

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**

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»

лургия, 1989. - 462 с.

2. Механическое оборудование фабрик для окускования железорудного сырья [Текст] / Э.В. Ловчиновский. - Москва: Металлургия, 1977. - 255 с.

3. Эксплуатация и ремонт электрических машин: Учеб. Пособие для спец. «Электромеханика» вузов/ М.В. Антонов, Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец. – Москва: «Высшая школа» 1989. – 192 с.

4. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. – Москва: «Энергоатомиздат», 1983. – 616с.

УДК 658.5

СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ, ПРОГРАММНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ

Макаров Г.В.¹, Мышляев Л.П.², Чинахов Д.А.¹, Ивушкин К.А.³

¹*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, gmakarov@nicsu.ru*

²*ООО «Научно-исследовательский центр систем управления,
г. Новокузнецк, Россия*

³*ООО ОК «Сибшахтострой», г. Новокузнецк, Россия*

Аннотация. В работе поднимаются вопросы рационального замещения интеллектуальных, программных и технических средств систем управления. Не всегда возможно найти прямой аналог какого-либо продукта при всем разнообразии производственных задач и имеющегося в мире ассортимента решений. Для систем управления наиболее важными стали поиски замены программного обеспечения для оперативно-диспетчерского управления и программируемых логических контроллеров. При этом вопросам замещения интеллектуальных средств систем управления внимания практически не уделяется.

Ключевые слова: АСУ ТП, системы управления, автоматизация, импортозамещение

SYSTEMIC ASPECTS OF SUBSTITUTION OF CONTROL INTELLIGENT TOOLS, SOFTWARE AND HARDWARE

Makarov G.V.¹, Myshlyayev L.P.², Chinakhov D.A.¹, Ivushkin K.A.¹

¹*Siberian State Industrial University",
Novokuznetsk, Russia, gmakarov@nicsu.ru*

²*LLC "Research Center for Control Systems", Novokuznetsk, Russia*

²*LLC United Company "Sibshakhtostroy", Novokuznetsk, Russia*

Abstract. The paper raises the issues of rational replacement of intellectual, software and technical means of control systems. It is not always possible to find a

direct analogue of any product with all the variety of arising production tasks and the range of solutions available in the world. For control systems, the search for replacement of software for operational dispatch control and programmable logic controllers has become the most critical. At the same time, almost no attention is paid to the issues of replacement of intellectual means of control systems.

Keywords: APCS, control systems, automation, import substitution.

Проблемы импортозамещения при создании и эксплуатации систем автоматизации управления следует рассматривать комплексно, включая интеллектуальные, программные и технические средства.

Системы управления – это сложные комплексы, требующие разработки и объединения множества видов обеспечения: математического, информационного, лингвистического, программного, технического, метрологического, организационного, методического, требования к которым закладываются на этапе формирования технического задания [1]. При разработке комплекса всех этих видов обеспечения необходимо руководствоваться принципами системности, развития, совместимости, стандартизации и унификации, а также и эффективности [2]. В условиях большого разнообразия предлагаемых на современном рынке решений не представляет труда собрать готовую систему управления, которая бы подходила и была оптимальна по технико-экономическим показателям для решения поставленных задач. Однако, любые ограничения, связанные с каким-либо элементом АСУ, значительно снижают возможности совместимости с другими, сужают выбор, что ведет к проблемам разрозненности и потери системности.

Путь упрощения и перехода на примитивные решения в области автоматизации в условиях следования трендам индустрии 4.0, цифровой трансформации и цифровизации производств и экономики в целом приводит к разрушению необходимых ступеней, что не позволяет перейти на нужный уровень «цифровой зрелости», или даже сохранить его.

Для диспетчеризации и автоматизированного оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) востребованы в настоящее время запросы на поиск аналогов и замену программного и технического обеспечения АСУ.

SCADA-система является неотъемлемой частью современной АСУ ТП, представляя собой программный комплекс для отображения информации, дистанционного управления отдельными механизмами и комплексами, визуализации архивных и онлайн данных, и других функций. На отечественном рынке можно выделить следующих лидеров, представляющих свои решения для оперативно-диспетчерского управления и контроля (рисунок 1):

1. MasterSCADA (<https://insat.ru/products/?category=9>);
2. TRACE MODE 6 (<http://www.adastra.ru/products/overview/>);
3. Круг-2000 (<https://www.krug2000.ru/products/ppr/scada-2000.html>);
4. SCADA Infinity (<https://elesy.ru/scada-infinity/description.aspx>);
5. Alpha.Platform (<https://www.automiq.ru/ru/products/alpha-platform>).



Рисунок 1 – Логотипы SCADA-систем

Все эти продукты поддерживают базовый функционал, возлагаемый на SCADA-систему, но функции, производительность и способы «развертки» на объекте отличаются. Это вызвано, в первую очередь, «нишевыми» данными решений. Не все эти решения предполагались для работы в крупных АСУ, некоторые из которых могут требовать для подключения более 50 тысяч «тегов» – переменных, содержащих информацию. Одним из решений может быть сегментация АСУ по отдельным «модулям» или подсистемам.

Также, если у ведущих производителей SCADA-систем (Aveva System Platform, Genesis 64) сформирован банк драйверов, необходимых для подключения практически любых устройств, то отмеченные отечественные производители, в основном, ограничиваются типовыми и популярными протоколами связи. Надо отметить, при этом, что некоторые из них предлагают услуги по разработке драйверов для подключения необходимых устройств, но это, конечно, занимает время.

Некоторые китайские производители предлагают свои решения в области SCADA и MES систем. Например, компания HollySys предлагает свой продукт MACS-SCADA. Однако проблема разработки и интеграции АСОДУ на их основе заключается в базовом языке ПО – китайском. В таком случае вести разработку на довольно проблематично, но даже при успехе могут возникнуть проблемы с отображением шрифтов или некоторыми предупреждениями, которые невозможно корректно перевести без владения китайским языком.

В плане контроллерного оборудования несомненным лидером по популярности и востребованности на отечественном рынке являлись контроллеры ОВЕН (<https://owen.ru/>). Сфера их применения довольно широка, а решения применяются в отраслях энергетики, теплоснабжения, вентиляции и сельского хозяйства. Производитель предлагает линейки моноблочных контроллеров для малых, средних и распределенных систем автоматизации, моноблочные контроллеры для средних систем автоматизации (рисунок 2).



Рисунок 2 – ПЛК «ОВЕН»

Промышленные контроллеры REGUL от компании «Прософт-Системы» (<https://prosoftsystems.ru/catalog/semeystvo-programmiruemyh-logicheskikh-kontrollerov-regul-rx00>) – универсальный инструмент для создания систем автоматизации технологических процессов любой сложности в металлургической, нефтегазовой, энергетической, горнодобывающей и других отраслях промышленности. Флагианы линейки оборудования автоматизации, выпускаемой компанией «Прософт-Системы» предназначены для построения сложных и отказоустойчивых систем управления технологическими процессами с быстроменяющимися и опасными физическими процессами. Например, сюда относится управление турбинами, оборудованием атомных станций и непрерывными процессами в нефтепереработке (рисунок 3).



Рисунок 3 – Оборудование REGUL

Технические решения китайского производителя контроллеров HollySys (<https://www.hollysys.com/>) представлены двумя линейками. ПЛК серии LE подходят для управления в системах водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, в текстильной промышленности, на оборудовании для упаковки, печати, производства пластмасс и продуктов питания, в других отраслях промышленности, где необходимы небольшие и средние системы управления. ПЛК серии LK (рисунок 4), свободно масштабируемых для больших систем. Одним из главных преимуществ этих контроллеров является возможность построения на базе Profibus. Таким образом

корзины удаленного ввода/вывода могут свободно интегрироваться с другими системами, построенными на данной сети – например, с контроллерами Siemens. Особенно важно это в условиях обеспечения существующих производств парком ЗИПа. Данные контроллеры зарекомендовали себя, преимущественно, в Китае, в том числе на атомных электростанциях.



Рисунок 4 – Контроллеры серии LK (HollySys)

Контрольно-измерительные приборы отечественного производства представлены в большом количестве, однако среди них очень мало или вовсе отсутствуют приборы для областей специального применения – химически агрессивные среды, суспензии и взвеси и т.д. Особенно остро стоит проблема по измерению расхода и уровня в таких средах.

В сложившихся условиях разрозненности элементов систем управления и связей между ними нарушаются все основные принципы построения АСУ – системности, развития, совместимости, стандартизации и унификации, и, как следствие, эффективности. Разнородная реализация встроенных в устройства интерфейсов обмена информацией приводит к снижению информационного обмена между подсистемами и, зачастую, приводит к передаче исключительно физических смежных сигналов, что сказывается на качестве управления.

При всём вышесказанном, наиболее значимой проблемой, которой уделяется незаслуженно мало внимания является проблема замены интеллектуальных средств и составляющих систем управления. К этим средствам относятся технологии и подходы к разработке, методы проектирования как в целом систем, так и отдельных компонентов, так и сами системы управления со всеми их подсистемами.

От современной системы управления требуется не только обеспечивать функции базовой автоматизации на уровне систем логического управления, но и содержать подсистемы, реализующие функции интеллекта для предиктивной аналитики и прогнозирования, анализа непрерывно обновляемых больших данных, идентификации и цифрового моделирования, управляющие алгоритмы и др. Имеющаяся научная база для наполнения этих систем наталкивается на проблемы практической реализации, поскольку теоретические исследования не всегда легко ложатся в практику.

Примеры внедрения таких систем описаны в [3-6]. Одна из главных проблем, с которыми в настоящее время можно столкнуться при внедрении подобных систем заключается в том, что они, зачастую, используют встроенные средства доступа и обработки информации зарубежных продуктов, на которых реализованы сами системы автоматизации управления. С точки зрения разработки, выполнение всех функций в едином программном пространстве – корректное решение. Но по факту возникают проблемы лицензирования, отсутствия поддержки, что может привести к нестабильности работы или вовсе ее прекращению.

Зарубежное технологическое оборудование практически всегда шло с готовой системой управления, отлаженными и проверенными алгоритмами, настроенными регуляторами, которые были, в большинстве случаев, закрыты от вмешательства и даже анализа, представляя собой «черный ящик» [7]. Таким образом, возникновение любой непредвиденной ситуации или изменение условий работы требовало вмешательства зарубежных специалистов. В настоящее время это вызывает некоторые проблемы, что приводит к порче и остановке оборудования, прерывании технологических процессов и, самое важное, не позволяет совершенствовать системы. Ни о какой цифровой трансформации не может быть речи, когда базовая автоматизация к ней не готова и не подлежит изменению.

Одной из главных целей обеспечения безопасности отечественного производства должна быть комплексная проработка решений с совместным синтезом объекта и управляющей системы [8]. Сейчас многие организации предлагают свое технологическое оборудование, однако, разработок с локальными системами управления, поставляемыми комплектно, очень мало. Еще меньше интеллектуальных технологий защищены авторскими свидетельствами и патентами, поскольку процедуры регистрации требуют специальных навыков, а дальнейшая патентная защита, даже внутри страны, проблематична.

Особенностью отечественных производственных процессов является постоянно меняющиеся условия их протекания – это не столько возмущения и помехи, сколько постоянно изменяющиеся требования стандартов, свойства (а зачастую и тип) сырья, не регламентная замена оборудования на другую производительность (как правило, большую), добавление нового оборудования и технологических связей, и так далее, что должно отражаться и в самом подходе к разработке систем управления. Исследования в данном направлении говорят о необходимости построения специальных систем управления с переменной структурой – иными словами, структурной не стационарностью [9]. Причем переменная структура объекта управления должна отражаться и в управляющей части системы. При этом необходимо кроме параметрических и координатных воздействий в системе управления вводить целенаправленное изменение (управление) структурами. То есть в целом система управления должна объединять координатные (сигнальные), параметрические и структурные управляющие воздействия. Для развития этого направления необходимы фундаментальные исследования по разра-

ботке новых подходов, методов и алгоритмов управления. Основопологающим фундаментом могут служить принципиальные наработки по новым типам обратных связей [10], а также конкретные методы и алгоритмы, например, управления объектами с положительными обратными связями, методы синтеза систем с привлечением положений подобия систем управления, объединяющих физико-химические и функциональные (кибернетические) представления [11-13].

Особо следует выделить перспективное направление синтеза синергетических (самоорганизующихся) систем управления (Колесников Синергетическое управление), в полной мере привлекая «природные» закономерности организации и функционирования объектов, в том числе и социальных.

Только разработка фундаментальных положений теории управления с прикладной конкретизацией и непосредственным внедрением позволит обеспечить опережающее развитие современных эффективных систем управления в различных сферах деятельности.

Библиографический список

1. ГОСТ 34.602-2020. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

2. РД 50-680-88. Руководящий документ по стандартизации. Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения

3. Цифровизация средств анализа и прогнозирования производственных ситуаций доменного производства ПАО «ММК» / Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А., Рыболовлев В.Ю., Краснобаев А.В., Шнайдер Д.А. // В сборнике: Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве): AS'2021. труды XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Новокузнецк, 2021. С. 12-18.

4. Математическое моделирование и алгоритмизация функций мониторинга технологических процессов на основе многоточечных измерительных систем / Ковалев И.В., Ковалев Д.И., Лосев В.В., Сарамуд М.В., Тынченко Я.А. // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 6-1. С. 29-38.

5. Разработка адаптивной системы управления сушильного барабана обогатительной фабрики АО "Лебединский ГОК" / Тараненко М.Е., Казанцев А.А. // Горное оборудование и электромеханика. 2021. № 5 (157). С. 51-56.

6. Оценивание предаварийных состояний технологического оборудования и контрольноизмерительных приборов / Ляховец М.В., Макаров Г.В., Саламатин А.С., Шипунов М.В. // Промышленные АСУ и контроллеры. 2020. № 3. С. 16-24.

7. Загидулин И.Р. Особенности интеграции локальных систем управления в АСУТП обогатительной фабрики / Загидулин И.Р., Саламатин А.С., Макаров Г.В., Коршунов С.Ю. // В сборнике: Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве): AS'2021. труды XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Новокузнецк, 2021. С. 155-159.

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 углеобогажительной фабрике ООО «Шахта №12» (г. Киселевск Кемеровской обл.). Предложен вариант организации удаленного доступа к АСУ ТП обогажительной фабрики полиметаллов «Рубцовская» (п. Потеряевка, Алтайский край).

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