

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 622.691.4:004.422.83

DOI 10.52928/2070-1616-2023-48-2-66-69

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ И ОПЫТ АПРОБАЦИИ  
ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ  
«ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ (ПОВЕРОЧНЫЙ) РАСЧЕТ ГАЗОПРОВОДОВ»****Н.В. СТРУЦКИЙ**

(ГПО «Белтопгаз», Минск)

**С.И. МОРОЗОВ**

(УП «Витебскоблгаз», Витебск)

канд. физ.-мат. наук, доц. **О.В. ГОЛУБЕВА**, канд. экон. наук, доц. **С.В. БОСЛОВЯК**,**А.Н. ЯНУШОНОК**

(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)

*Надежная и эффективная эксплуатация газораспределительных трубопроводных систем обеспечивается в т.ч. с помощью использования автоматизированных информационных систем, имеющих функции контроля и сопровождения производимых работ, ситуационного анализа, прогнозирования режимов и состояния газораспределительных систем. Важной составляющей, обеспечивающей гибкость и скорость развития систем газоснабжения, является моделирование режимов работы существующих газораспределительных трубопроводных систем с целью определения технических возможностей и поиска оптимальных точек подключения будущих потребителей газа.*

*В статье рассматриваются принципы построения и возможности созданного в период 2021-2022 гг. инновационного цифрового продукта – программного модуля «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов», интегрированного в Единую автоматизированную систему Государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз».*

**Ключевые слова:** программный модуль, моделирование гидравлических процессов, система газоснабжения, автоматизированная информационная система.

**Введение.** Как известно, развитие газораспределительных систем территорий осуществляется на основании расчетных схем газоснабжения городов и населенных пунктов, утвержденных в установленном порядке [1].

Разработку гидравлических расчетных схем газоснабжения осуществляют компетентные проектные организации с учетом перспективного газопотребления. Для этих целей имеется широкий выбор специализированного программного обеспечения. Например, ИГС «CityCom-ГазГраф», ZuluGaz, АСПО-ГАЗ таких известных разработчиков, как ИВЦ «Поток» (Москва), ООО «Политерм» (Санкт-Петербург), ЗАО «АСПО» (Санкт-Петербург).

Разработанная в Государственном производственном объединении по топливу и газификации (далее – ГПО) «Белтопгаз» расчетная схема развития газоснабжения является документом высокого уровня, определяющим параметры локальных газораспределительных систем на длительный период (как правило, до 10 лет). Вместе с тем современная динамика роста производственных мощностей, предполагающая сжатые сроки реализации инвестиционного цикла (3–5 лет) даже для крупных промышленных предприятий с соответствующим газопотреблением, зачастую опережает заложенные схемами газоснабжения возможности газовых сетей. Уровень таких схем не предполагает детализации газопотребления до масштабов, например, небольшого сельского поселения, улицы, садового товарищества. Эти вопросы регулярно решаются специалистами проектно-технических отделов газоснабжающих организаций при осуществлении деятельности по выдаче технических условий на подключение к существующим газопроводам по заявкам будущих потребителей газа. Эта работа включает предварительную оценку соответствия возможных технических решений действующей территориальной схеме газоснабжения и влияния добавляемого объема газопотребления на гидравлический режим газораспределительной сети, определение оптимальной точки подключения конкретного потребителя. При этом активное развитие систем газоснабжения может привести к изменениям, способным генерировать необходимость существенной переработки действующей схемы газоснабжения или разработки новой.

Решение данной задачи на текущий момент возможно следующими способами: ручной пересчет схемы газоснабжения; экспертная оценка, основанная на опыте эксплуатирующего персонала газоснабжающей организации; обращение к сторонним организациям, проектирующим схемы газоснабжения. Представленные подходы имеют существенные недостатки: большие временные или финансовые затраты, неточность получаемых режимов работы сетей газораспределения. Таким образом, поставленная задача по моделированию режимов работы газовых сетей и помощи в принятии решений по оценке возможности подключения

новых потребителей газа к существующим сетям требует разработки специализированного модуля поверочных гидравлических расчетов. Программный модуль «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов» задуман для помощи специалисту эксплуатирующей организации и не затрагивает сферу проектирования. Одно из требований к разработке программного модуля – его интеграция в существующую систему автоматического управления, находящуюся в эксплуатации ГПО «Белтопгаз».

**Основная часть.** Реализация решения поставленных задач проводилась в рамках проведения глубокой цифровой трансформации газораспределительной системы Республики Беларусь ГПО «Белтопгаз».

Ключевым аспектом при решении данных задач выступает многоуровневая координация между техническими специалистами и руководителями аппарата управления и газоснабжающих организаций объединения – «коллективным заказчиком» цифровизации, и филиалом Производственного управления (далее – ПУ) «АйТи-Газ» УП «Витебскоблгаз» – базовой отраслевой организацией в области развития IT-технологий.

На сегодня создана и устойчиво функционирует Единая автоматизированная система (ЕАС) ГПО «Белтопгаз», обеспечивающая цифровое сопровождение всех без исключения сфер деятельности, а, в особенности, производственно-технической сферы<sup>1</sup>.

Основу ЕАС составляют три взаимодополняющих мультипрограммных комплекса (далее – МПК):

- МПК «Мириада» – цифровое сопровождение непосредственных производителей работ по техническому обслуживанию объектов газораспределения и газопотребления с помощью мобильных приложений;
- МПК «Панорама» – главный интегратор всего массива накопленной информации (Big Data), визуализация газораспределительной системы во всей ее совокупности в виде электронной карты;
- МПК «Вершина» – итоговая аналитика на уровне аппаратов управления газоснабжающих организация и объединения, руководства отрасли.

Данные комплексы полностью совместимы и увязаны как в части внутренней архитектуры, так и между собой, что обеспечивает системный подход к обеспечению автоматизации технологических процессов. Структурная схема организации работы трехуровневой системы мультипрограммных комплексов «Мириада», «Панорама», «Вершина» показана на рисунке 1.

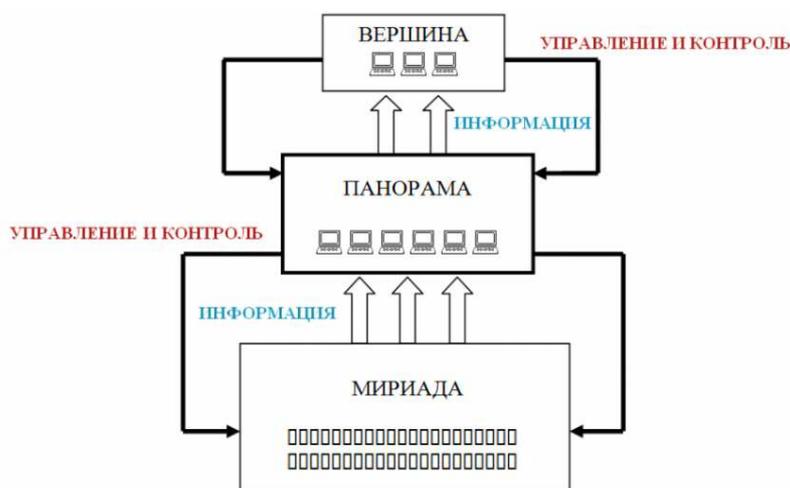


Рисунок 1. – Трехуровневая система МПК

Согласно представленному рисунку 1, первичная информация из мобильных приложений непосредственных производителей работ эксплуатирующих организаций интегрируется в МПК «Панорама». Далее на основе анализа большого массива накопленной информации МПК «Вершина» проводится итоговый анализ. Ключевым звеном системы является МПК «Панорама», охватывающий весь цикл эксплуатации объектов газораспределительной системы и обеспечивающий автоматизацию широкого набора технологических процессов.

В основу МПК «Панорама» заложены следующие идеи:

- создание отдельного программного модуля (далее – ПМ) для каждой технической службы или отдельного крупного технологического процесса;
- интеграция данных программных модулей на единой электронной карте газораспределительной системы;
- гибкость и открытость архитектуры программного продукта, обеспечивающие легкую масштабируемость и доступность для постоянного развития и модернизации.

<sup>1</sup> СН 4.03.01-2019. Газораспределение и газопотребление. – Введ. 26.12.2019. – Минск: Минкстройархитектуры 2020. – 106 с.

Соответственно, МПК «Панорама» прирастает возможностями как за счет доработки существующих модулей, так и внедрения новых. Последним по времени разработки программным модулем МПК «Панорама» стал ПМ «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов», разработанный Производственным управлением «АйТиГаз» в течение 2021–2022 гг. по техническому заданию управления систем газоснабжения и рабочей группы начальников производственно-технических отделов газоснабжающих организаций ГПО «Белтопгаз».

Визуальная подоснова модуля – специальный, совместимый с основной электронной картой МПК «Панорама», графический слой, где предусмотрена возможность нанесения перспективных потребителей (с задаваемыми параметрами требуемых расхода и давления газа) и газопроводов для дальнейшего моделирования режимов работы вновь созданных сетей (рисунок 2).

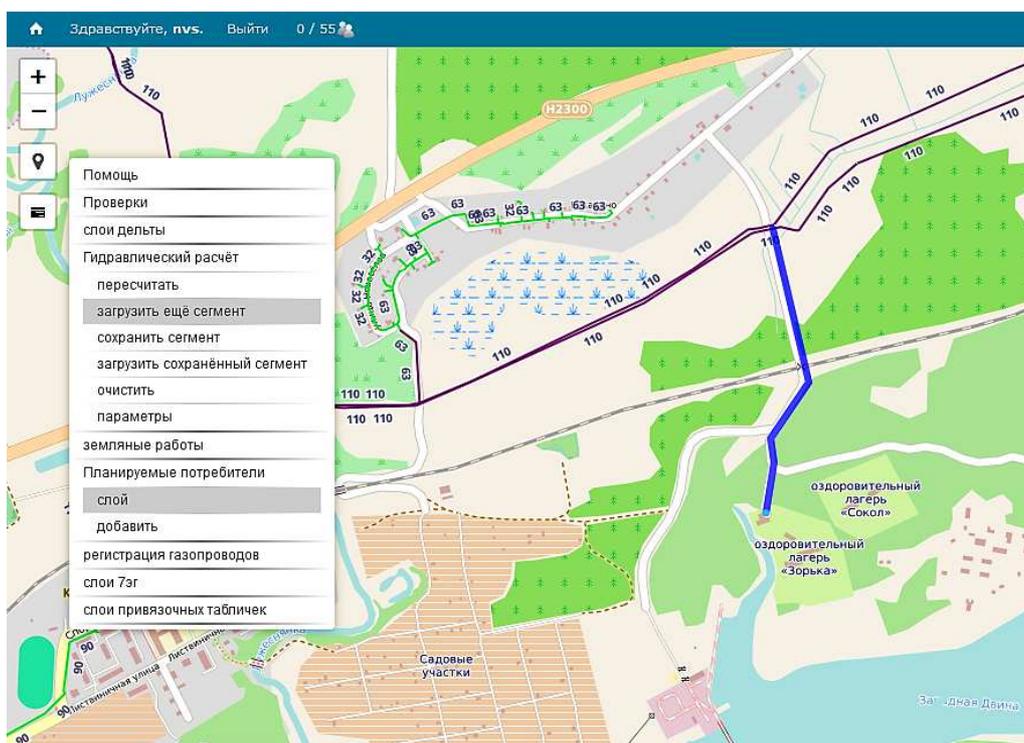


Рисунок 2. – Нанесение перспективного потребителя газа на электронную карту

Таким образом, в расчетную схему, которая уже включает и учитывает фактические параметры всех эксплуатируемых объектов, в интерактивном режиме вносятся желаемые изменения и далее производится математическое моделирование отредактированной схемы газоснабжения. Математическая модель, заложенная в основу программного модуля, представлена системой уравнений, описывающих стационарный режим работы газопроводов. Формируемая система уравнений на основе уравнений баланса потоков газа в узлах как функции давлений в соответствующих направлениях потоков минимизирует суммарный дисбаланс всей системы и позволяет получить распределение давлений и расходов по заданной системе распределительных газопроводов. Заложенный в программный модуль алгоритм гидравлического расчета соответствует нормативным требованиям<sup>2</sup> [1]. Для проверки адекватности изложенной модели использовалось сравнение полученных значений с расчетами, выполненными проектной организацией (ГП «НИИ Белгипротопгаз»). Проверка осуществлялась на примере газораспределительных сетей гг. Орши и Жлобина. Результаты расчетов, выполненных с помощью модуля «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов», показали полную сходимость с результатами, полученными в ходе разработки схем газоснабжения указанных городов ГП «НИИ Белгипротопгаз».

Заложенный в программный модуль «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов» функционал предоставляет возможности:

- интерактивного моделирования стационарных режимов работы газопроводов с целью быстрой проработки возможных вариантов подключения перспективных потребителей, а также соединения сегментов сети с помощью перемычек и закольцовок;
- произвольного выбора и расчета локальных сегментов существующих газораспределительных сетей с целью общего анализа и выявления слабых звеньев системы по пропускной способности (для участков

<sup>2</sup> СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. – Введ. 08.07.2003. – М: ЗАО «Полимергаз», 2006. – 166 с.

газопровода) и производительности (для источников газоснабжения – газорегуляторных пунктов, шкафных регуляторных пунктов);

– наглядного отображения расчетных давлений и скоростей потоков газа, точек схождения потоков газа от разных источников в целях анализа гидравлического режима.

Модуль обеспечивает формирование, сохранение и вывод на печать полученных расчетных (поверочных) схем и результатов расчета в табличном виде.

Учитывая отсутствие у специалистов эксплуатационно-технического профиля опыта использования специализированного программного обеспечения для гидравлических расчетов, ПУ «АйТиГаз» создано обучающее видеопособие, позволяющее в короткие сроки получить навыки работы с внедряемым программным модулем.

Для удовлетворения повышенных требований к производительности вычислительной техники в газоснабжающих организациях созданы специально выделенные под эти цели виртуальные машины (минимальные технические параметры: серверный процессор 10 ядер, HDD 20 GB, ОЗУ 10 GB) для переноса на них расчетных операций.

В настоящее время программный модуль успешно прошел апробацию, УП «Научная организация труда» подготовлены соответствующие изменения в отраслевой нормативный документ<sup>3</sup>, определяющие порядок применения ПМ «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов» в производственной практике.

**Заключение.** Производственным управлением «АйТиГаз» УП «Витебскоблгаз» разработан и внедрен инновационный программный модуль «Гидравлический (поверочный) расчет газопроводов», позволяющий повысить компетенции технических специалистов и руководителей газоснабжающих организаций. Этот модуль обеспечивает новое качество деятельности по выдаче технических условий на подключение к газораспределительной системе, своевременное планирование и разработку (в т.ч. переработку) территориальных схем развития газоснабжения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Струцкий Н.В., Васильев В.Ю. Единая автоматизированная система ГПО «Белтопгаз». От идеи к результату // Энергетическая стратегия. – 2017. – № 3(57). – С. 52–55.

#### REFERENCES

1. Strutski, N.V. & Vasil'ev, V.Yu. (2017). Edinaya avtomatizirovannaya sistema GPO «Beltopgaz». Ot idei k rezul'tatu [Unified automated system of State Production Association “Beltopgaz”. From idea to result]. *Energeticheskaya strategiya [Energy strategy]*, 3(57), 52–55. (In Russ., abstr. in Engl.)

Поступила 28.08.2023

### PRINCIPLES OF CONSTRUCTION, POSSIBILITIES AND EXPERIENCE OF TESTING THE SOFTWARE MODULE "HYDRAULIC (VERIFICATION) CALCULATION OF GAS PIPELINES"

**N. STRUTSKY**

*(State Production Association for Fuel and Gasification "Beltopgaz", Minsk)*

**S. MOROZOV**

*(Unitary enterprise "Vitebskoblgaz", Vitebsk)*

**O. GOLUBEVA, S. BOSLOVYAK, A. YANUSHONOK**

*(Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk)*

*Reliable and efficient operation of gas distribution pipeline systems is ensured, among other things, through the use of automated information systems that have the functions of monitoring and supporting work performed, situational analysis, forecasting the modes and conditions of gas distribution systems. An important component that ensures the flexibility and speed of development of gas supply systems is the modeling of operating modes of existing gas distribution pipeline systems in order to determine the technical capabilities and find the optimal connection points for future gas consumers.*

*The article highlights the principles of construction and the possibilities of an innovative digital product created in the period of 2021–2022 – the software module "Hydraulic (verification) calculation of gas pipelines", integrated into the Unified Automated System of the State Production Association for Fuel and Gasification "Beltopgaz".*

**Keywords:** software module, simulation of hydraulic processes, gas supply system, automated information system.

<sup>3</sup> СТП 01.01-2019. Порядок выдачи технических условий на присоединение объектов газопотребления к газораспределительной системе. – Введ. 20.05.2019. – Минск, 2019. – 16 с.