

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ SCADA ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ



**Н.О. АБДРАИМОВА,**  
старший преподаватель  
кафедры «Нефтегазовый  
инжиниринг»,  
<https://orcid.org/0000-0002-0289-7064>



**Н.А. АБИЛЬДАЕВ,**  
кандидат технических наук,  
заведующий кафедры  
«Нефтегазовый инжиниринг»,  
<https://orcid.org/0000-0002-2684-7571>



**А.Б. ДЕМЕУОВА,**  
магистр техники и технологии,  
старший преподаватель  
кафедры «Нефтегазовый  
инжиниринг»,  
<https://orcid.org/0000-0002-3356-9717>

КЫЗЫЛОРДИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ КОРКЫТ АТА,  
Республика Казахстан, 120016, г. Кызылорда, ул. Айтеке би, 29А

*В настоящее время на нефтеперекачивающих объектах актуальной становится задача модернизации автоматизированного управления технологическим процессом учета, хранения и транспортировки нефтепродуктов. Современные системы автоматического управления технологическими процессами требуют постоянное обновление оборудования, программного и технического обеспечения. По мере того, как циклы производства и поставок сокращаются и требуют большей гибкости, обмен данными в реальном времени по эксплуатационным мощностям и условиям для планирования и прогнозирования производственных и эксплуатационных операций становится важным фактором, отражающимся на итоговых результатах компании. Современная открытая платформа SCADA-системы позволяет создавать связи между эксплуатационной и информационными областями инжиниринга. В связи с этим использование SCADA – технологий является наиболее перспективным методом автоматизированного управления производственными процессами с точки зрения визуализации процессов, обеспечения безопасности и надежности.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хранение и транспортировка нефти, автоматическое управление процессом, SCADA – система, цифровая трансформация.

## МҰНАЙДЫ САҚТАУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ПРОЦЕСТЕРІН БАСҚАРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН SCADA ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ

**Н.Ә.ӘБІЛДАЕВ**, т.ғ.к., «Мұнай газ инжинирингі» кафедраның меңгерушісі, <https://orcid.org/0000-0002-0289-7064>;

**Н.О.АБДРАИМОВА**, «Мұнай газ инжинирингі» кафедрасының аға оқытушысы, <https://orcid.org/0000-0002-2684-7571>;

**А.Б.ДЕМЕУОВА**, техника және технология магистрі, «Мұнай газ инжинирингі» кафедрасының аға оқытушысы, <https://orcid.org/0000-0002-3356-9717>

ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІ,  
Қазақстан Республикасы, 120016, Қызылорда қ., Әйтеке би к-сі, 29А

*Қазіргі уақытта мұнай айдау объектілерінде мұнай өнімдерін есепке алудың, сақтаудың және тасымалдаудың технологиялық процесін автоматтандырылған басқаруды жаңғырту міндеті өзекті болып отыр. Технологиялық процестерді автоматты басқарудың заманауи жүйелері жабдықтарды, бағдарламалық және техникалық қамтамасыз етуді үнемі жаңартуды талап етеді. Өндіріс және жеткізу циклдері қысқарған сайын және икемділікті қажет ететіндіктен, өндірістік және операциялық операцияларды жоспарлау және болжау үшін нақты уақыт режиміндегі мәліметтермен алмасу компанияның соңғы нәтижелеріне әсер ететін маңызды факторға айналады. SCADA-жүйесінің заманауи ашық платформасы инжинирингтің пайдалану және ақпараттық салалары арасында байланыс жасауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты SCADA технологияларын қолдану процестерді визуализациялау, қауіпсіздік және сенімділік тұрғысынан өндірістік процестерді автоматтандырылған басқарудың ең перспективті әдісі болып табылады.*

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** мұнайды сақтау және тасымалдау, процесті автоматты басқару, SCADA-жүйе, цифрлық трансформация

## APPLICATION OF THE SCADA SYSTEM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF OIL STORAGE AND TRANSPORTATION PROCESSES

**N. A. ABILDAEV**, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department «Oil and Gas Engineering», <https://orcid.org/0000-0002-0289-7064>;

**N. O. ABDRAIMOVA**, Senior Lecturer of the Department of «Oil and Gas Engineering», <https://orcid.org/0000-0002-2684-7571>;

**A. B. DEMEUOVA**, Master of Engineering and Technology, Senior Lecturer of the Department of «Oil and Gas Engineering», <https://orcid.org/0000-0002-3356-9717>

KYZYLORDA UNIVERSITY NAMED AFTER KORKYT ATA,  
Republic of Kazakhstan, 120016, Kyzylorda, 29A, Aiteke bi Str

*Currently, the task of modernizing the automated control of the technological process of accounting, storage and transportation of petroleum products is becoming urgent at oil pumping facilities. Modern automatic process control systems require constant updating of equipment, software and technical support. As production and supply cycles become shorter and require greater flexibility, real-time data exchange on operational capacity and conditions for planning and forecasting production and operational operations becomes an important factor in the company's bottom line. The modern open platform of the SCADA system allows you to create links between the operational and information areas of engineering. In this regard, the use of SCADA technologies is the most promising method of automated control of production processes in terms of process visualization, safety and reliability.*

**KEY WORDS:** oil storage and transportation, automatic process control, SCADA system, digital transformation

**Р**азвитие нефтегазового комплекса Казахстана, имеющего уникальные запасы углеводородов, отнесено к приоритетам экономического роста республики. Доля месторождений Кызылординской области составляет чуть менее 5% от общего объема доказанных и извлекаемых запасов нефти по Республике Казахстан. К наиболее крупным нефтяным месторождениям области можно отнести Акшабулак, Кумколь, Коныс и Северо-Западный Кызылкия [1]. В настоящее время большая часть месторождений Кызылординской области переходит на третью и четвертую стадии разработки, объемы добычи нефти и газа в области имеют тенденцию к снижению. Повышение эффективности таких предприятий достигается не только за счет улучшения технико-экономических показателей используемого оборудования, рационального размещения объектов и сооружений на территории терминала, но и за счет внедрения новых технологий, что в конечном итоге определяет высокую технико-экономическую эффективность. Современные средства автоматизации позволяют кардинально изменить принципы измерения, учета и управления нефтепродуктами и другими жидкими средами на предприятии, имеющем в своем составе резервуарный парк, систему налива и налива нефтепродуктов в железнодорожные цистерны. Система SCADA (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) обеспечивает диспетчерское управление технологическим процессом, мониторинг; на базе персонального компьютера (АРМ – автоматизированное рабочее место) оператор-технолог производит сбор данных и составление отчетности с рабочего места по магистральному трубопроводу, насосным станциям и терминалу. Кроме того, эта система отображает информацию о прохождении процесса автоматического управления, состоянии оборудования и средств передачи данных.

SCADA – это программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может быть частью автоматизированной системы управления технологическими процессами, экологического мониторинга, научного эксперимента и т. д. SCADA-система используется во всех отраслях хозяйства, требующих операторского контроля технологических процессов в реальном времени. Это программное обеспечение устанавливается на компьютеры и использует драйверы входа – выхода для связи с объектом [2].

Системные интеграторы и инженерные компании стремятся разрабатывать решения, отвечающие требованиям энергетических компаний, для которых необходимы надежные системы автоматизации и SCADA-системы с высокой скоростью внедрения, как при реализации новых проектов, так и при модернизации существующих. Например, компания RealFlex Technologies Limited предлагает программу RealFlex Systems.

RealFlex – это многопроцессный программный продукт работающий в режиме реального времени. Система SCADA-RealFlex на сегодняшний день является решением, используемым в крупнейших нефтегазовых компаниях по всему миру, и представляет собой систему для автоматизации технологических процессов с высокими требованиями к производительности, отказам и безопасности [2].

RealFlex включает в себя множество стандартных драйверов, которые позволяют интегрировать удаленные терминалы (RTU) и программируемые логические

контроллеры третьих сторон (PLC). Кроме того, эта SCADA – система реального времени отличается от других аналогов высокой стабильностью и безопасностью при эксплуатации. Благодаря ПО RealFlex, выполняющему централизованную обработку информации с загрузочных станций, оператор может легко отслеживать каждый процесс загрузки одновременно, а также получать текущие данные о состоянии других установок терминала. Это позволяет экономить время на выявление проблем и повысить эффективность работы грузового терминала.

Сейчас во всём мире происходит цифровая трансформация, ведущая к всеобщей консолидации данных, эксплуатационных и инженеринговых технологий (ИТ), технологии эксплуатации (ТЭ), применяемых для удалённого управления, управления без постоянного присутствия человека и в других видах управления эксплуатацией, которые выходят далеко за пределы возможностей, имевшихся при традиционном использовании PCY и SCADA решений. По мере того, как циклы производства и поставок сокращаются и требуют большей гибкости, обмен данными в реальном времени по эксплуатационным мощностям и условиям для планирования и прогнозирования производственных и эксплуатационных операций становится важным фактором, отражающимся на итоговых результатах компании. Современная открытая платформа SCADA-системы позволяет создавать все ранее отсутствовавшие связи между эксплуатационной и ИТ областями, опираясь на унифицированную архитектуру и прямую связь с базами данных. Упрощая эксплуатацию, автоматизируя рабочие операции и повышая опыт персонала, достигается снижение капитальных затрат [3]. Занимающая передовые позиции в области автоматизации технологических процессов компания Yokogawa развивает решения, которые позволяют нефтяным компаниям преобразовывать потоки данных в полезную, значимую информацию и получать максимальную отдачу от своих капиталовложений.

Предложенная компанией Yokogawa Electric версия FAST/TOOLS R10.03 содержит новые функции, обеспечивающие большую прозрачность, путём интеграции многоуровневых архитектур и предоставления глобального доступа и возможности совместного использования ряда важных ресурсов, вводит значительные улучшения, которые повышают эффективность работы операторов, обработку данных, удобство использования приложения, безопасность и конфигурацию, тем самым позволяя пользователям настраивать свои приложения для лучшей совместимости с используемой методологией [4]. Он поддерживает промышленную цифровую экосистему с открытыми информационными моделями, которые упрощают и улучшают интеграцию с подсистемами и диагностику, а также позволяет применять более линейные и простые архитектурные схемы (*рисунок 1*).

Рассматривая резервуарный парк как объект управления, следует обратить внимание на несколько важных особенностей, влияющих на создание автоматических систем:

- зависимость параметров объекта от состояния всех объектов резервуарного парка;
- пожаровзрывоопасность объекта заставляет использовать специальное оборудование, осуществлять автоматический контроль температурного режима и загазованности, автоматизировать систему пожаротушения, а также проводить дополнительные мероприятия по предупреждению взрывов и пожаров;

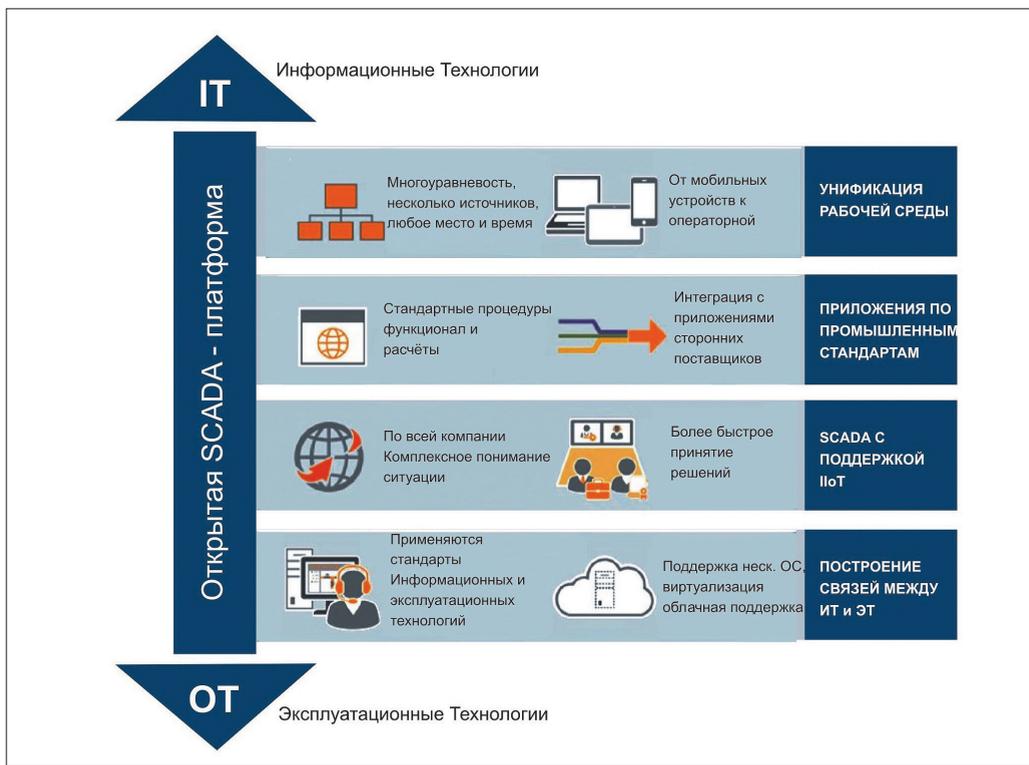


Рисунок 1 – Сетевая платформа управления работой предприятия в режиме реального времени

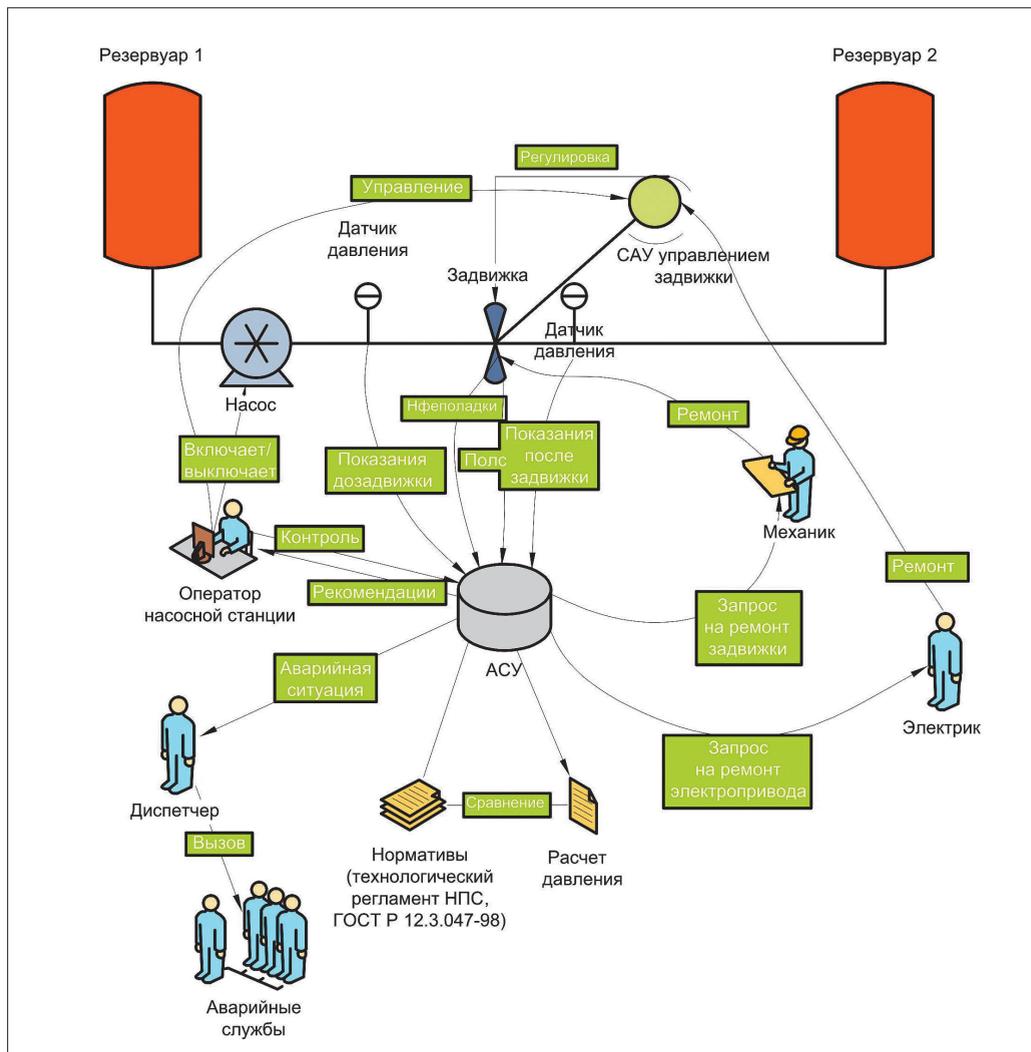
- объект удален от населенных пунктов, поэтому при создании системы необходимо учитывать возможные колебания напряжения, предусматривать резервирование подсистем, централизованный ремонт автоматики, использование средств телемеханики;

- поскольку объект имеет большой вес в народном хозяйстве и экономике в целом, необходимо максимально снизить затраты путем создания автоматизированных систем управления, применения систем регулирования, резервирования технологического оборудования, создания систем технологической защиты. В задачу автоматизации резервуарных парков входит:

- дистанционный контроль заполнения и опорожнения резервуаров;
- дистанционное управление задвижками на приемных и нагнетательных трубопроводах резервуаров;
- контроль параметров, обеспечивающих учет нефти и нефтепродуктов, накапливаемых и хранящихся в резервуарах;
- дистанционное управление насосами;
- автоматизированное копирование и хранение базы данных о состоянии работы станции, что обеспечивает сохранность поступившей информации при авариях на объекте;
- снижение риска экологических и техногенных аварий.

# АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Последнее требование особенно важно для резервуарных парков главных насосных станций магистральных нефтепроводов, где скорость заполнения и опорожнения резервуаров определяется производительностью магистральных насосов. Система диспетчерского управления и сбора данных SCADA в настоящее время является наиболее перспективным и основным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами) с точки зрения безопасности и надежности [5]. Мнемосхема предлагаемого процесса автоматизированной системы управления пропускной способностью в нефтеперекачивающей станции магистрального нефтепровода показана на *рисунке 2*.



**Рисунок 2 – Мнемосхема предлагаемого процесса автоматизированной системы управления пропускной способностью в нефтеперекачивающей станции магистрального нефтепровода**

Автоматизация управления технологическими процессами основана на дистанционном управлении АРМ оператора. Все сигналы оповещения выведены на соответствующую панель управления с целью информирования оператора об отклонении технологических параметров от нормы. Отображение информации осуществляется на дисплее по технологической схеме. В случае нарушения технологического режима оператору-технологу выдается расшифровка отклонений технологических параметров от норм рабочего процесса и даются рекомендации по их устранению [6]. Автоматизированная система управления резервуарным парком имеет трехуровневую структуру (рисунок 3).

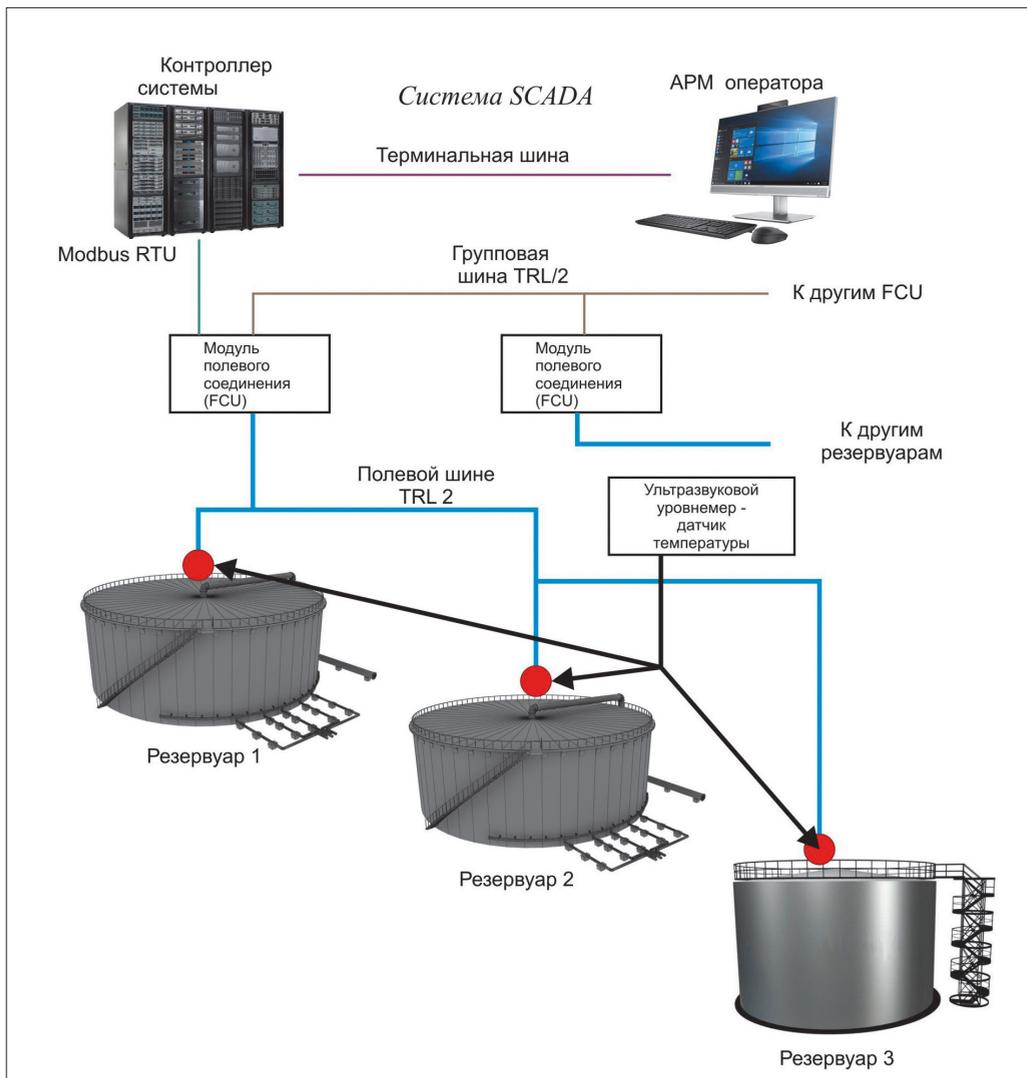


Рисунок 3 – Автоматизированная система управления резервуарным парком

Первый (нижний) уровень системы включает в себя датчики, второй индикаторный прибор, блоки и органы управления. Средний уровень включает в себя программируемые логические контроллеры (PLC). Третий уровень включает рабочие места операторов на базе персональных компьютеров с SCADA-системой, сервер хранения данных. Таким образом, эффективное использование предприятия в целом и отдельных его компонентов возможно только при условии надежной работы автоматизированной системы управления технологическими процессами. В настоящее время для практически каждого промышленного предприятия актуальны задачи обеспечения оперативности принятия управленческих решений на основе достоверной информации и создания единого информационного пространства, которое связывает все информационные потоки предприятия – от удаленных локальных объектов до центрального офиса. Переполнение нефти в резервуарах при хранении жидкости – это, прежде всего, опасные для окружающей среды и человека условия, а также большие потери для предприятия [7].

Таким образом, применение современных информационно-программных систем автоматизации для разработки объектов нефтедобывающей промышленности ведет к получению более высококачественной продукции, приводит к повышению эффективности технологических процессов, безопасности и уменьшению издержек на производстве, решая на высоком уровне технологические задачи [8].

В Кызылординском университете имени Коркыт Ата с 2001 года действует инструментальная лаборатория «Автоматизированный контроль технологических процессов». Данная лаборатория оснащена следующим оборудованием:

- Лабораторная тренажерная установка по контролю за расходом потока и уровнем в резервуаре «Процесс-15» (Moore Products Co, Канада).
- Калибровочные столы с манометрами, фитингами и регуляторами давления (SAIT, Канада).
- Регистрирующий процессный калибратор FLUKE-741B (Fluke Electronics Canada Ltd).
- Процессный калибратор HART communicator (Fisher-Rosemount, США).
- Трансмиттеры дифференциального давления (FOXBORO, Fisher-Rosemount), трансмиттер температурный с термопарами типа J,K,T. (Fisher-Rosemount).

Лабораторный комплекс предназначен для обучения студентов основам автоматизированного управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли, а также практического тренинга специалистов КИПиА, инженеров и техников нефтегазовой промышленности области контроля технологических процессов .

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 АО «Информационно-аналитический центр нефти и газа». <http://www.iacng.kz/ru/>. Дата обращения 25.
- 2 Компания RealFlex Technologies Limited. <http://www.realflex.ru/>. Дата обращения 15.12.2020.
- 3 Copy right © Yokogawa Electric Corporation. <https://www.yokogawa.com/>. Дата обращения 5.10.2020.

- 4 Максимова, Е.А., С. Н. Грицюк Использование SCADA-технологий в современных автоматизированных системах управления // Молодой ученый. – 2015. – № 22.– С. 45-48. – URL: <https://moluch.ru/archive/102/23624/> [Maksimova, E.A., S. N. Gricyuk Ispol'zovanie SCADA-tehnologij v sovremennyh avtomatizirovannyh sistemah upravleniya // Molodoj uchenyj. – 2015. – № 22.– S. 45-48. – URL: <https://moluch.ru/archive/102/23624/>].
- 5 Automation for Anything. Available at: <https://iconics.com/>
- 6 Матвейкин В.Г., Фролов С.В., Шехтман М.Б. Применение SCADA-технологий при автоматизации технологических процессов. – М: Машиностроение, 2000. – 176 с. [Matvejkin V.G., Frolov S.V., Shekhtman M.B. Primenenie SCADA-tehnologij pri avtomatizacii tekhnologicheskikh processov. – М: Mashinostroenie, 2000. – 176 s.].
- 7 Сатюков Р.С., Хафизов Ф.Ш., Кокорин В.В. Влияние природно-климатических условий на взрывопожарную опасность процесса хранения нефти в резервуарных парках // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 5. – С. 15-22. [Satyukov R.S., Hafizov F.SH., Kokorin V.V. Vliyanie prirodno-klimaticheskikh uslovij na vzryvopozharnuyu opasnost' processa hraneniya nefiti v rezervuarnyh parkah // Neftegazovoe delo. – 2012. – № 5. – S. 15-22.]
- 8 Исакович Р. Я., Логинов В. И. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности. – М: Недра. 2003. – 253 с. Isakovich R. YA., Loginov V. I. Avtomatizaciya proizvodstvennyh processov neftyanoj i gazovoj promyshlennosti. – М: Nedra. 2003. – 253 s.].