Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

МЕТАЛЛУРГИЯ: ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО

«Металлургия – 2022»

Труды

XXIII Международной научно-практической конференции

23– 25 ноября 2022 г.

Часть 2

Новокузнецк
2022

ISSN 2542-1670

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор С.В. Коновалов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., доцент Д.А. Чинахов,
к.т.н. Р.А. Шевченко, к.т.н., доцент О.А. Полях,
к.т.н. Е.Н. Темлянцева, д.т.н., доцент В.В. Зимин

М 540 Металлургия : технологии, инновации, качество : труды XXIII Международной научно-практической конференции. В 2 частях. Часть 2 / под общ. ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2022. – 410 с. : ил.

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и практики металлургических процессов, технологий обработки материалов, автоматизации, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов металлургического производства.

Конференция проводится ежегодно.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА КУЗБАССА

ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

АО «РУСАЛ-НОВОКУЗНЕЦК»

АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»

АО «НЗРМК им. Н.Е. КРЮКОВА»

ЛЯОНИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ, Г. АНЬШАНЬ, КНР

ОАО «ЧЕРМЕТИНФОРМАЦИЯ»

ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК СИБГИУ»

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ «КУЗБАСС»

АО «КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК»

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

8. Ляховец М.В. Совместный синтез объекта управления и управляющей подсистемы / Ляховец М.В., Ивушкин К.А., Мышляев Л.П., Чернявский С.В., Львова Е.И. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2014. Т. 57. № 12. С. 33-36.

9. Мышляев Л.П. Состояние и пути развития систем управления со структурным разнообразием / Мышляев Л.П., Ивушкин А.А., Ивушкин К.А., Грачев В.В., Ляховец М.В. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2015. Т. 58. № 5. С. 376-380.

10. Емельянов, С.В. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности. / Емельянов, С.В., Коровин С.К. // М.: Наука. Физматлит, 1997. - 352 с.

11. Евразийский патент №021192 «Система регулирования объектов с рециклом» МПК G06B13/00 04.03.2015 / Мышляев Л.П., Ивушкин А.А., Венгер К.Г., Киселев С.Ф., Циряпкина А.В., Березин Д.Г., Чичиндаев М.Г., Барагичев К.Е.

12. Свинцов М.М. Применение натурно-математического подхода при моделировании технологических процессов / Свинцов М.М., Мышляев Л.П., Макаров Г.В., Скударнова Н.В. // В сборнике: Металлургия: технологии, инновации, качество. Труды XXII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под общей редакцией А.Б. Юрьева. Новокузнецк, 2021. С. 213-217.

13. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1978. - 400 с.

УДК 004.771

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УДАЛЕННОЙ ПУСКОНАЛАДКИ НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Кулюшин Г.А.[1,2], Мышляев Л.П.[2], Грачев В.В.[1,2], Коровин Д.Е.[1,2]

[1]Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия, georgiy15091997@gmail.com
[2]ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия, mail@nicsu.ru

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы проведения пусконаладочных работ автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) крупных промышленных предприятий с использованием технологий удаленного доступа. Приведены задачи, решаемые в ходе осуществления пусконаладочных работ, в том числе в дистанционном режиме. Представлен опыт проведения пусконаладочных работ на углеобогатительной фабрике ООО «Шахта №12» (г. Киселевск Кемеровской обл.). Предложен вариант организации удаленного доступа к АСУ ТП обогатительной фабрики полиметаллов «Рубцовская» (п. Потеряевка, Алтайский край).*

Ключевые слова: *удаленный доступ, сетевые технологии, углеобогатительная фабрика, обогатительная фабрика полиметаллов, пусконаладка, RDP-протокол, Proxy, VPN.*

EXPERIENCE IN USING REMOTE START-UP TECHNOLOGIES AT LARGE INDUSTRIAL ENTERPRISES

Kulyushin G.A.[1,2], Myshlyaev L.P.[2], Grachev V.V.[1,2], and Korovin D.E.[1,2]

[1] Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, georgiy15091997@gmail.com
[2]Scientific-Research Center for Control Systems LLC,
Novokuznetsk, Russia, mail@nicsu.ru

Abstract. *The article deals with the issues of commissioning of automated process control systems (APCS) of large industrial enterprises using remote access technologies. The tasks solved during the implementation of commissioning works, including in remote mode, are given. The experience of commissioning at the coal processing plant of LLC "Mine No. 12" (Kiselevsk, Kemerovo region) is presented. A variant of organizing remote access to the automated control system of the polymetals processing plant "Rubtsovskaya" (poselok Poteryaevka, Altai Krai) is proposed.*

Keywords: *remote access, network technologies, coal processing plant, polymetals processing plant, commissioning, RDP-protocol, Proxy, VPN.*

Введение. Этап выполнения пусконаладочных работ автоматизированных систем управления (АСУ ТП) занимает важную роль в жизненном цикле автоматизированных промышленных предприятий. От качества и оперативности проводимых пусконаладочных работ зависит не только работоспособность всего требуемого функционала АСУ ТП, но и безопасность эксплуатации технологического комплекса.

Традиционный подход к проведению пусконаладочных работ заключается в том, что наладочный персонал либо находится в долгосрочной командировке на промышленной площадке предприятия, либо совершает ежедневные выезды на объект. Данный подход имеет как достоинства, так и недостатки. Среди достоинств можно отметить личное присутствие наладочной бригады, контроль за проведением пусконаладочных работ и возможность оперативной работы при возникновении ситуаций, требующих немедленного вмешательства. Недостатком традиционного подхода является высокие временные и финансовые затраты на ежедневную транспортировку персонала к месту проведения пусконаладочных работ на промышленную площадку предприятия.

В настоящее время формируется новый подход к проведению пусконаладочных работ, основанный на дистанционном взаимодействии с АСУ ТП промышленного предприятия через организованный удаленный доступ посредством сети Интернет.

Задачи, решаемые на этапах пусконаладки и сопровождения системы. Этап пусконаладочных работ (ПНР) является одной из заключительных стадий процесса создания АСУ ТП [1]. В процессе проведения ПНР выделяют 3 этапа:

1) обследование оборудования и анализ технической документации;
2) конфигурация компонентов АСУ ТП;
3) заключительный этап ПНР, включающий следующие процедуры:

– проверка функционирования системного и прикладного программного обеспечения (ПО) в разных режимах;

– конфигурирование измерительных преобразователей;

– проверка приводов исполнительных устройств, запорной арматуры;

– наладка дискретных и аналоговых измерительных каналов;

– оценка работоспособности каналов связи.

Пусконаладочные работы проводятся непосредственно после монтажа всех элементов общей системы. Монтаж и первичная настройка компонентов АСУ ТП требуют нахождение наладочного персонала на объекте для проведения необходимых и достаточных работ по организации возможности дистанционного взаимодействия с системой в ходе заключительного этапа ПНР [2].

Удаленный доступ к АСУ ТП промышленного предприятия позволяет делать все необходимые правки и работы в режиме «онлайн», то есть моментально реагировать в любое время суток и из любой точки подключения к сети Интернет, если ситуация действительно требует немедленного вмешательства. Например, критический сбой программируемого логического контроллера (ПЛК) возможно выявить и устранить при удаленном подключении к инженерной станции АСУ ТП с помощью установленного на ней ПО от разработчика ПЛК. На рисунке 1 представлена среда CX-One конфигурирования и программирования ПЛК корпорации OMRON (Япония).

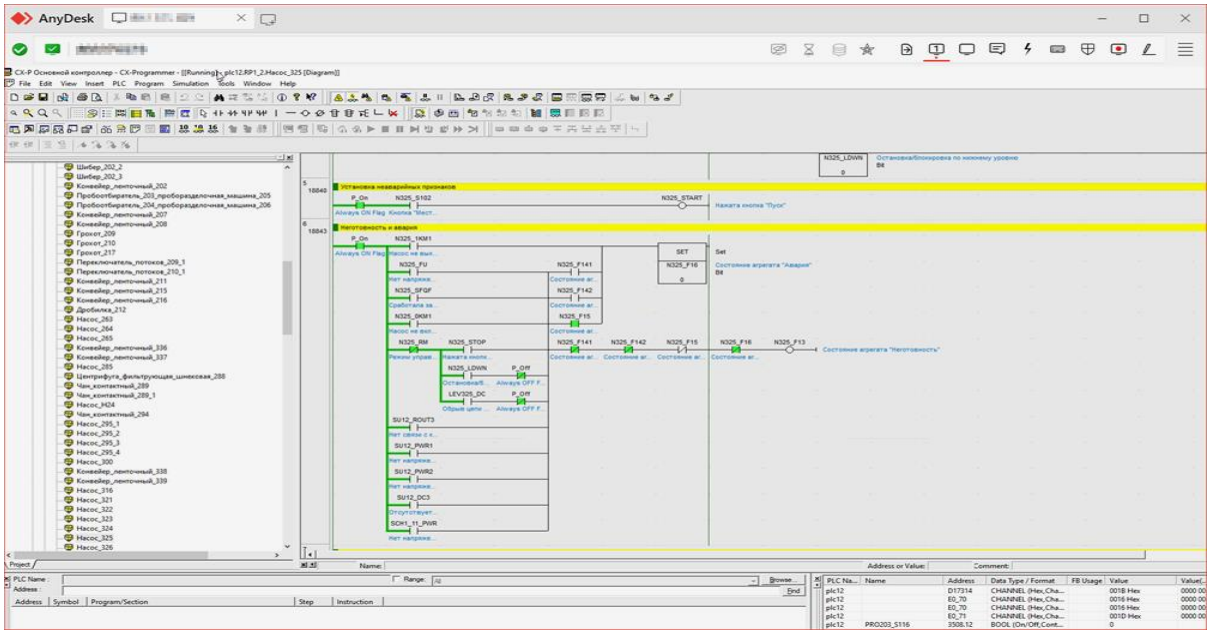


Рисунок 1 – Среда CX-One конфигурирования и программирования ПЛК корпорации OMRON, запущенная на инженерной станции АСУ ТП

Удаленный доступ также позволяет решать задачи системного и сетевого администрирования, связанного с работой с сетевым оборудованием и ключевыми узлами хранения, вычисления, передачи данных – дата-центрами, содержащими в себе вычислительные, резервируемые кластеры серверов. На рисунке 2 представлен Web-интерфейс среды конфигурирования и мониторинга виртуальных машин и кластеров физических серверов vCenter корпорации VMWare (США).

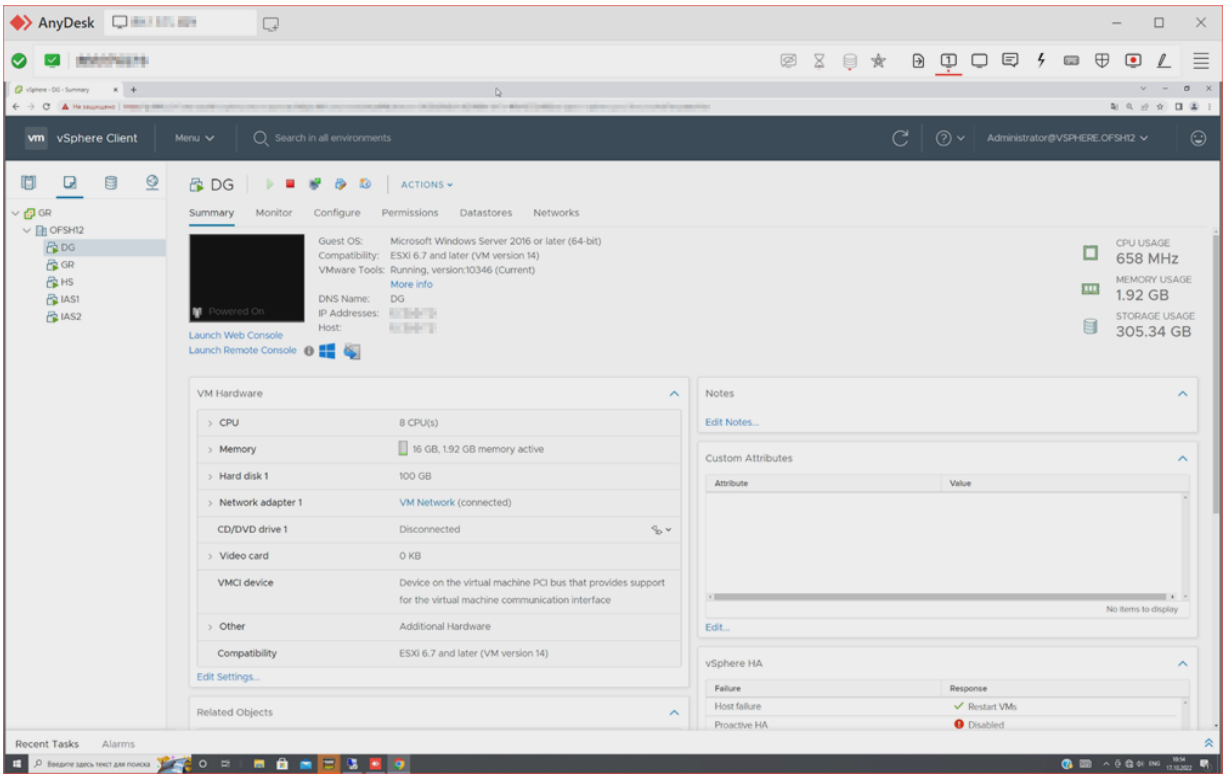


Рисунок 2 – Веб-интерфейс среды VMWare vCenter конфигурирования и мониторинга виртуальных машин и кластеров физических серверов инженерной станции АСУ ТП

Удаленное подключение к узлам АСУ ТП необходимо также для решения задач, возникающих при модернизации программного и алгоритмического обеспечения АСУ ТП и исправлении ошибок в ходе функционирования автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления. Работа с множеством виртуальных машин, на которых размещаются программные модули SCADA-системы, например, Wonderware System Platform (США), ведется в режиме удаленного подключения при помощи стандартной утилиты «Подключение к удаленному рабочему столу» операционных систем (ОС) Windows и Windows Server. На рисунке 3 показан пример удаленного подключения к виртуальной машине через инженерную станцию АСУ ТП.

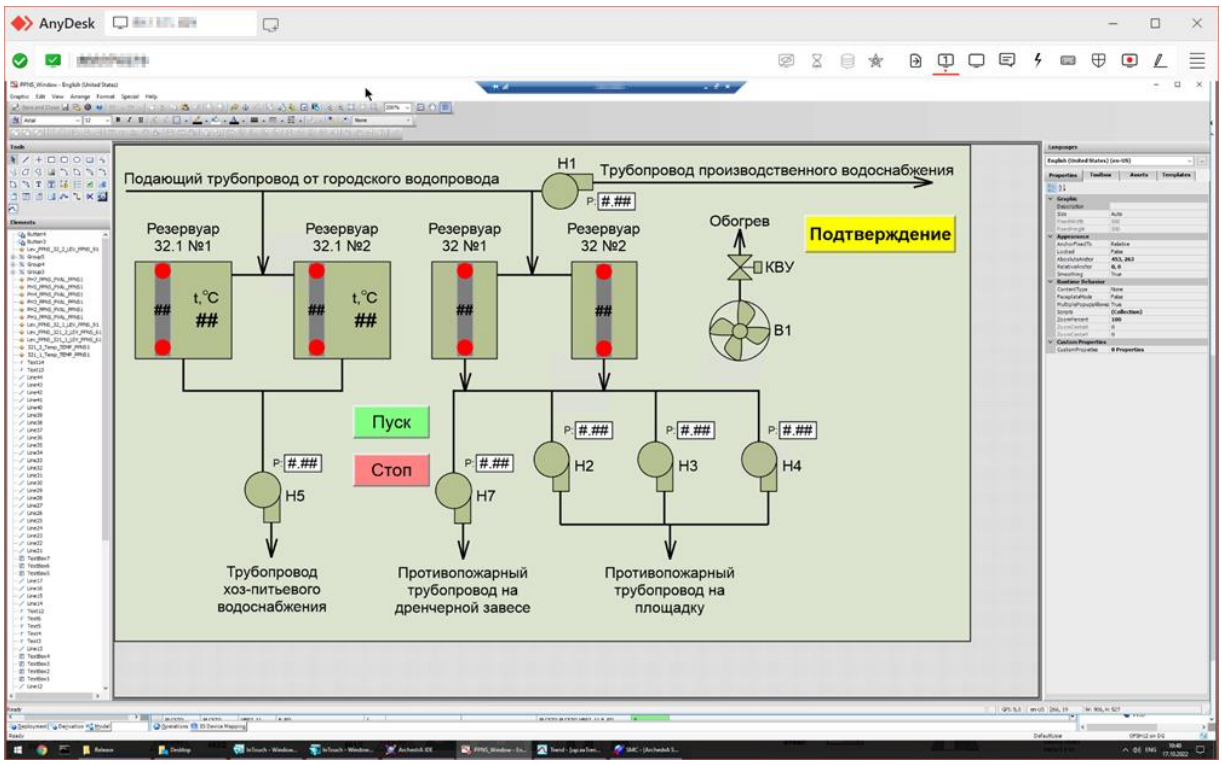


Рисунок 3 – Работа с графическим редактором Wonderware System Platform, которая ведется на удаленном виртуальном сервере разработки SCADA-системы

Технологии организации удаленного доступа к АСУ ТП. Организация удаленного доступа сопровождается выбором наиболее подходящей схемы организации удаленных рабочих мест. Как правило, используют одну из трех схем [3]:

1. Удаленный рабочий стол (англ. Remote Desktop Protocol, или RDP). RDP – это протокол подключения пользователя к удаленному рабочему столу через сервер терминалов. Наиболее простой режим работы заключается в следующем: наладочный персонал, используя RDP, соединяется с инженерной станцией АСУ ТП на промышленном предприятии для дальнейшей работы.

2. Выделенный терминал доступа (англ. Remote Desktop Services, или RDS). RDS – технология организации виртуальных рабочих столов (учетных записей) в рамках одной операционной системы на одном виртуальном или выделенном сервере. На терминальном сервере (сервере RDS) пользователи имеют доступ к одной среде, которую можно настроить для каждого пользователя, но ресурсы системы общие.

3. Виртуальные рабочие столы (англ. Virtual Desktop Infrastructure, или VDI). VDI – это виртуальные рабочие столы, которые развернуты на отдельных виртуальных машинах. При использовании VDI каждый пользователь получает доступ к своей выделенной виртуальной машине: ядра процессора, память и диски выделяются виртуальной машине конкретного пользователя, что исключает негативное влияние его работы на работу других пользователей и приложений.

Чаще всего применяется схема RDP-подключения. Достоинствами RDP являются быстрота настройки, простота администрирования, отсутствие каких-либо требований к серверному оборудованию. Но у технологии присутствует и существенный недостаток, связанный с обеспечением безопасности и надежности данного способа в виду отсутствия серьезных механизмов контроля доступа на уровне операционных систем. Данная проблема компенсируется организацией защищенного подключения с помощью инструментов VPN или Proxy между терминалом-клиентом и удаленным сервером.

Proxy, или прокси, является сетевой технологией, позволяющей подменять IP-адрес устройства пользователя с заменой его на другой. Основным назначением технологии является сохранение анонимности и безопасности при использовании интернета. С точки зрения корпоративного применения, обеспечивается фильтрация входящих и исходящих подключений. Существенный минус данной технологии – отсутствие дополнительного шифрования и относительно слабая защита перед продвинутыми инструментами взлома.

VPN (Virtual Private Network) в свою очередь работает, как виртуальная частная сеть поверх интернета, данные которой шифруются сквозным методом – от точки подключения до точки назначения, что делает почти невозможным перехват данных злоумышленниками извне. В сравнении с Proxy, VPN-технология требует больше ресурсов системы для шифрования передаваемых данных.

Опыт реализации удаленного подключения к АСУ ТП ОФ «Шахта №12». В рамках создания автоматизированной системы управления углеобогатительной фабрики ООО «Шахта №12» (г. Киселевск, Кемеровская обл.) [4] при выполнении пусконаладочных работ и сопровождения АСУ ТП был реализован вариант, основанный на возможности удаленного Proxy-подключения по схеме удаленного рабочего стола RDP.

Упрощенная техническая структура организации удаленного доступа к АСУ ТП ОФ «Шахта №12» представлена на рисунке 4. Технологическая сеть АСУ ТП ОФ «Шахта №12» является изолированной от прямого внешнего подключения в целях обеспечения безопасности функционирующего программно-технического комплекса [5]. Для обеспечения связи с данным участком сети, применяется настроенный Proxy-сервер, имеющий разрешение в брандмауэре на выход в интернет. Proxy-сервер имеет физический доступ как к технологической сети АСУ ТП ОФ, так и к корпоративной сети фабрики, благодаря наличию двух сетевых карт. Программный доступ удаленного рабочего стола реализован на базе ПО Anydesk компании AnyDesk Software GmbH (Германия) с настроенными сетевыми параметрами Proxy-подключения.

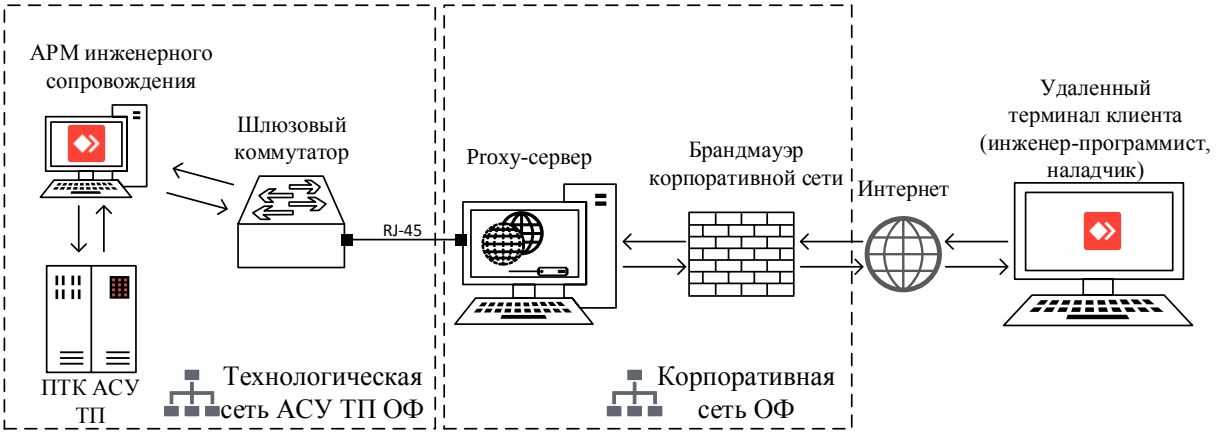


Рисунок 4 – Организация сетевой структуры RDP-подключения к АСУ ТП ОФ «Шахта №12», где АРМ – автоматизированное рабочее место, ПТК – программно-технический комплекс

В ходе пусконаладочных и сопроводительных работ АСУ ТП ОФ «Шахта №12» в удаленном режиме решались следующие задачи:

1) разработка мнемосхем и отладка функционирования модульных блоков SCADA-системы;

2) разработка и отладка прикладного программного обеспечения ПЛК в режимах местного, дистанционного и автоматического управления;

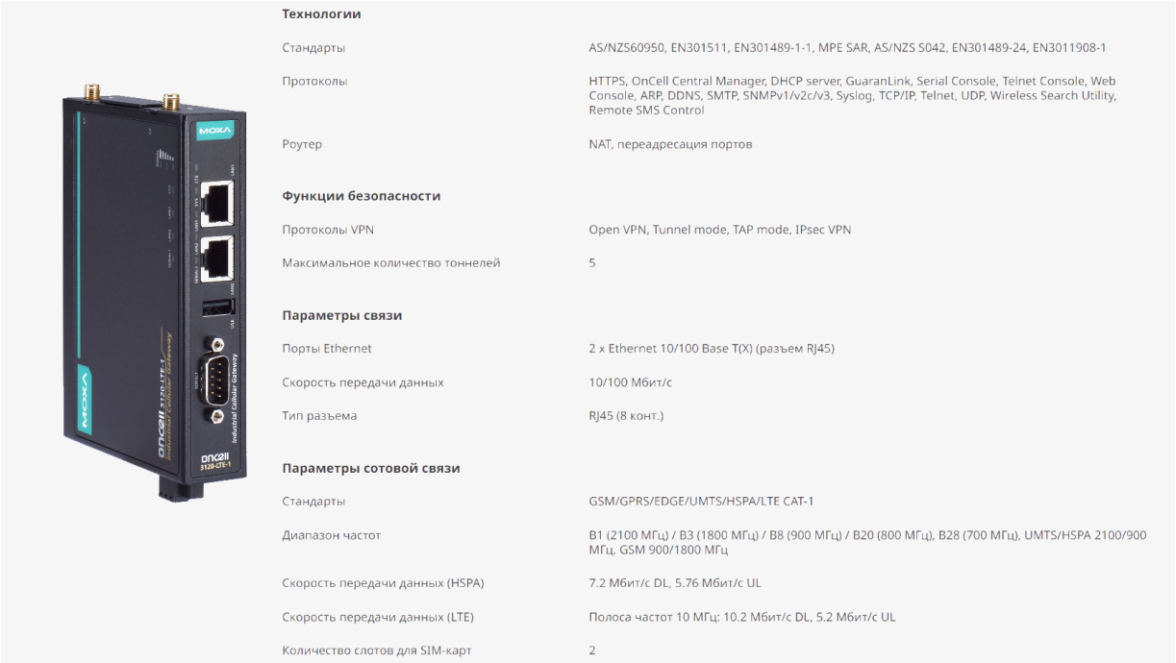
3) проверка приводов насосного, конвейерного, дробильного оборудования, запорной арматуры задвижек, вентиляционного и аспирационного оборудования;

4) наладка дискретных и аналоговых измерительных каналов ПЛК OMRON, преобразователей интерфейсов MOXA.

5) оценка работоспособности каналов связи сетевого оборудования HP, MOXA.

При простоте реализации данного варианта организации удаленного доступа имеется существенный недостаток. В процессе комплексной наладки на уровнях контроллерного и оперативно-диспетчерского управления специалистам необходимо ожидать своей очереди, так как управление удаленным узлом при использовании программных методов (таких, как Anydesk) на сеансовом уровне происходит одновременно. То есть при подключении двух и более удаленных терминалов-клиентов, управление для них становится общим. Наиболее простым решением данной проблемы было бы внедрение дополнительного АРМа инженерного сопровождения.

Вариант организации удаленного доступа на примере АСУ ТП ОФ «Рубцовская». Второй вариант организации удаленного доступа к АСУ ТП, основанный на технологии защищенного VPN-подключения, был предложен для АСУ ТП обогатительной фабрики полиметаллов «Рубцовская» (п. Потеряевка, Алтайский край). Техническое функционирование VPN-туннеля реализуется посредством сотового LTE-шлюза OnCell (рисунок 5) корпорации MOXA (Тайвань). Подключение к данному шлюзу осуществляется по беспроводной среде передачи данных 4G-сети провайдера сотовой связи [6].



Технологии	
Стандарты	AS/NZS60950, EN301511, EN301489-1-1, MPE SAR, AS/NZS S042, EN301489-24, EN3011908-1
Протоколы	HTTPS, OnCell Central Manager, DHCP server, GuaranLink, Serial Console, Telnet Console, Web Console, ARP, DDNS, SMTP, SNMPv1/v2c/v3, Syslog, TCP/IP, Telnet, UDP, Wireless Search Utility, Remote SMS Control
Роутер	NAT, переадресация портов
Функции безопасности	
Протоколы VPN	Open VPN, Tunnel mode, TAP mode, IPsec VPN
Максимальное количество тоннелей	5
Параметры связи	
Порты Ethernet	2 x Ethernet 10/100 Base T(X) (разъем RJ45)
Скорость передачи данных	10/100 Мбит/с
Тип разъема	RJ45 (8 конт.)
Параметры сотовой связи	
Стандарты	GSM/GPRS/EDGE/UMTS/HSPA/LTE CAT-1
Диапазон частот	B1 (2100 МГц) / B3 (1800 МГц) / B8 (900 МГц) / B20 (800 МГц), B28 (700 МГц), UMTS/HSPA 2100/900 МГц, GSM 900/1800 МГц
Скорость передачи данных (HSPA)	7.2 Мбит/с DL, 5.76 Мбит/с UL
Скорость передачи данных (LTE)	Полоса частот 10 МГц: 10.2 Мбит/с DL, 5.2 Мбит/с UL
Количество слотов для SIM-карт	2

Рисунок 5 – Общий вид и характеристики LTE-шлюза MOXA OnCell 3120-LTE – 4G

Отличительным преимуществом данного решения перед реализованной системой удаленного подключения на обогатительной фабрике «Шахта №12» является отсутствие необходимости в промежуточных технических устройствах между клиентом и программно-техническим комплексом АСУ ТП. Каждый подключаемый по VPN терминал-клиент выполняет роль АРМа инженерного сопровождения, так как на каждом из клиентских узлов можно создать собственное сеансовое RDP-подключение или через подключение через специализированные приложения. Это достигается за счет NAT-преобразований адресов в сетях TCP/IP, будто бы рабочие станции находились непосредственно в технологической сети фабрики. Концептуальная схема организации удаленного подключения для ОФ «Рубцовская» показана на рисунке 6.

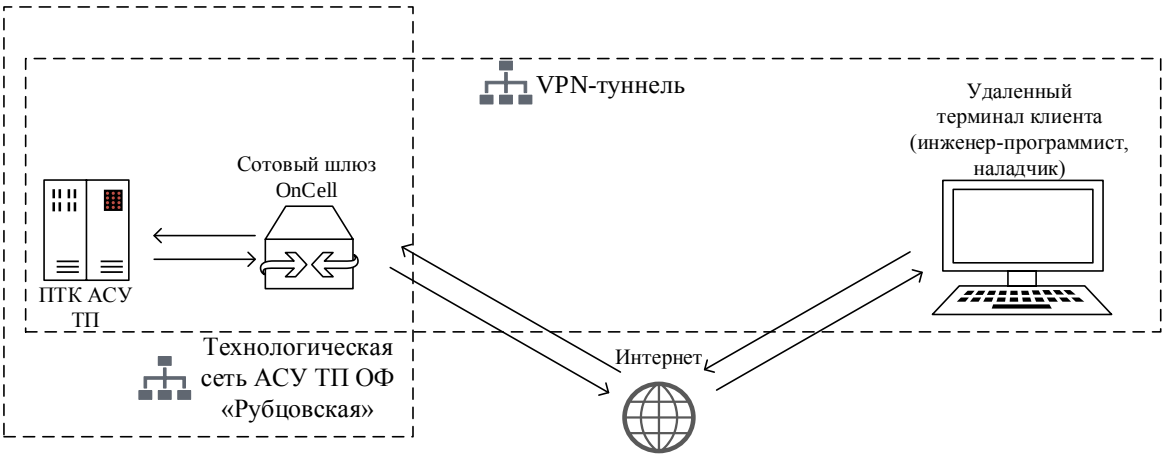


Рисунок 6 – Организация сетевой структуры планируемого VPN-подключения к АСУ ТП ОФ «Рубцовская»

Выводы

Использование технологий удаленного доступа при пусконаладке и сопровождении АСУ ТП позволяет минимизировать время нахождения пусконаладочного персонала на промплощадке обогатительной фабрики, уменьшить время реагирования на проблемы, возникающие в процессе сопровождения АСУ ТП.

Опыт организации и использования технологий удаленного доступа к АСУ ТП через технологии RDP, Proxy и VPN, полученный при проектировании и внедрении АСУ ТП ОФ «Шахта №12» и АСУ ТП ОФ «Рубцовская», позволяет рекомендовать использование данных технологий на других промышленных предприятиях.

Библиографический список

1. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания [Текст]. – Взамен ГОСТ 24.601-86; Введ. 1992 – 01 – 01. – Москва: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.

2. Сборка и пуско-наладочные работы [Электронный ресурс]: – Электрон. дан. – Россия – URL: https://barracuda-stanki.ru/sborka-i-pusko-nalado chnye- raboty/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 22.09.2022).

3. Кулюшин Г.А. Использование технологий удаленного доступа при решении задач наладки и сопровождения АСУ ТП обогатительных фабрик / Г. А. Кулюшин, В. В. Грачев, Д. Е. Коровин, Д. В. Иванов, Д. С. Аниканов // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2022. – № 8. – С. 227-230.

4. Шипунов, М. В. Система автоматизации управления обогатительной фабрикой ООО "Шахта №12" / М. В. Шипунов, В. В. Грачев, К. А. Ивушкин, Ш. А. Файрушин, Л. П. Мышляев, Г. В. Макаров // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019: Труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Новокузнецк, 28–30 ноября 2019 года / под общ. ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2019. – С. 186-192.

5. Кулюшин, Г.А. Создание резервируемой инфокоммуникационной сети АСУ ТП ОФ «Шахта №12» / Г. А. Кулюшин, Д. В. Иванов, Д. Е. Коровин, В. В. Грачев, С. Ю. Коршунов // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах : труды V Международной научно-практической конференции, Новокузнецк, 14 апреля 2021 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 291-295.

6. OnCell 3120-LTE – 4G шлюз для телеметрии [Электронный ресурс]: – Электрон. дан. – Россия – URL: https://moxa.pro/blogs/news/oncell-3120-lte-4g-shlyuz-dlya-telemetrii, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 22.09.22).

РОЛЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МЕТАЛЛУРГИИ
Волченкова О.А., Михайличенко Т.А. ***297***

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К АГЛОШИХТЕ
Урусов Д.Н., Михайличенко Т.А. ***306***

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗООЧИСТКИ ЗА ПАРОГЕНЕРАТОРАМИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ ФИЛИАЛА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
Големинов С.П., Михайличенко Т.А. ***314***

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРОДЫШЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ
Павловец В.М. ***322***

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОКОМКОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ШИХТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАТЫШЕЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДОБАВКИ
Павловец В.М. ***329***

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Романова В.А., Дробышев В.К. ***338***

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ВЗАИМОВОСТРЕБОВАННЫХ УСТАНОВОК С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА НА СТАДИИ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Филиппов В.А. ***344***

СЕКЦИЯ 5: АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ***352***

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОЖЖЕННЫХ АНОДОВ
Немчинова Н.В., Тузов А.В., Геройменко А.В., Апончук И.И. ***352***

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ЗАВИСИМЫМИ ОТ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ
Свинцов М.М., Скударнова Н.В., Ивушкин К.А., Макаров Г.В., Мышляев Л.П. ***358***

ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ СО СТРУКТУРНОЙ НЕСТАЦИОНАРНОСТЬЮ
Загидулин И.Р., Мышляев Л.П., Макаров. Г.В., Свинцов М.М. ***363***

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Коровин Д.Е., Грачев В.В., Макаров Г.В., Кулюшин Г.А., Скударнова Н.В. ***369***

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КАНТОВАНИЯ УГОЛЬНОГО ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ НА СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ "ПЧ-АД"
Клевцов С.А., Модзелевский Д.Е. ***376***

СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ, ПРОГРАММНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ
Макаров Г.В., Мышляев Л.П., Чинахов Д.А., Ивушкин К.А. ***384***

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УДАЛЕННОЙ ПУСКОНАЛАДКИ НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
Кулюшин Г.А., Мышляев Л.П., Грачев В.В., Коровин Д.Е. ***391***

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА «АЛЮМИНЩИК» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В МИКСЕРЕ ЛИТЕЙНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
Мартусевич Е.А., Рыбенко И.А. ***400***

Научное издание

МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2022»

Труды XXIII Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией А.Б. Юрьева

Технический редактор Г.А. Морина
Компьютерная верстка Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 16.11.2022 г.
Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 24,0 Уч.-изд. л. 26,4 Тираж 300 экз. Заказ № 296

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ