

ISSN (Print) 2616-6844  
ISSN (Online) 2663-1318

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

# ХАБАРШЫСЫ

---

---

## ВЕСТНИК

Евразийского национального  
университета имени Л.Н. Гумилева

## BULLETIN

of L.N. Gumilyov  
Eurasian National University

**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР** сериясы

**THE TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series**

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**№ 2(131)/2020**

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

Бас редакторы **Мерзодинова Г.Т.**  
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Бас редактордың орынбасары **Жусупбеков А.Ж.**  
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Бас редактордың орынбасары **Тогизбаева Б.Б.**  
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Бас редактордың орынбасары **Сарсембаев Б.К.**  
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

**Редакция алқасы**

<b>Акира Хасегава</b>	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
<b>Акитоши Мочизуки</b>	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
<b>Базарбаев Д.О.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Байдабеков А.К.</b>	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Дер Вэн Чанг</b>	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
<b>Жардемов Б.Б.</b>	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Жумагулов М.Г.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Йошинори Ивасаки</b>	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
<b>Калякин В.Н.</b>	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
<b>Түлебекова А.С.</b>	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
<b>Тадатсугу Танака</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Хое Линг</b>	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
<b>Утепов Е.Б.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Чекаева Р.У.</b>	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Шахмов Ж.А.</b>	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Юн Чул Шин</b>	проф., Инчeon ұлттық университеті, Инчeon, Оңтүстік Корея

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.  
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: [vest\\_techsci@enu.kz](mailto:vest_techsci@enu.kz)

*Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат*

**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.**

**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы**

Меншіктенуші: ҚР БЖҒМ «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» ШЖҚ РМК

Мерзімділігі: жылына 4 рет

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018 ж.

№16991 -ж тіркеу куәлігімен тіркелген

Басуға 07.06.2020 ж. қол қойылды.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

*Editor-in-Chief **Gulnara Merzadinova***  
*Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov***  
*Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togzibayeva***  
*Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev***  
*Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

**Editorial board**

<b>Akira Hasegawa</b>	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
<b>Akitoshi Mochizuki</b>	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
<b>Daniyar Bazarbayev</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Auez Baydabekov</b>	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Rahima Chekaeva</b>	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Der Wen Chang</b>	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
<b>Eun Chul Shin</b>	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
<b>Hoe Ling</b>	Prof., Columbia University, New York, USA
<b>Viktor Kaliakin</b>	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
<b>Zhanbolat Shakhmov</b>	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Tadatsugu Tanaka</b>	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
<b>Assel Tulebekova</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Yelbek Utepov</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Yoshinori Iwasaki</b>	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
<b>Bolat Zardemov</b>	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, NurSultan, Kazakhstan
<b>Mihail Zhumagulov</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: [vest\\_techsci@enu.kz](mailto:vest_techsci@enu.kz)

*Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat*

**Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.**

**TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series**

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct «L.N. Gumilyov Eurasian National University» Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Signed in print 07.06.2020.

Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

Главный редактор **Мерзудинова Г.Т.**  
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Зам. главного редактора **Жусупбеков А.Ж.**  
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Зам. главного редактора **Тогизбаева Б.Б.**  
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Зам. главного редактора **Сарсембаев Б.К.**  
к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан

**Редакционная коллегия**

<b>Акира Хасегава</b>	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
<b>Акитоши Мо- чизуки</b>	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
<b>Базарбаев Д.О.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Байдабеков А.К.</b>	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Дер Вэн Чанг</b>	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
<b>Жардемев Б.Б.</b>	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Жумагулов М.Г.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Йошинори Ивасаки</b>	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
<b>Калякин В.Н.</b>	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
<b>Тадатсугу Танака</b>	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
<b>Тулбекова А.С.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Хое Линг</b>	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
<b>Утепов Е.Б.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Чекаева Р.У.</b>	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Шахмов Ж.А.</b>	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Юн Чул Шин</b>	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402  
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: [vest\\_techsci@enu.kz](mailto:vest_techsci@enu.kz)

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

**Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.**

**Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

Собственник: РГП на ПХВ «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева» МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г. Подписано в печать 07.06.2020 г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абдрасилова Г.С., Туякаева А.К., Козбагарова Н.Ж.</i> Изучение агропромышленной архитектуры с элементами энерго эффективных технологий: опыт факультета архитектуры КазГАСА	8
<i>Байхожаева Б.У., Жайманова Ы.Т.</i> Разработка рекомендаций к построению риск – ориентированной модели государственного контроля за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза	14
<i>Балабекова К.Г., Тогизбаев Б.К.</i> Анализ прочности поршня в Solid Works Simulation	22
<i>Бекбасаров И.И., Атенев Е.И.</i> Сопротивляемость моделей свай с уширениями ствола на горизонтальную и выдергивающую нагрузки	27
<i>Бисакаев С.Г., Бекеева С.А., Джумагулова Н.Г.</i> Степень профессионального риска работников строительной организации в зависимости от условий труда	39
<i>Жумабеков А.Т., Айдарханова А.Н.</i> Анализ неисправностей рулевого управления легкового автомобиля	45
<i>Кабикенов С.Ж., Исабаев М.С., Мухаметжанова А.С.</i> Городской транспорт в развивающихся странах за пределами мегаполисов	52
<i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сагнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Инструментальная платформа OLAP анализа данных экологического мониторинга	66
<i>Канаев А.Т., Ахмедьянов А.У., Киргизбаева К.Ж., Косанова И.М.</i> Определение физико-механических характеристик плазменно-закаленной колесной стали методом наноиндентирования	78
<i>Кенжебаев К.Ж.</i> Индивидуальная программа учета простоев локомотивов ТЭ33А на внеплановых ремонтах как инструмент для анализа ремонтпригодности	87
<i>Крыкбаев М.М., Шедреева И.Б., Тлешова А.С.</i> Практическая реализация эффекта самоадаптации в решетке Брэгга, показывающая отрицательный наклон характеристики	94
<i>Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Н.А.</i> Программный комплекс «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа»	101
<i>Садыкова С.Ш., Молдалиева Г.Т.</i> Современные принципы формирования архитектуры эко-ферм	112
<i>Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Буришуква Г.А., Карменов К.К.</i> Исследование легированных литых сплавов с наноструктурным покрытием, обладающих повышенными демпфирующими свойствами	121
<i>Сулейменов Т.Б., Жомартов Р.А.</i> Модернизация технологии обработки поездов при смене колеи на границе КНР/РК	131

Б.Б. Оразбаев<sup>1</sup>, Д.Р. Зинагабденова<sup>1</sup>,  
Н.А. Абилгазы<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup>Акционерное общество «КазТрансГаз», Нур-Султан, Казахстан  
(E-mail: <sup>1</sup>batyr\_o@mail.ru, <sup>1</sup>z.dariga@mail.ru, <sup>2</sup>a.nartay@mail.ru)

### **Программный комплекс «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа»**

**Аннотация:** В данной статье приводится описание системы сбора данных и учета газа, реализованной в газотранспортной предприятии. Программный комплекс предназначен для повышения достоверности собираемых технологических и технических данных с объектов магистрального газопровода. Основной задачей газотранспортной компании является обеспечение стабильной транспортировки газа потребителям. Это достигается за счет эффективной и безопасной эксплуатацией объектов газотранспортной системы (ГТС). Безопасная и эффективная эксплуатация зависит от принятых оперативных управленческих решений. Оперативное диспетчерское управление ГТС основано на оперативных данных и учете газа. Для принятия правильных оперативных решений необходимы достоверные данные, такие как давление газа, температура газа, физико-химические характеристики газа и др. с объектов магистрального газопровода, автоматический мониторинг этих данных 24/7 и структурированные архивированные данные в базе данных компании. Структурированная база данных дает возможность правильно анализировать ситуацию и принимать правильное решение.

**Ключевые слова:** магистральный газопровод, газотранспортная система, учет газа, баланс газа, база данных реального времени, принятие решений.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-131-2-101-111>

#### **1. Введение.**

Основная часть магистральных газотранспортных систем Казахстана была построена в шестидесятых годах прошлого века и имеет срок службы больше полувека. При проектировании вышеуказанных магистральных газотранспортных систем не была предусмотрена автоматизация сбора данных (SCADA) для учета газа в диспетчерских управлениях [1, 165 стр.].

В целях обеспечения безопасной и надежной транспортировки газа газотранспортное предприятие постепенно внедряет автоматизированные системы сбора данных для диспетчерского управления. Оперативное управленческое решение, принимаемое в диспетчерских центрах основывается на следующих данных, поступающих с производственных объектов [2, 88 стр.]:

##### *1. Технические данные*

- Технические данные магистральных газопроводов: разрешенное давление по

магистральному газопроводу (МГ), диаметр газопровода по участкам, длина газопровода, глубина залегания газопровода, способ прокладки газопровода надземный/подземный) [3, 79 стр.].

- Технические данные компрессорных станций (КС): количество газоперекачивающих агрегатов (ГПА) в КС; тип и модель ГПА, производительность нагнетателя ГПА, состояние ГПА в работе/в резерве/в ремонте и т.д.

- Технические данные газораспределительных станций (ГРС) и газораспределительных аппаратов (ГРА).

- Технические данные замерных узлов (ЗУ), газоизмерительных систем (ГИС).

#### 2. Технологические данные

- Давление, температура, физико-химические параметры, объем газа на КС, ЗУ, ГИС, ГРС, крановых узлах газопровода [4, 216 стр.].

- Положение кранов вдоль газопровода, на компрессорных станциях, газоизмерительных станциях, газораспределительных станциях и т.д.

- Все изменения и переключения на объектах магистральных газопроводов.

- Хронология ремонтных работ и т.д.

#### 3. Аналитические данные

- Фактическое техническое состояние всех оборудования на объектах магистрального газопровода.

- Гидравлическая пропускная способность всех участков газопровода и газопровода в целом.

- Тенденция изменений по времени, давление, температура, объем, физико-химические параметры (ФХП) газа.

- Тенденция изменения технических состояний оборудования на объектах МГ.

Обеспечение оперативности и достоверности данных, поступающих в диспетчерские центры и структурированность данных для анализа - главная задача газотранспортной компании.

Для решения данной задачи необходимо разработать программный комплекс автоматизированной системы управления сбора данных и учета газа.

#### 2. Постановка задачи и методы исследования.

С целью обеспечения автоматического сбора оперативных данных необходимо разработать программный комплекс (портал) «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа». Для разработки программы применяем язык программирования Angular, PHP, JavaScript, структурированное хранение данных на PhpMyAdmin, MySQL на сервере компании [5, 287 стр., 6, 314 стр.]. При проведении исследования применяются методы проектирования и разработки программных продуктов [6, 217 стр., 7].

#### 3. Результаты исследования.

Для решения поставленной задачи, т.е. для разработки программного комплекса, было изучено фактическое состояние сбора данных с производственных объектов. Сбор данных осуществляется следующими методами:

1. Некоторые данные с производственных объектов поступают автоматически в режиме онлайн (напрямую с контроллеров);

2. Некоторые данные с объектов поступают автоматически, а некоторые вводятся методом ручного ввода;

3. Некоторые данные с производственных объектов поступают в Excell форме по электронной почте.

Достоверность 3-го метода не гарантирована, так как есть вероятность человеческого фактора, и файлы хранятся на всех уровнях компании (дублирование процессов). Основная часть данных касательно объема передается этими методами, что приводит к рискам в учете газа.

Разработанный программный комплекс автоматически выстраивает визуальную



мнемосхему МГ с базы данных с функцией изменения состояния крановых узлов открыто\ закрыто, которая автоматически определяет состояние участков МГ. Программный комплекс является электронным порталом, работающим на внутренней сети (что обеспечивает информационную безопасность). Портал разделен на модули. Структура программного комплекса приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура программного комплекса

Имеются разделы «ввод данных» и «вывод данных». Ввод данных предназначен для сотрудников, непосредственно отвечающих за определенный производственный объект. Раздел вывода данных предназначен для всех заинтересованных сторон (пользователи информации) соответственно по иерархии доступа к информации и состоит из следующих модулей:

*Модуль - 1. Журнал событий*

Раздел разработан для ввода данных, хранения структурированной базы данных и вывода данных всех производственных событий на объектах МГ (переключение крановых узлов линейной части и на территории компрессорных станций, пуск-остановка газоперекачивающих агрегатов, отключение и включение участков МГ, прохождение очистных устройств в полости МГ, события с замерных узлов и т.д.). Ввод данных по событию производит сменный персонал непосредственно с объекта возникновения события. События отображаются в персональном окне в портале для всех заинтересованных сторон. Новая запись выделяется красным цветом. При двойном щелчке левой кнопкой мышки запись становится черной (отметка о прочтении). В окне пользователей отображается запись о том, кто и когда прочитал запись. При необходимости любой пользователь в рамках своей компетенции может просматривать историю событий по тем или иным объектам МГ или в целом по всей системе газопровода. До разработки программного комплекса «Журнал событий» (рисунок 2) велся на бумажном носителе на каждом уровне отдельно и передавался между уровнями по телефонному каналу связи. Обработка и анализ занимали очень много человеко- часов.



**Журнал событий** ✓ 17:57:26

Все

Дата и время	Объект	Событие	Получатели	Автор
	КС	выполнили продувку газом участка МГ	МГ САЦ	
	КС	Н.остановка т/а в резерв,ТКЦ	МГ САЦ	

Рисунок 2 – Журнал событий

Модуль – 2. Физико-химические параметры газа

Специально разработанный раздел портала, где объединяются результаты анализов газа, проводимых химическими лабораториями на участках МГ (рисунок 3) и применяющихся для расчета объема газа.

**Журнал ФХП газа** ✓

Выбор подразделения

Все Компоненты

Место отбора: Нитка: Прибор:  
Дата и время отбора: Дата анализа: Исполнитель:

Наименование параметра , ед.изм.	Значение
ТТР по влаге средняя, С	-20.5
Ргаз, кгс/см2	34.4
Тгаз, С	33.4
ТТР по влаге приведенная к 40 кгс/см2, С	-19.5

Рисунок 3 – Журнал ФХП газа

Принцип работы модуля схож с модулем «Журнал событий». Анализ газа на химических лабораториях до разработки программного комплекса передавался в диспетчерские службы только в бумажном варианте с подписями исполнителей или в отсканированном виде с подписями. Анализ и обработка данных физико-химического состава газа на большой период отнимали несколько дней. Подобные работы после внедрения программного комплекса занимают 10-15 минут.

Модуль – 3. Режимные листы

В данном модуле хранятся и отображаются технологические параметры газа (давление, температура, объем газа) в виде отдельных листов по каждому МГ (рисунок 4).

↓ 📄

		СПРАВКА о движении газа по МГ												Тренд
НАИМЕНОВАНИЕ	Параметр	1:00ч.	2:00ч.	3:00ч.	4:00ч.	5:00ч.	6:00ч.	20:00ч.	21:00ч.	22:00ч.	23:00ч.	24:00ч.		
Шымкент	Татм	24	22	22	22	22	22	28	28	23	23	22		
	Рвх	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,5	30,5	30,4	30,4	30,3		
	Рвых	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,3	30,3	30,1	30,1	30,1		
	Твх	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
	Твых	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
	Qчас	115	114	114	112	112	111	140	140	140	140	140		
3У'328 км'	Рвх	25,9	25,9	25,9	25,8	25,8	25,8	25,9	25,9	26	26	26		
	Рвых	25	25	25	24,9	24,9	24,9	25,2	25,2	25,2	25,2	25,1		
	Твх	29	29	29	29	29	29	29	30	30	30	29		
	Твых	29	29	29	29	29	29	30	30	30	30	29		
	Qчас	217	215	215	212	212	210	216	216	215	215	215		

Рисунок 4 – Режимные листы

Данные в этом модуле автоматически обновляются по мере поступления информации, также можно просматривать архивные данные по любому дню.

#### Модуль – 4. Баланс и учет газа

Одним из основных модулей программного комплекса является «Баланс и учет газа» (рисунок 5).

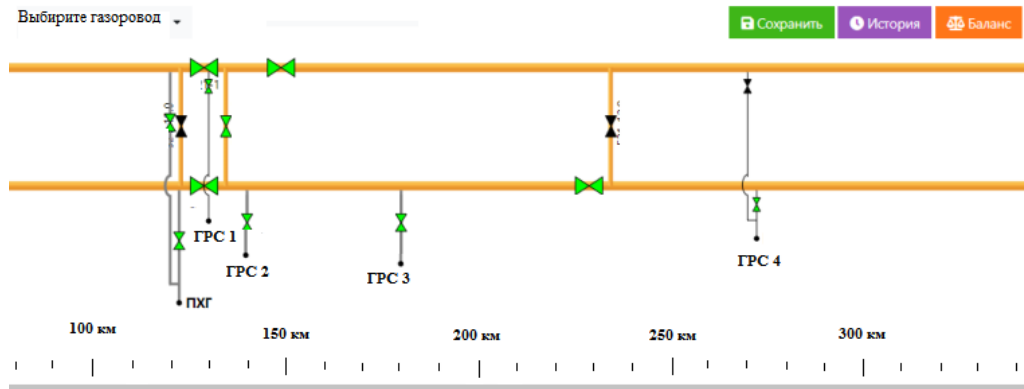


Рисунок 5 – Баланс и учет газа

Для расчета баланса газа МГ необходим объем поступления газа, объем переданного газа и остаток газа в МГ, точнее изменение технологического запаса газа на период составления баланса газа (рисунок 8). Объем поступления и переданного газа замеряется в замерных узлах газа. Достоверность замерных узлов является отдельной темой для изучения и в рамках данной статьи не будет рассмотрена. Остаток газа в МГ, то есть остаток технологического запаса газа на момент времени расчета баланса газа (коммерческий час) производится расчетным путем [7].

Запас газа МГ определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L P_{\phi} \cdot \frac{T_0}{T_{\phi} Z \cdot 1,033}$$

где,  $P_{\phi}$  – среднее давление газа на участке,  $T_{\phi}$  – средняя температура газа на участке,  $Z$  – коэффициент сжимаемости,  $T_0$  – температура газа при стандартных условиях 293,15 К,  $L$  – длина участка.

Расчет запаса газа МГ на определенный момент времени. Газопровод разделяется на участки от кранного узла до кранного узла. При расчете участки газопровода имеют три состояния:

1. Участок в работе;
2. Участок в баллоне;
3. Участок отключен и стравлен.

В зависимости от состояния участков МГ определяется метод расчета. Когда участок в работе - запас на данном участке определяется в потоке. Если участок выведен в баллон - участок рассчитывается отдельно. Если участок отключен и стравлен - по участку не производится расчет. Изменения состояния участков газопровода автоматически отображаются в истории изменений (рисунок - 6), после определения состояния кранов в мнемосхеме сменным диспетчером.

Для определения состояния участков МГ разработанная уникальная программа автоматически выстраивает визуальную мнемосхему МГ (рисунок - 7) с базы данных, где записаны все технические характеристики МГ. При изменении технических характеристик МГ изменения отображаются в мнемосхеме.

**История изменений** x

Линейные краны Отводы

Поиск крана

Введите километр Введите № нитки

Газопровод	Кран	Состояние	Дата и время	Диспетчер	УМГ
МГ БГР-ТБА		открыт			Центральный
МГ БГР-ТБА		закрыт			Центральный
МГ БГР-ТБА		открыт			Центральный

Рисунок 6 – Положение кранов

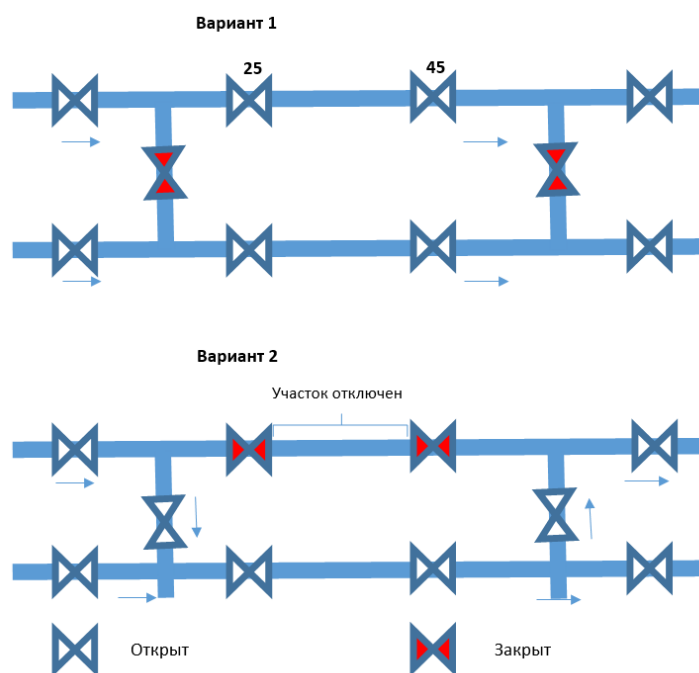


Рисунок 7 – Пример отображения мнемосхемы

Сменный диспетчер производства производит изменения в мнемосхеме (производит переключения крановых узлов) на своем участке обслуживания МГ. После сохранения изменения автоматически сохраняются в базе и отображаются на мониторе сменного диспетчера смежных участков МГ и ЦЦД. Это позволяет всем участникам процесса транспортировки газа на всех уровнях компании сразу получать достоверную информацию в On-line режиме.

После определения состояния каждого участка МГ программа автоматически определяет направления потока и производит расчет технологического запаса газа МГ на указанный момент времени. Технологические параметры для расчета запаса газа в МГ берутся с модуля «Режимные листы». При расчете баланса газа учитываются только изменения запаса газа на период составления баланса [8, 62 стр.]. Если изменение запаса имеет минусовое значение учитывается как поступление, взятое из технологического запаса, если значение плюсовое принимается как потребление положено в технологический запас в трубу.

Постоянно автоматически отслеживая изменения запаса газа и давление газа в газопроводе можно автоматически определять такие несоответствия, как некорректность технологических данных газа в газопроводе, тенденция гидратообразования, локализация участков, где

образуется разбаланс или вероятность утечек в газопроводе [9, 10]. Баланс газа рассчитывается следующим образом:

$$V_p = V_{потр} - V_{пост}$$

где,  $V_{пост}$  – объем поставленного газа,  $V_{потр}$  – объем переданного газа. Расхождение в величинах  $V_{пост}$  и  $V_{потр}$  называется разбалансом  $V_p$ .

Пример баланса газа приведен на рисунке 8.

**Баланс газа**

Объекты	Qчас, тыс.м3
Баланс по МГ	0,00
ЗУ "1"	25 475,44
ГРС 1	5 635,15
ГРС 2	6 845, 22
ГРС 3	1 364,09
ГРС 4	11 630,98

**Рисунок 8 – Баланс МГ**

#### Модуль – 5. Расчетный калькулятор

Данный модуль является дополнительным модулем и состоит из отдельных калькуляторов, которыми пользуются работники газовой промышленности в повседневной работе [11, 375 стр.].

Интерфейс расчета технологического запаса газа приведен на рисунке 9. Окно расчета технологических потерь газа представлено на рисунке 10, а для гидравлического расчета магистрального газопровода используется интерфейс программы, приведенный на рисунке 11.

#### Модуль – 6. Анализ и отчеты

В данном модуле собираются результаты анализов и отчеты, которые формируются в диспетчерских службах и в центральном диспетчерском департаменте.

#### Модуль – 7. Администрирование.

Модуль разработан для администратора для отслеживания технического состояния программного комплекса.

Калькуляторы

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАПАС ГАЗА**

Км. нач. (км.)  Км. конеч. (км.)  Внешн. диаметр (мм.)  Толщина стенки (мм.)

Давл. нач. - P<sub>н</sub> (кг/см<sup>2</sup>)  Давл. конеч. - P<sub>к</sub> (кг/см<sup>2</sup>)  Темп. нач. - T<sub>н</sub> (оС)  Темп. конеч. - T<sub>к</sub> (оС)

Плотн. газа (кг/м<sup>3</sup>)

Участок 10 км. P: 20 кгс/см<sup>2</sup>, T: 15 оС

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

**163.35**  
ТЫС.М<sup>3</sup>

**Рисунок 9 – Расчет технологического запаса**

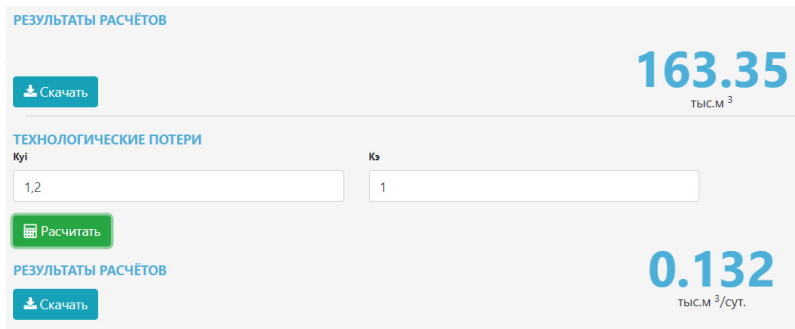


Рисунок 10 – Расчет технологических потерь газа

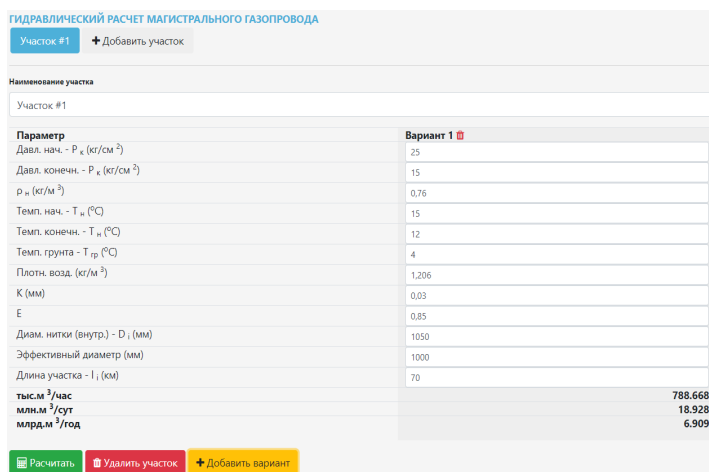


Рисунок 11 – Гидравлический расчет МГ

#### 4. Обсуждение результатов.

Предложенный подход автоматизирует систему сбора данных и учета. Схема портала приведена на рисунке 12.

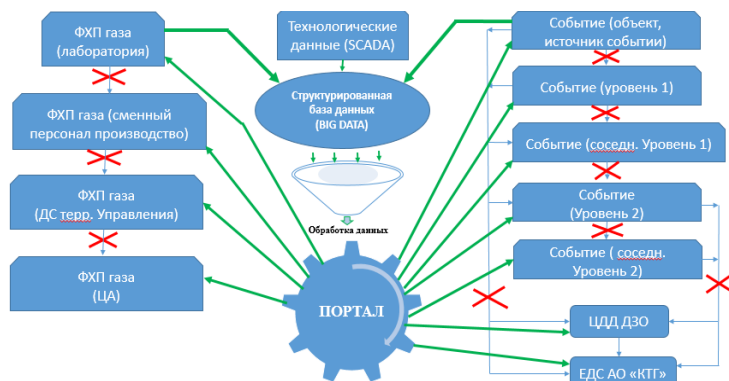


Рисунок 12 – Портал в виде схемы

Программный комплекс «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа» минимизирует ошибки человеческого фактора, сокращает время сбора данных, устраняет повторяющиеся процессы, повышает эффективность процесса транспортировки газа, структурирует базу данных (рисунок - 12) для дальнейшего анализа и экспериментов, обеспечивает расчет технологического запаса и баланса газа МГ на любой период времени. Данный комплекс обеспечивает цифровизацию ряда процессов в газовой отрасли.

## 5. Заключение

В работе проведены исследования по решению проблем сбора данных и учета газа в МГ. Учет газа в МГ - результат комплекса работ, бизнес-процессов и транспортировки газа по магистральным газопроводам. Учет газа - это определение достоверного объема газа, поступившего газа в систему, переданного газа и объема остатка газа, то есть технологического запаса газа в МГ. Объем газа входа и выхода с МГ определяется приборами учета газа и в данной статье мы этот аспект не рассматривали. Технологический запас газа определяется расчетным путем. Предложенный программный комплекс основан на методе комплексного подхода и позволяет правильно определять объем технологического запаса газа МГ. Достоверные технологические данные для определения запаса газа структурированно собираются в базе данных и дают возможность для дальнейшего анализа с целью правильного принятия оперативного диспетчерского решения.

### Список литературы

1. Кангин В.В. Разработка SCADA-систем: учеб. пособие для вузов. –Москва: Инфра-Инженерия, 2019. - 564 с.
2. Васильев Г.Г. Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности в 2 т.: учеб. пособие для вузов. –Москва: Инфра-Инженерия, 2008. -1216 с.
3. Земенков Ю.Д. Эксплуатация магистральных газопроводов: учеб. пособие для вузов. ТюмГНГУ; – Тюмень: Вектор Бук, 2009 – 526 с.
4. Земенков Ю.Д. Эксплуатация магистральных и технологических нефтегазопроводов. Объекты и режимы работы: учеб. пособие для вузов –Тюмень: ТюмГНГУ, 2014 – 282 с.
5. Яков Ф. Angular и Typescript. Монография. – СПб.: Питер, 2018г.- 464 с.
6. Куликов С. Работа с MySQL, MS SQL Server и Oracle в примерах: учеб. пособие для вузов. –М.: Самиздат, 2017. - 547 с.
7. Белов Д.Б., Игнатъев А.А., Соловьев С.И. Проблема погрешности измерений при коммерческом учете ресурса (на примере поставки природного газа) // Методы оценки соответствия. – 2012. - № 9. – С. 20–24.
8. Саликов, А.Р. Технологические потери природного газа при транспортировке по газопроводам: магистральные газопроводы, наружные газопроводы, внутридомовые газопроводы: монография. – М.: Инфра-Инженерия, 2015. –112 с.
9. Игнатъев А.А. Оценка причина разбаланса объемов газа в системе «поставщик – потребитель» // Газовая промышленность. - 2010. - № 6. – С. 20–22.
10. Тухбатуллин Ф.Г., Семейченков Д.С. О причинах разбаланса природного газа в системе газораспределения и методах прогнозирования его величины // Территория «НЕФТЕГАЗ». -2017. - № 6. – С. 14–20.
11. Земенков Ю.Д. Типовые расчеты процессов в системах транспорта и хранения нефти и газа: учеб. пособие для вузов. – СПб: Недра, 2007. – 599 с.

**Б.Б.Оразбаев<sup>1</sup>, Д.Р.Зинагабденова<sup>1</sup>, Н.Ә Әбілғазы.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup> «ҚазТрансГаз» Акционерлік қоғамы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

### **«Мәліметтерді жинау мен газды есепке алуды басқарудың автоматтандырылған жүйесі» бағдарламалық кешені**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада газ тарату компаниясында іске асырылған газды есепке алу үшін деректерді жинау жүйесі сипатталған, ол жедел деректер негізінде газбен жабдықтау жүйесін диспетчерлік басқаруда басқару шешімдерін қабылдауды жақсартуға және газды есепке алуды сенімді жүргізуге арналған. Дұрыс жедел шешім қабылдау үшін, магистральді газ нысандарынан газдың қысымы, газ температурасы, газдың физикалық және химиялық сипаттамалары және т.б. сияқты сенімді мәліметтер

қажет, сол үшін тәулік бойы 24/7 осы деректерді автоматты түрде бақылау және компания дерекқорына құрылымдық мұрағаттау керек. Құрылымдық деректер базасы жағдайды дұрыс талдап, шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** магистралды газ тасымалдау құбыры, газ тасымалдаушы жүйе, газды есепке алу, газдың балансы, нақты уақыттағы деректер қоры, шешім қабылдау.

**B.B.Orazbayev<sup>1</sup>, D.R.Zinagabdenova<sup>1</sup>, N.A.Abilgazy<sup>2</sup>**  
*<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*  
*<sup>2</sup>Joint-stock company "KazTransGas", Nur-Sultan, Kazakhstan*

#### «Automated control system for data collection and gas accounting» software complex

**Abstract.** This article describes the data collection system for gas accounting, implemented in the gas transportation enterprise, designed to improve the efficiency of management decisions in the dispatching management of the gas supply system based on operational data and to maintain reliable gas accounting. Reliable data such as gas pressure, gas temperature, physical and chemical characteristics etc., of the gas from the main gas pipeline facilities, automatic monitoring of this data 24/7 and structured archiving of the data in the company's database are required to make correct operational decisions. A structured database makes it possible to correctly analyze the situation and make a decision.

**Keywords:** gas pipeline, gas transmission system, gas metering, gas balance, real-time database, decision making..

#### References

1. Kangin V.V., Yamoldinov D.N., Kangin M.V. Razrabotka SCADA-sistem [Development of SCADA-systems] (Infra-Inzheneriya, Moscow, 2019).
2. Vasiliev G.G., Gulkov A.N., Zemenkov Yu.D., Prokhorov A.D. Ekspluatatsiya oborudovaniya i ob'yektov gazovoy promyshlennosti v 2 t [Operation of equipment and objects of the gas industry in 2 volumes: study guide] (Infra-Engineering, Moscow, 2008, 1216 p).
3. Zemenkov Yu.D. Ekspluatatsiya magistral'nykh gazoprovodov [Operation of gas pipelines: a training manual] (Vector Beech, Tyumen, 2009).
4. Zemenkov Yu.D. Ekspluatatsiya magistral'nykh i tekhnologicheskikh neftegazoprovodov. Ob'yekty i rezhimy raboty [Operation of main and technological oil and gas pipelines. Objects and modes of operation] (TYUIU, Tumen, 2014).
5. Yakov F., Moiseev A. Angular i Typescript [Angular and Typescript] (Peter, St. Petersburg, 2018).
6. Kulikov S. Rabota s MySQL, MS SQL Server i Oracle v primerakh [Working with MySQL, MS SQL Server and Oracle in examples] (Samizdat, Moscow, 2017).
7. Belov D.B., Ignatiev A.A., Soloviev S.I. Problema pogreshnosti izmereniy pri kommercheskom uchete resursa (na primere postavki prirodnogo gaza) [The problem of measurement error in the commercial accounting of the resource (for example, the supply of natural gas)], Metody otsenki sootvetstviya [Methods of conformity assessment], 9, 20–24 (2012). [in Russian]
8. Salikov A.R. Tekhnologicheskiye poteri prirodnogo gaza pri transportirovke po gazoprovodam: magistral'nyye gazoprovody, naruzhnyye gazoprovody, vnutridomovyye gazoprovody [Technological losses of natural gas during transportation through gas pipelines: main gas pipelines, external gas pipelines, internal gas pipelines] (Infra-Inzheberiya, Moscow, 2015).
9. Ignatiev A.A. Otsenka prichina razbalansa ob'yemov gaza v sisteme «postavshchik – potrebitel'» [Assessment of the reason for the imbalance of gas volumes in the system of "supplier - consumer"], Gazovaya promyshlennost' [Gas industry], 6, 20–22 (2010). [in Russian]
10. Tukhbatullin F.G., Semeichenko D.S. O prichinakh razbalansa prirodnogo gaza v sisteme gazoraspredeleniya i metodakh prognozirovaniya yego velichiny [About the reasons for the imbalance of natural gas in the gas distribution system and methods for predicting its value], Territoriya «NEFTEGAZ» [Territory "NEFTEGAZ"], 6, 14–20 (2017). [in Russian]



11. Zemenkov Yu.D. Tipovyye raschety protsessov v sistemakh transporta i khraneniya nefi i gaza [Typical calculations of processes in oil and gas transportation and storage systems] (Nedra, St. Petersburg, 2007).

**Сведения об авторах:**

**Оразбаев Б.Б.** – доктор технических наук, академик Инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

**Зинагабденова Д.Р.** – магистр технических наук, докторант кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

**Абилгазы Н.А.** – АО «КазТрансГаз», заместитель директора департамента диспетчеризации и транспортировки газа, ул. А. Бокейханова, 11, Нур-Султан, Казахстан.

**Оразбаев В.В.** – Doctor of Technical Sciences, Academician of the Engineering academy of the republic of Kazakhstan, Professor of the Department of System analysis and management, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Zinagabdenova D.R.** – Master of Engineering, PhD student of the Department of System analysis and management, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Abilgazy N.A.** – KazTransGas JSC, Deputy Director of The Gas Dispatch and Transportation Department, A. Bokeikhanov str. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Поступила в редакцию 20.02.20.*