

Интеграция контроллеров с системой диспетчерского управления и сбора данных на базе операционной системы Астра Линукс

А.С. Климов, Е.М. Денисьев, Е.Ю. Янаев, В.В. Новиков, А.Е. Янаева

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье представлена краткая характеристика тепловой электростанции Березовской ГРЭС. По результатам анализа сделан вывод о том, что необходимо техническое перевооружение всего цеха электролизной установки и требуется замена или модернизация оборудования с использованием современных систем промышленной автоматизации технологических процессов. Для проектируемой системы управления технологическим процессом выбрано необходимое оборудование. Создано архитектурное решение системы, обеспечивающее интеграцию контроллеров с системой диспетчерского управления и сбора данных на базе операционной системы Астра Линукс, а также эффективное функционирование и высокий уровень надежности. Разработаны схемы электрические принципиальные подключения аналоговых и дискретных входов. Разработан интерфейс автоматизированного рабочего места оператора и произведено моделирование системы.

Ключевые слова: промышленный протокол, импортозамещение, контроллер, диспетчерское управление и сбор данных.

Березовская ГРЭС - крупная тепловая электростанция, расположенная в Красноярском крае, недалеко от города Шарыпово. Она находится примерно в 10 километрах от Шарыпово и в 250 километрах от Красноярска, играя ключевую роль в жизни Шарыпово, являясь его градообразующим предприятием. Эта электростанция - филиал компании ПАО «Юнипро», специализирующейся на продаже электроэнергии и тепла. «Юнипро» владеет пятью тепловыми электростанциями, общая мощность которых составляет более 11 300 МВт. Уникальность Березовской ГРЭС заключается в том, что это единственная в России электростанция, использующая уголь (бурый уголь марки Б2) в качестве топлива для энергоблоков мощностью 2420 МВт. Все остальные российские тепловые электростанции с блоками такой мощности работают на природном газе [1].

На текущий момент электролизная установка Березовской ГРЭС не соответствует Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности. Срок эксплуатации данных аппаратов, установленный в ТУ

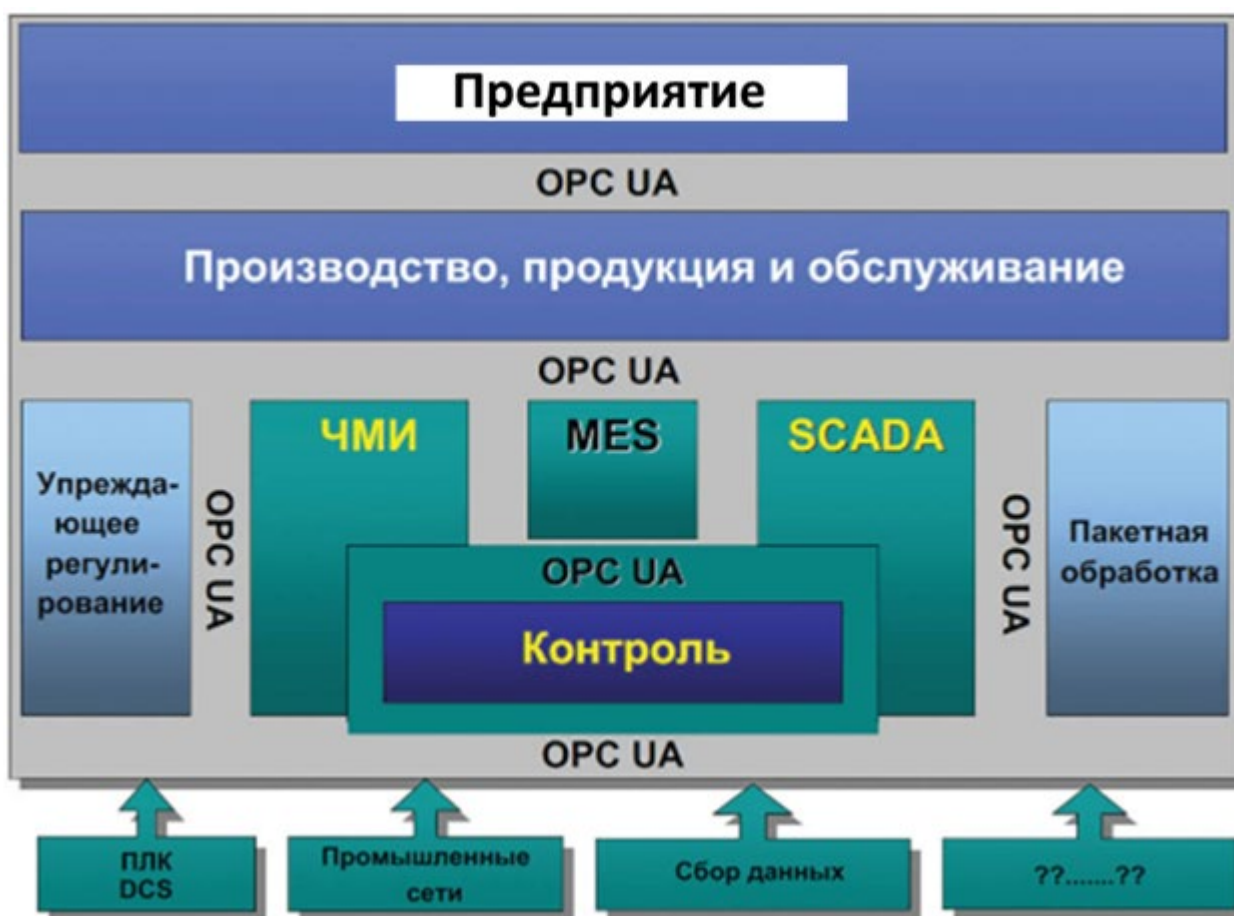
3614-008-00217320-2004, составляет 10 лет. В связи с тем, что оборудование системы электроснабжения (СЭУ) эксплуатируется во взрывоопасной среде уже более 20 лет, и принимая во внимание требования нормативных документов (РД 34.50.501-96, РД153-34.0-03.150-00, ПБ 03-598-03), дальнейшее использование этого оборудования представляет угрозу для безопасности персонала. Это также негативно сказывается на надежности и безопасности работы всей электростанции. В связи с этим, необходимо заменить или модернизировать оборудование, используя современные системы автоматизации технологических процессов [2-4].

Использование сторонних измерительных комплексов для СЭУ-20 сопряжено с рядом недостатков: трудностью адаптации, отсутствием оперативного оповещения и высокой стоимостью, обусловленной зависимостью от зарубежных поставщиков [5].

Актуальность работы обосновывается необходимостью разработки промышленного протокола для обмена данными (Open Platform Communications Unified Architecture - OPC UA) [6] специально для обеспечения надежного и стандартизованного способа обмена информацией между промышленным оборудованием, системами управления производством и информационно-аналитическими системами. Основная его цель - это упростить процессы интеграции, увеличить безопасность и универсальность взаимодействий между устройствами разных производителей. Протокол OPC UA унифицирует коммуникации между различными видами оборудования.

Помимо работы с диспетчерским управлением и сбором данных (Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA), программируемым логическим контроллером (ПЛК) и распределённой системой управления (Distributed Control System - DCS), OPC UA обеспечивает улучшенную интеграцию и взаимодействие с функциями более высокого уровня (рис. 1).

OPC UA разработан для обеспечения надежности публикуемых данных. Главной особенностью всех серверов OPC является возможность публикации данных и уведомлений о событиях. OPC UA предоставляет клиентам механизмы для быстрого обнаружения и восстановления после сбоев связи, связанных с этими передачами, без необходимости ожидания длительных тайм-аутов, характерных для базовых протоколов.



ЧМИ - человеко-машинный интерфейс; MES (Manufacturing Execution System) - система управления производственными процессами

Рис. 1. – Целевые приложения промышленного протокола для обмена данными [ГОСТ Р 71806-2024. Цифровая промышленность]

В OPC UA можно использовать резервные сети, как в режиме прозрачного резервирования, так и в режиме непрозрачного резервирования. Резервирование сети действительно может и должно интегрироваться с резервированием серверов и клиентов в промышленных системах (в том

числе OPC UA-средах). Это создаёт сквозную отказоустойчивость на всех уровнях: сеть → сервер → клиент.

В системах с резервированием часто возникает необходимость временно исключить определённый сервер из набора резервных серверов.

Для использования этого метода клиенту необходимо предоставить учётные данные с правами администратора на сервере.

Ниже (рис. 2) представлено структурированное описание этапов подключения клиента к серверу и логики обработки повторного подключения (с учётом типичных сценариев, хотя, как указано, не все возможные ошибки учтены).

Чтобы обеспечить стабильную и долговечную работу подписки, а также оптимизировать обработку данных в очереди, используйте этот метод. Он должен быть вызван до начала мониторинга. Сервер гарантирует, что метод вызывается в правильном контексте - в рамках сессии, принадлежащей подписке.

Разработана схема питания контроллера (рис. 3).

Разработаны схемы электрические принципиальные подключения аналоговых входов (модуль A101, модуль A102) (рис. 4-5).

Разработаны схемы электрические принципиальные подключения дискретных входов (модуль A201, модуль A202)(рис. 6-7).

Для проекта разработана мнемосхема технологического процесса (рис. 8), где отображен этап разработки мнемосхемы и настройки кнопки.

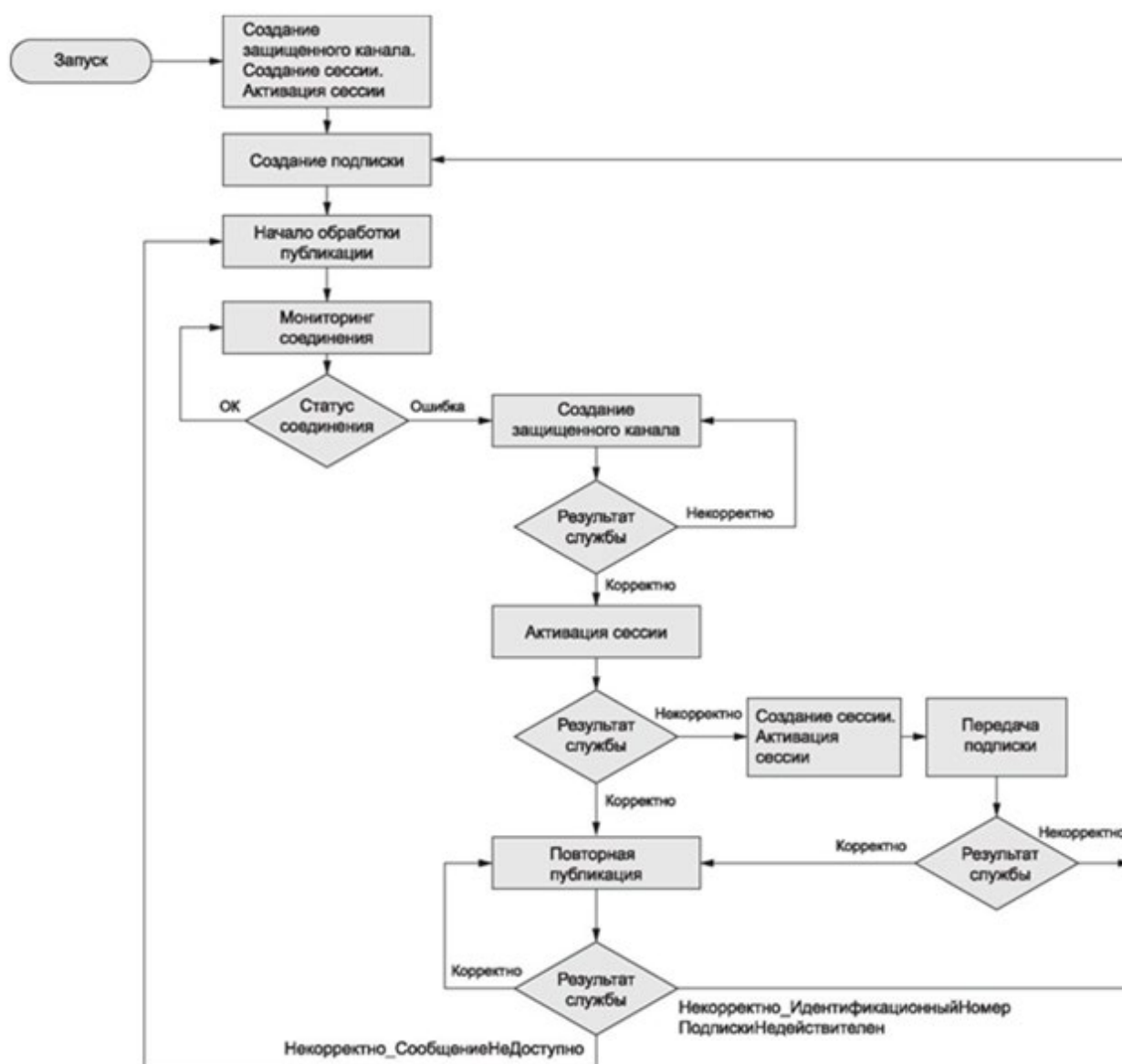


Рис. 2. – Последовательность повторного подключения
[ГОСТ Р 71809-2024. Цифровая промышленность]

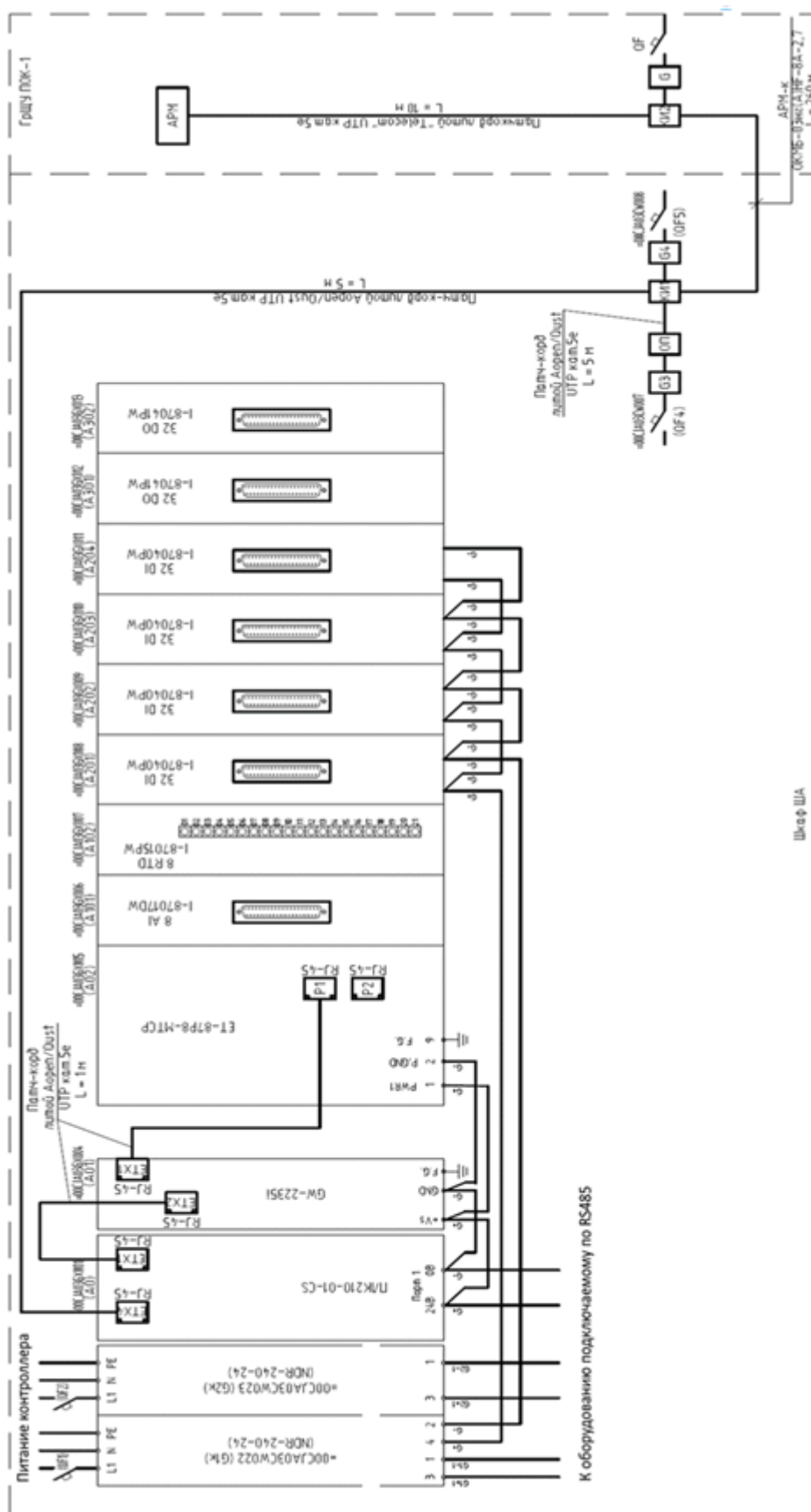


Рис. 3. – Схема питания контроллера. Иллюстрация авторов

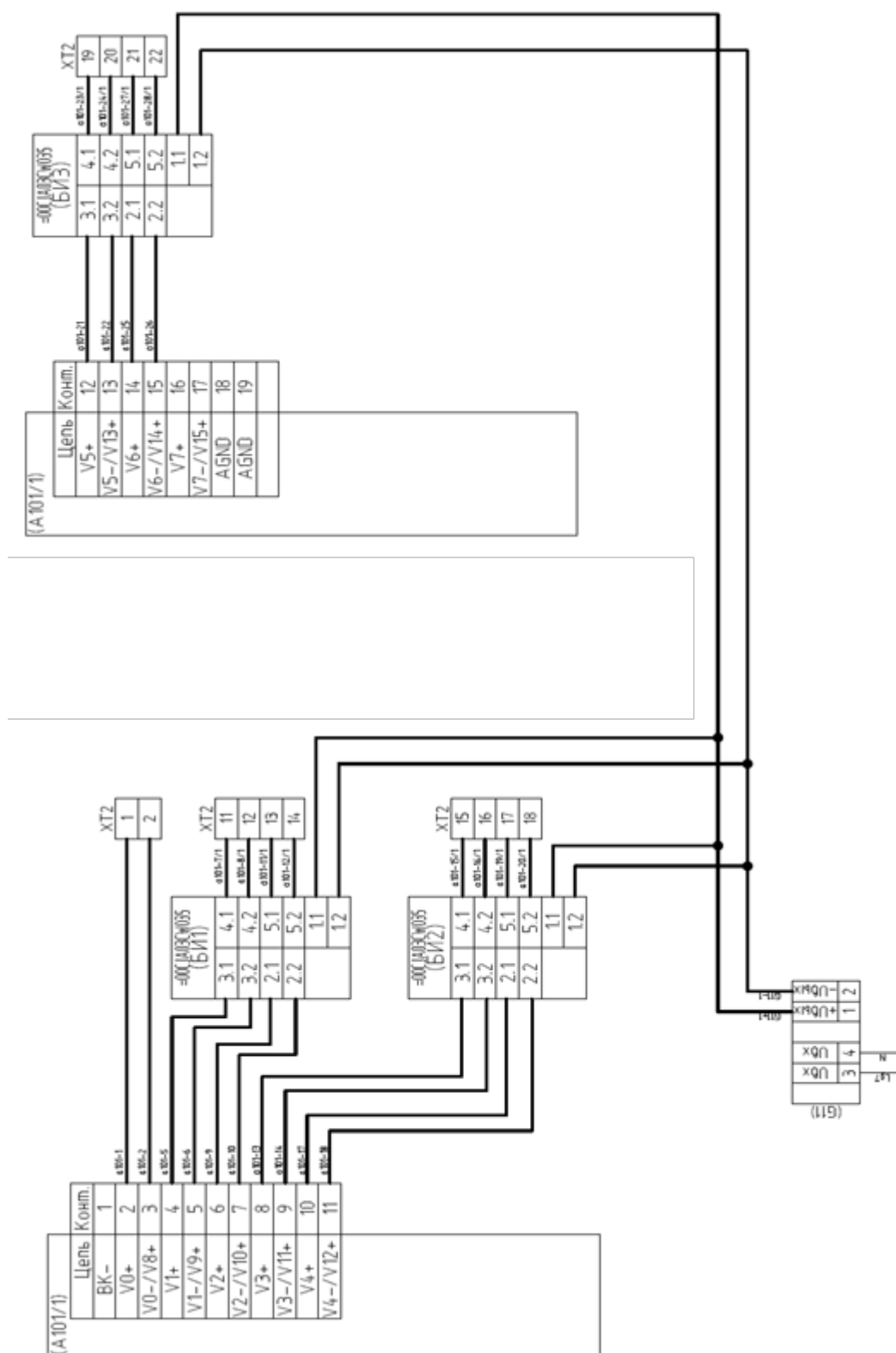


Рис. 4. – Схема электрическая принципиальная подключения аналоговых входов (модуль А101). Иллюстрация авторов

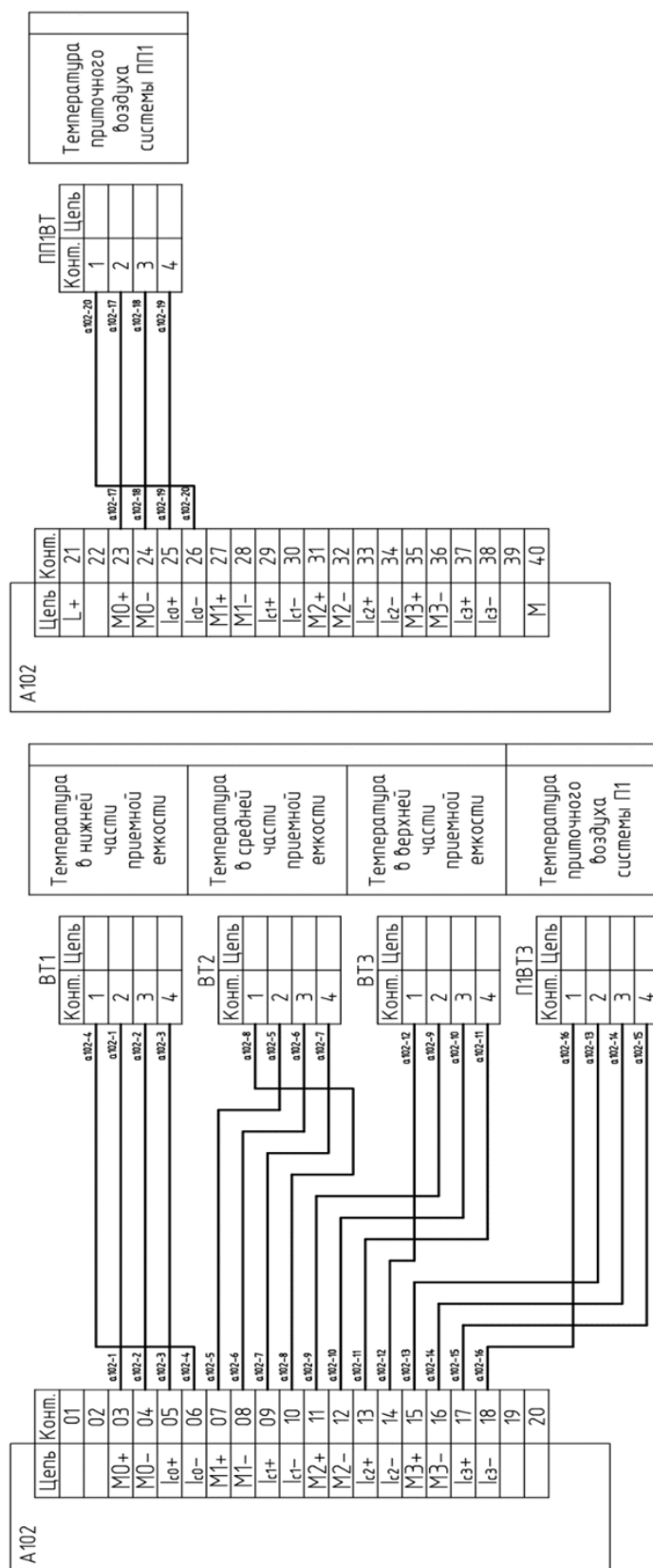
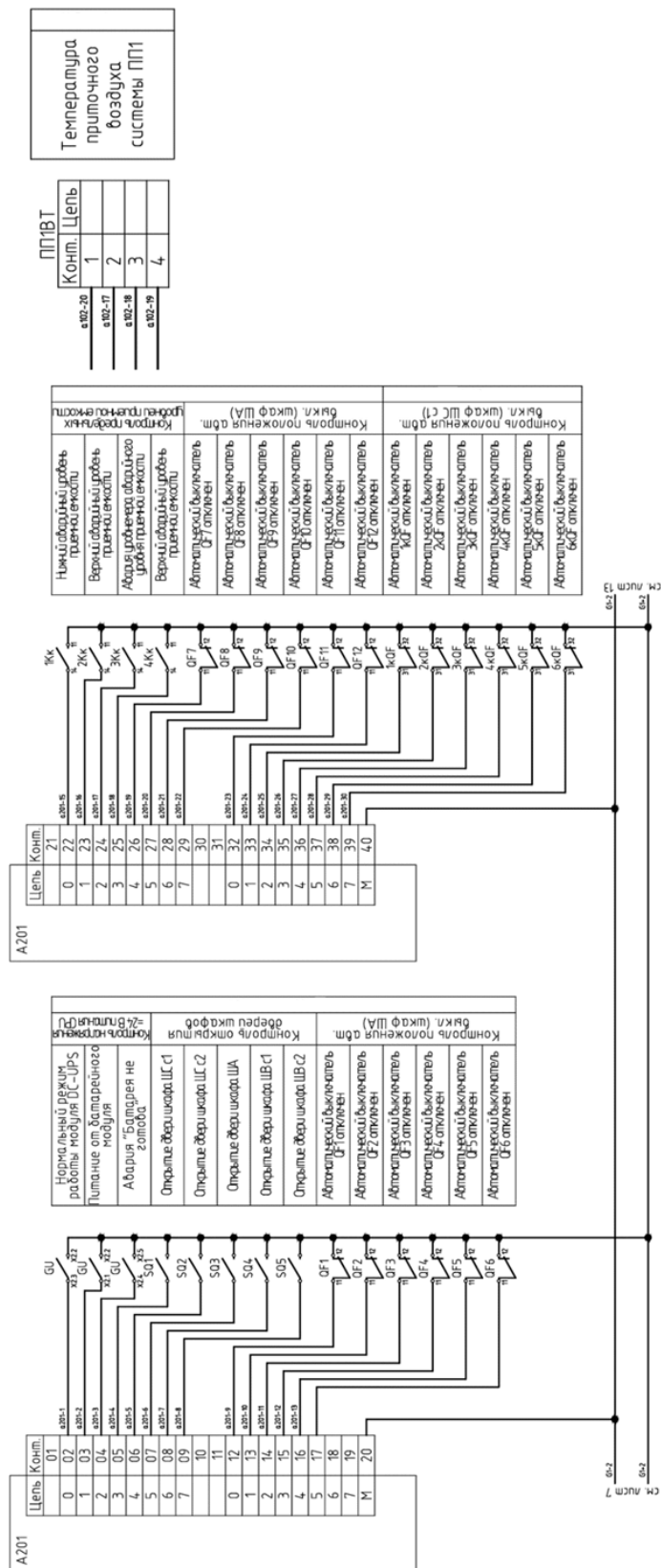
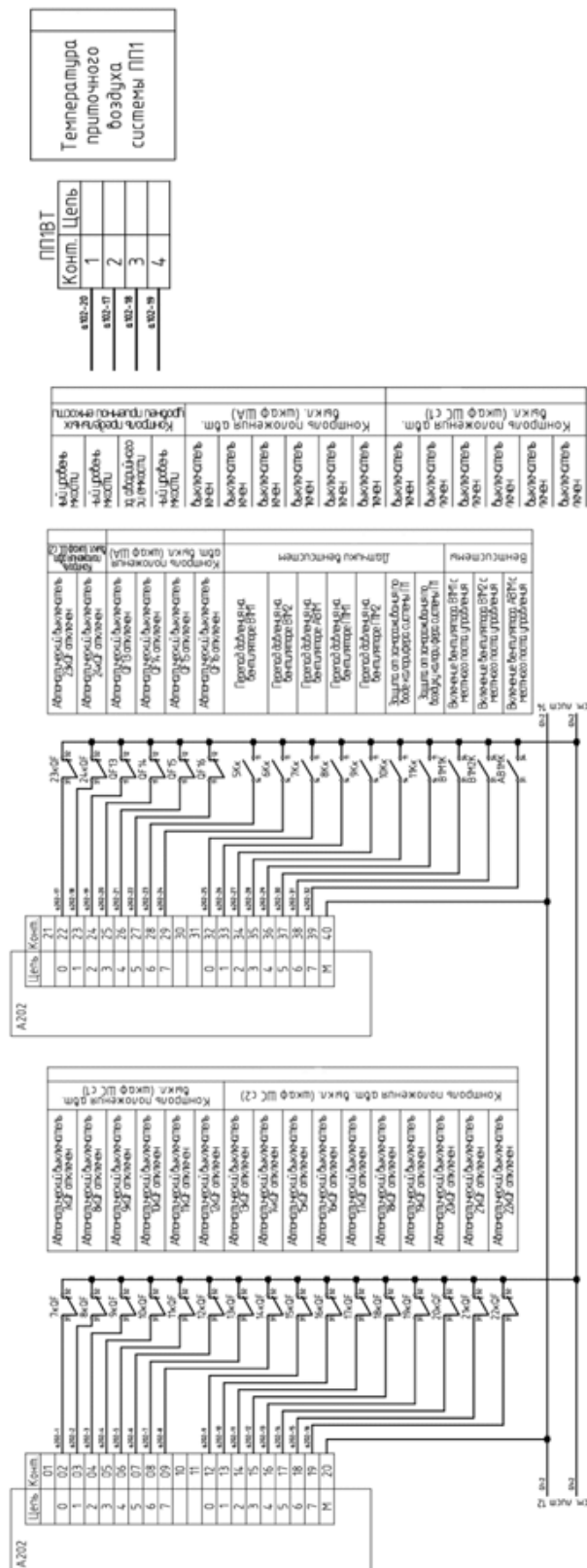


Рис. 5. – Схема электрическая принципиальная подключения аналоговых входов (модуль А102). Иллюстрация авторов





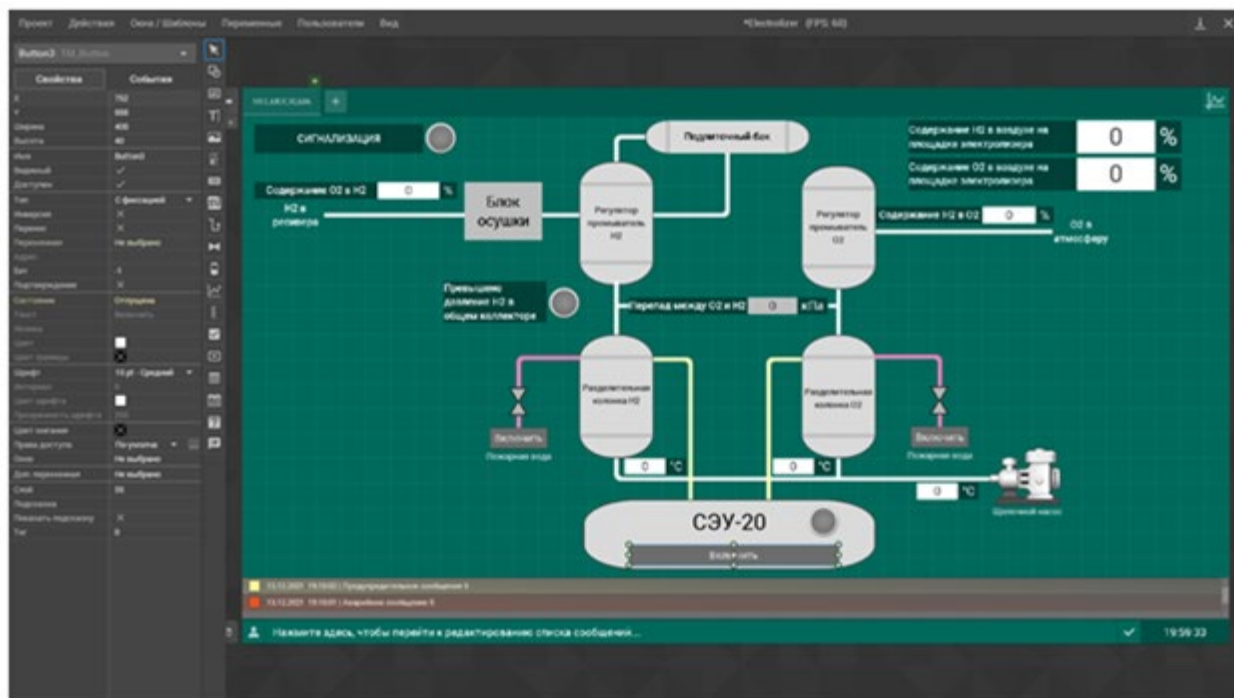


Рис. 8. – Разработка мнемосхемы. Иллюстрация авторов

Для возможности сохранения и архивирования информации создается и подключается база данных (рис. 9).

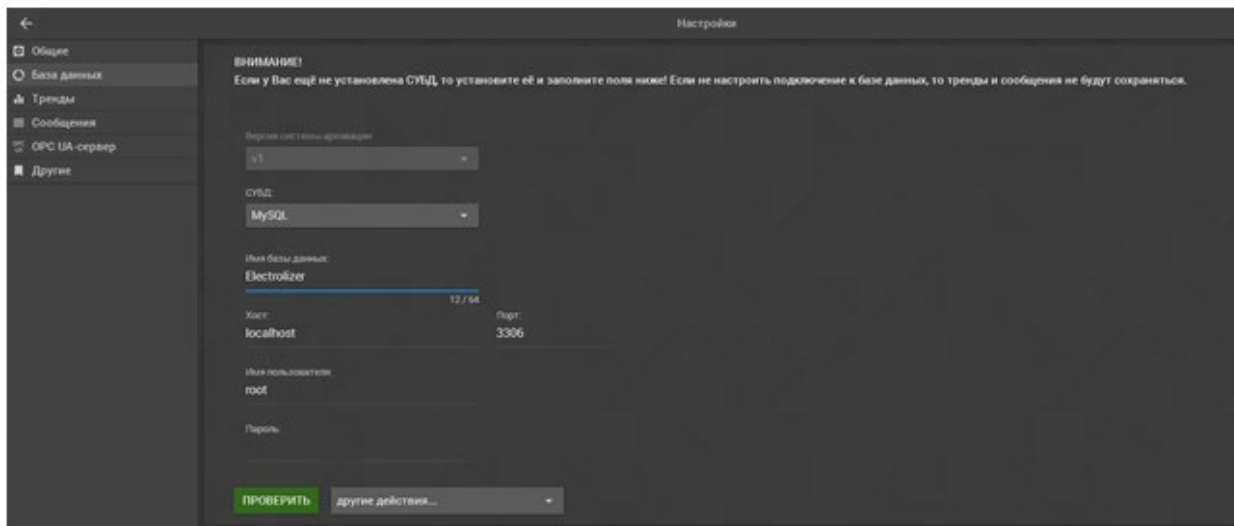


Рис. 9. – Создание базы данных. Иллюстрация авторов

Для того, чтобы получать информацию от ПЛК или внешней среды управления (например, эмулятор OPC-сервера), производится настройка и подключение OPC-сервера (рис. 10).

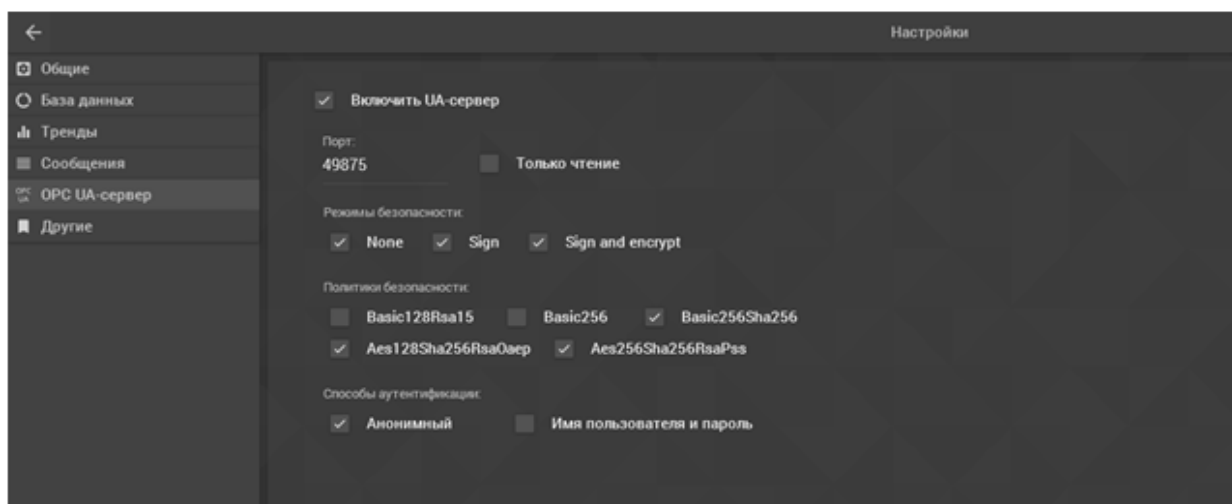


Рис. 10. – Настройка OPC-сервера. Иллюстрация авторов

На рисунке 11 представлена мнемосхема, запущенная в эмуляторе Simple SCADA 2 Client.

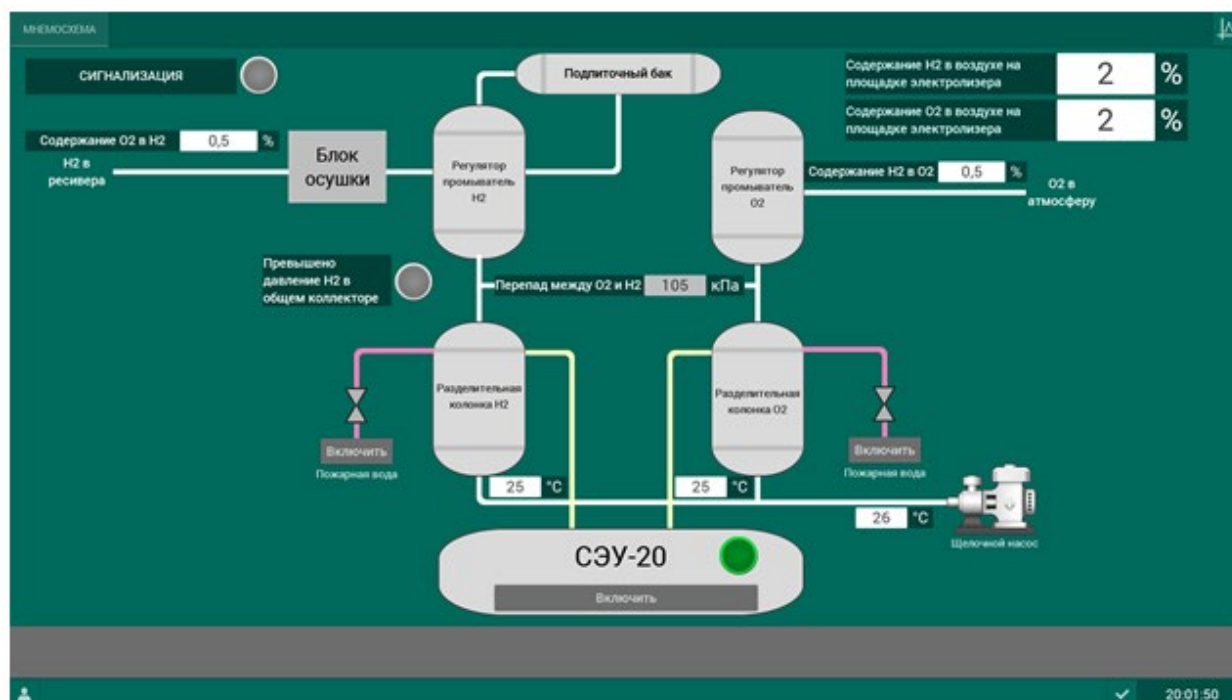


Рис. 11. – Запуск проекта в режиме эмуляции. Иллюстрация авторов

Проведен выбор SCADA-среды разработки. В среде Simple SCADA 2 разработан интерфейс автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора и произведено моделирование системы. Для разборки программного

обеспечения использовался язык C# с использованием фреймворка. NET Framework 4 [7-9].

На разработанный программный модуль чтения технологических параметров из контроллера получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ [10].

Выполнение данной работы позволило успешно реализовать интеграцию контроллеров с системой диспетчерского управления и сбора данных на базе операционной системы Астра Линукс, обеспечивающую высокую информационную безопасность. В среде Simple SCADA 2 разработан интерфейс АРМ оператора и произведено моделирование системы.

Полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне проработанности предложенного решения, что позволяет рекомендовать его внедрение на аналогичных объектах энергетического сектора и промышленности. Высокая степень надежности разработанной системы доказана расчетами и экспериментальной проверкой, демонстрируя готовность системы к внедрению и дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. О филиале Березовская ГРЭС: ПАО «Юнипро». URL: unipro.energy/about/structure/affiliate/berezovskaya/details/ (дата обращения: 05.10.2025).

2. Климов А.С., Селютин И.Н., Новиков В.В. Информационное сопровождение удаленного контроля и управления основными функциями электролизной установки // Инженерный вестник Дона, 2025, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2025/9778.

3. Trofimov V. Designing an intelligent control system for a basic oxygen furnace based on computer vision // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2021. Vol. 60. №. 6. Pp. 995-1004.

4. Vassilyev S.N., Novikov D.A., Bakhtadze N.N. Intelligent control of industrial processes // in Proceedings of the 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, St. Petersburg.2013.Pp. 49-57.

5. Тараненко М.Е. Импортозамещение контроллерного оборудования систему правления кислородно-конвертерным производством стали на Новолипецком металлургическом комбинате с использованием отечественного оборудования // Инженерный вестник Дона, 2024, № 2.URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2024/9026.

6. Протокол OPCUAURL: asutp.ru/publikacii/2021/04/29/prosto-o-standartah-opc-da-i-opc-ua/ (дата обращения: 05.10.2025).

7. Огнева М.В. Программирование на языке C++ //Юрайт: Москва, 2023, 335 с.

8. Москалева М.В. Программирование на языке C#: объектно-ориентированное программирование // ГГУ имени Ф. Скорины: Гомель, 2023, 47 с.

9. Гниденко И.Г. Технологии и методы программирования //Юрайт: Москва, 2024, 248 с.

10. Климов А.С., Денисьев Е.М. Программный модуль чтения технологических параметров из контроллера. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025680177. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

References

1. O filiale Berezovskaja GRJeS: PAO «Junipro» [About Berezovskaya GRES branch: PJSC "Unipro"]. URL: unipro.energy/about/structure/affiliate/berezovskaya/details/ (date assessed: 05.10.2025).

2. Klimov A.S., Selyutin I.N., Novikov V.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2025/9778.
3. Trofimov V. Journal of Computer and Systems Sciences International. 2021. Vol. 60. №. 6. PP. 995-1004.
4. Vassilyev S.N., Novikov D.A., Bakhtadze N.N. In Proceedings of the 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control, St. Petersburg. 2013. PP. 49-57.
5. Taranenko M.E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2024/9026.
6. Protokol OPC UA [OPC UA Protocol] URL: asutp.ru/publikacii/2021/04/29/prosto-o-standartah-opc-da-i-opc-ua/ (date assessed: 05.10.2025).
7. Ogneva M.V. Programmirovaniye na yazike S++ [Programming in C++]. Yurait: Moskva, 2023, 335 p.
8. Moskaleva M.V. Programmirovaniye na yazike S#: obektno-orientirovannoe programmirovaniye. GGU imeni F. Skorini: Gomel, 2023, 47 p.
9. Gnidenko I.G. Tekhnologii i metod i programmirovaniya [Programming technologies and methods]. Yurait: Moskva, 2024, 248 p.
10. Klimov A.S., Denisev Ye. M. Programmnii modul chteniya tekhnologicheskikh parametrov iz kontrollera. [Software module for reading process parameters from the controller]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2025680177. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

Дата поступления: 26.11.2025

Дата публикации: 24.01.2026