспечения бесперебойной работы.

Свыше 15 лет ООО «Газпром трансгаз» (Москва, Нижний Новгород и Саратов) привлекает ООО «ИТГ» для технического обслуживания Системы, а также для проведения ремонтных работ и развития программного обеспечения. Администратор Системы и специалисты ООО «ИТГ» регулярно анализируют системный журнал администратора и ситуаций, приводящих к ошибкам функционирования программных и технических средств Системы, устраняют причины возникновения нештатных ситуаций. Разрабатывают методики и патчи для оперативного исправления или нейтрализации ошибок в исполняемой программе. Обеспечивают

поддержание базы данных реального времени в актуальном и работоспособном состоянии. Восстанавливают информационное взаимодействие при возникновении сбоев. Выполняют необходимые доработки программного обеспечения при применении новых серверов с различными версиями операционной системы, а также осуществляют перенастройку программно-технических средств Системы при изменении конфигурации базовых программных средств. Проводят работы по повышению отказоустойчивости Системы, расширению и совершенствованию функциональных возможностей Системы в соответствии с требованиями пользователей. Осуществляют консультации и обучение пользователей работе с Системой, с внедряемыми программными средствами, приемам и навыкам работы на рабочих станциях.

Ремонт технических средств осуществляется путем восстановления неисправного оборудования и установки нового оборудования на объектах. Впервые в практике создания автоматизированных систем управления в ПАО «Газпром» разработчик Системы передал пользователям в полном объеме тексты программ, что позволило получить полную независимость от разработчика при сопровождении и совершенствовании Системы. Газотранспортные общества и ООО «ИТГ» являются правопреемниками программного обеспечения АСУТП ГОФО-2/Ямал.

Одним из важных элементов архитектуры Системы является реляционная технологическая база длительного хранения (ТБДХ), которая обеспечивает организацию архивов данных о технологических и производственных процессах. По сути Система является в современных терминах «Цифровым двойником ГТС» в границах объектов, так как информационная модель, представленная данными в ТБДХ, стала виртуальным аналогом реального объекта, который в своих ключевых характеристиках дублирует характеристики ГТС и способен воспроизводить режим его работы в различных ситуациях. Для воспроизведения режимов работы ГТС выполнена интеграция ТБДХ с комплексом моделирования

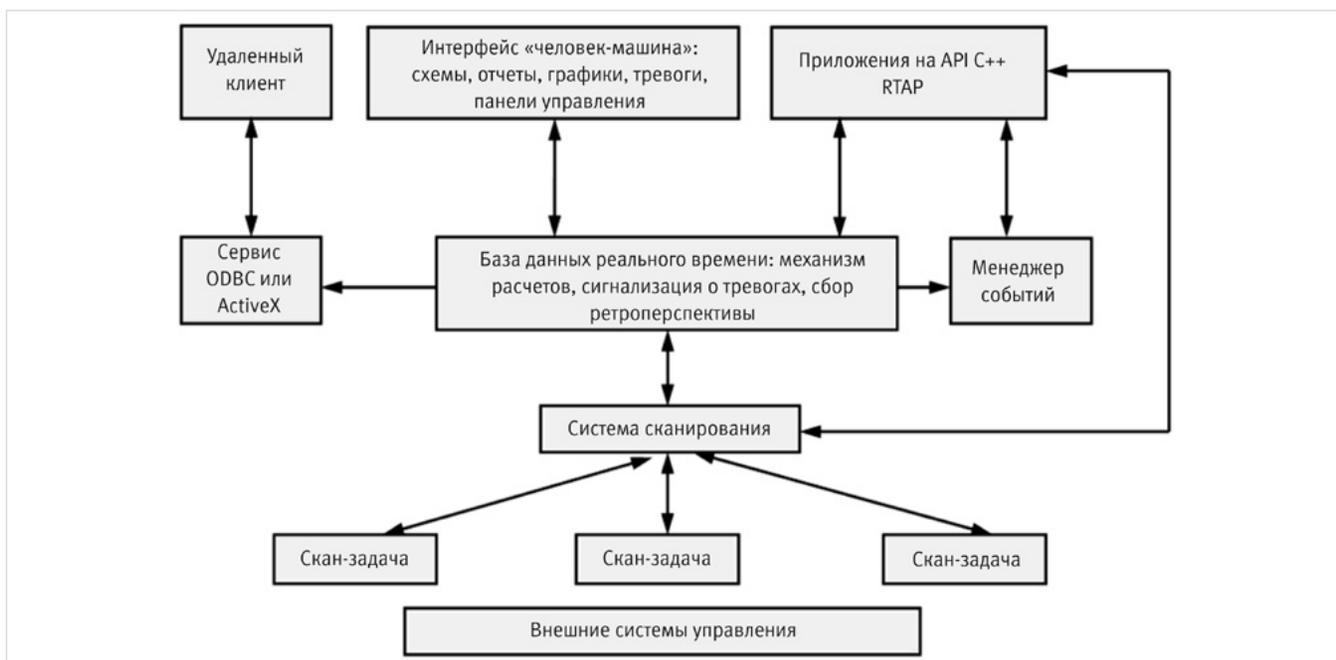


Рис. 2. Структура подсистемы SCADA Системы  
Fig. 2. Structure of the SCADA System subsystem

и оптимизации. Это обеспечивает проведение расчетов как фактического режима работы, так и прогнозирования режимов транспорта газа и газопотребления. Систему отличает высокая надежность: так, уже более 20 лет она работает на объектах в круглосуточном режиме практически без сбоев. Это связано, в первую очередь, с надежностью работы программно-технических средств, удаленного централизованного администрирования как верхнего, так и нижнего уровня. Централизованная параметризация объектов ГТС и эксплуатационного обслуживания позволяет обеспечить когерентность баз данных и оперативность устранения сбоев оборудования. При этом немалую роль играет эффективная организация работ по обслуживанию АСУТП ГОФО-2/Ямал [1–4].

Основной отличительной особенностью АСУТП ГОФО-2/Ямал является то, что это единственная в отрасли «большая» многоуровневая распределенная система управления технологическими процессами ГТС. Ее выделяют наличие единой платформы разработки, удаленного централизованного администрирования, система централизованной параметризации объектов газопроводов и эксплуатационного обслуживания, наличие банка программных интерфейсов к системам автоматизации различных производителей, открытость для конечного пользователя, так как поставлены все исходные тексты программных приложений вместе со средой разработки. Гибкость архитектуры Системы позволяет производить легкое масштабирование в соответствии с реальными потребностями пользователей.

В настоящее время большая часть оборудования Системы морально и физически устарела и выработала свой ресурс, пользователь проводит планомерные работы по замене вышедшего из строя комплекса технических средств. Для восстановления ресурса оборудования и подтверждения существующих характеристик АСУТП ГОФО-2/Ямал целесообразно выполнить работы по капитальному ремонту Систем. Модернизация Системы, на наш взгляд, должна предусматривать выполнение следующих основных работ:

- создание платформы для испытаний модернизированной Системы в соответствии с регламентом (повышения глубины импортозамещения ПТС, обеспечения соответствия образцов требованиям);
- переход Системы уровней ЦДП и ЛПУМГ на новую аппаратную платформу;
- переход на новую версию операционной системы;
- модернизация прикладного программно-обеспечения Системы и базового программного обеспечения;
- повышение быстродействия Системы;
- внедрение системы публикации данных «Веб-монитор ИТГ»;

- расширение функциональных возможностей Системы в части расширения круга разнородно-технологических задач;
- разработка программных методов обнаружения и корректировки недостоверной информации в автоматизированном режиме;
- реализация системы обеспечения информационной безопасности Системы, соответствующей требованиям ПАО «Газпром»;
- устранение аномалий, выявленных за период эксплуатации Системы.

В условиях ограниченного финансирования для определения приоритета выполнения работ по капитальному ремонту необходимо разработать основные критерии и оценку функционирования систем АСУТП ГОФО-2 на объектах Об с учетом следующих критериев:

- загруженность контролируемых технологических объектов;
- количество неполадок/отказов Системы;
- количество информационных каналов Системы;
- количество подключенных систем автоматизации.

Для ранжирования выполнения работ по капитальному ремонту могут быть рекомендованы методы оптимального планирования вывода оборудования в ремонт на основе специальных алгоритмов многофакторной оптимизации, учитывающих предиктивный анализ состояния оборудования, регламент работ, доступность бригад и материалов, а также прогноз загруженности оборудования на основе алгоритмов машинного обучения. По итогам ранжирования систем выполнение работ объектов капитального ремонта может быть распределено по годам.

#### Итоги

Опыт эксплуатации Системы показал, что она отвечает всем современным требованиям к отраслевой системе оперативно-диспетчерского управления (ОСОДУ) в части интеграции информационных и кибернетических процессов, создания единого информационного пространства, применения информационных технологий для оценки ситуаций и принятия решений, в том числе наличия базы диспетчерских знаний и компьютерных тренажерных комплексов.

В результате расширения функциональности многоуровневой АСУ ТП реализовано предоставление диспетчерскому и производственному персоналу предметно и объектно-ориентированной информации для принятия эффективных, своевременных и обоснованных решений по управлению технологическими комплексами, а также обеспечение информационного уровня в необходимом и достаточном объеме для систем автоматизации бизнес-процессов.

Успешному функционированию способствует наличие единой платформы разработки, удаленного централизованного администрирования и параметризации объектов газотранспортной системы. Открытость для конечного пользователя позволяет осуществлять масштабирование в соответствии с реальными потребностями пользователей.

Апробированное эксплуатационными службами ООО «Газпром трансгаз Москва» функциональное решение АСУ ТП может быть применено при создании типовых решений, позволяющих упростить и ускорить интеграцию как по вертикали диспетчерского управления, так и по горизонтали — по обмену режимно-технологической информацией.

#### Выводы

В настоящее время большая часть оборудования Системы морально и физически устарела и выработала свой ресурс. Для восстановления ресурса оборудования и подтверждения существующих характеристик АСУТП ГОФО-2/Ямал целесообразно выполнить работы по капитальному ремонту Системы. Это позволит продлить работу АСУТП ГОФО-2/Ямал на долгие годы, а также снизить и защитить риски и затраты ПАО «Газпром» на инновации за счет соблюдения преемственности технических решений, их оптимизации и стандартизации. Работы должны соответствовать «Стратегии развития систем автоматизации производственно-технологических комплексов ПАО «Газпром» на период до 2030 года» в части модернизации и замены морально устаревшего и физически изношенного, выработавшего нормативный срок эксплуатации оборудования, автоматизации и телемеханизации.

#### Литература

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральный закон от 26 июля 2017 года № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
3. Казначеев П.Ф., Самойлова Р.В., Курчиски Н.В. Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности в нефтегазовой и других сырьевых отраслях // Экономическая политика. 2016. Т. 11. № 5. С. 188–197.
4. Панкратов В.С., Ажикин В.А., Степанян А.А. АСДУ транспортом газа. М.: Экон-информ, 2014. 661 с.

#### ENGLISH

#### Results

Operating experience of the system has shown that it meets all modern requirements: integration of information and cybernetic processes; creating a unified information space; applying information technologies to make decisions and estimate context, including the availability of a dispatch knowledge base and computer training systems.

As a result of expanding the functionality of the multi-level automated process control system of the subsidiary, it was possible to provide dispatch and production personnel with subject-specific and object-oriented information for making effective, timely and informed decisions

on the management of technological complexes, as well as provision the information level in the necessary and sufficient volume for business process automation systems.

Unified development platform, remote centralized administration and parameterization of gas transportation system facilities ensure successful operation. User accessibility allows scaling in accordance with the real needs of users.

The functional solutions of automated process control systems, tested by the operational services of “Gazprom Transgaz Moscow” LLC, can be used to create standard solutions to simplify and speed up integration,

both vertically in dispatch control and horizontally in the exchange of operational and technological information between subsidiaries.

### Conclusion

Most of the system's equipment is outdated technologically for the present time and has exhausted its service life. To restore the service life of the equipment and confirm the existing characteristics of the automated process control system GOFO-2/Yamal, it is necessary to carry out major repair work on the systems. This works will make it possible

to extend the operation of the automated process control system GOFO-2/Yamal for many years, as well as reduce and protect the risks and costs of "Gazprom" PJSC for innovation by maintaining the continuity of technical solutions, their optimization and standardization. The works must comply with the "Strategy for the development of automation systems for production and technological complexes of "Gazprom" PJSC for the period until 2030", in modernization and replacement of automation and telemechanization equipment that has reached its standard service life.

### References

1. Federal Law from 21.07.1997 № 116-FZ "About industrial safety of dangerous production units". (In Russ).
2. Federal Law from 26.07. 2017 № 187-FZ "About security of critical information infrastructure of Russian Federation". (In Russ).
3. Kaznacheev P.F., Samoylova R.V., Kurchisky N.V. Improving efficiency of the oil and gas sector and other extractive industries by applying methods of artificial intelligence. Ekonomicheskaya politika, 2016, Vol. 11, issue 5, P. 188–197. (In Russ).
4. Pankratov V.S., Ajzikin V.A., Stepanyan A.A. Dispatch control system for gas transportation. Moscow: Econ-inform, 2014, 661 p. (In Russ).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Кутыгин Игорь Алексеевич**, генеральный директор, ООО «Информтрансгаз», Москва, Россия  
Для контактов: [itg@informtransgas.ru](mailto:itg@informtransgas.ru)

**Еремин Николай Александрович**, д.т.н., профессор, научный руководитель кафедры бурения скважин, разработки нефтяных и газовых месторождений, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия; профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

**Басниева Ирина Каплановна**, научный сотрудник, Аналитический центр научно-технического прогнозирования в нефтегазовой отрасли, Институт проблем нефти и газа Российской академии наук Москва, Россия

**Kutygin Igor Alekseevich**, general director, "InformtransGaz" LLC, Moscow, Russia  
Corresponding author: [itg@informtransgas.ru](mailto:itg@informtransgas.ru)

**Eremin Nikolai Alexandrovich**, doctor of technical sciences, professor, scientific director of the department of well drilling, oil and gas field development, Northern (Arctic) federal university, Arkhangelsk, Russia; professor, Gubkin University, Moscow, Russia

**Basnieva Irina Kaplanovna**, research associate, Analytical center of science-technical forecasting in gas & oil industry of the science, Oil and Gas Research Institute Russian Academy of Science, Moscow, Russia

IX Международная научно-практическая конференция  
**Дальний Восток и Арктика: устойчивое развитие**  
5–6 марта 2024, Москва

# Стань участником

Специализированная выставка | Спонсорство



[www.arctic.s-kon.ru](http://www.arctic.s-kon.ru)



[www.mrprussia.ru](http://www.mrprussia.ru)



e-mail

Тел. +7 (495) 662-97-49  
(многоканальный)

Электронная почта: [arctic@s-kon.ru](mailto:arctic@s-kon.ru)  
[www.arctic.s-kon.ru](http://www.arctic.s-kon.ru)

Официальная поддержка:



Министерство Российской Федерации  
по развитию Дальнего Востока и Арктики



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ

Организаторы:



Реклама