

Научная статья

УДК 681.516.3:62-83

DOI: 10.26730/1816-4528-2022-4-54-61

Ляховец Михаил Васильевич, Саламатин Александр Сергеевич,
Кубарев Василий Анатольевич*, Модзелевский Дмитрий Евгеньевич,
Галлямова Ольга Радиковна,

Сибирский государственный индустриальный университет

*E-mail: kubarev.sibsiu@list.ru

ТИПИЗАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

**Информация о статье**

Поступила:

21 марта 2022 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 июля 2022 г.

Принята к печати:

04 августа 2022 г.

Ключевые слова:

система управления, электропривод, программируемый контроллер, программное обеспечение.

Аннотация.

В статье представлена методика типизации программных модулей при разработке систем управления производственным оборудованием.

Актуальность работы. При разработке систем автоматики на основе программируемых логических контроллеров независимо от типа производств необходимо создать программное обеспечение для систем логического управления каждого агрегата, входящего в технологическую цепочку. При этом часто процессы управления такими агрегатами аналогичны, а их алгоритмы можно привести к общей структуре. Поэтому для уменьшения времени разработки систем автоматики больших объектов целесообразно определенным образом стандартизировать программные модули таких систем.

Цель работы: разработка методики типизации программных модулей систем управления производственным оборудованием.

Методы исследования: теория электропривода, теория автоматического управления, теория автоматов, теория алгоритмов.

Результаты. Предложена методика типизации программных модулей систем управления производственным оборудованием, позволяющая за счет выделения типовых модулей управления технологическими агрегатами изменять структуру и функциональность системы автоматики и защит, что приводит к уменьшению трудозатрат и количества ошибок при разработке программного обеспечения.

Для цитирования: Ляховец М.В., Саламатин А.С., Кубарев В.А., Модзелевский Д.Е., Галлямова О.Р. Типизация программных модулей систем управления производственным оборудованием // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 4 (162). С. 54-61. DOI: 10.26730/1816-4528-2022-4-54-61

Технологический процесс работы современного автоматизированного электропривода опасных производственных объектов характеризуется сложными условиями работы из-за множества влияющих на него факторов, к которым можно отнести большие нагрузки на рабочий механизм, большие скорости вращения приводов, необходимость плавного регулирования скоростей и повышенную точность их поддержания.

Структура современной унифицированной системы управления электроприводом (СУЭП) и потоки информации и управления в ней представлены

на рис. 1 следующими функциональными элементами: устройство управления (УУ), система автоматического управления (САУ), преобразователь электрической энергии: частотный привод или привод постоянного тока (ПЭ), двигатель (Д), рабочая машина (РМ), информационно управляющая система (ИУС), система логического управления (ЛУС), система технологических защит (СТЗ), пульт оператора (ПО), система сигнализации (СС), пульт оператора (ПО), оператор (О), диспетчер (ДСП) [1].

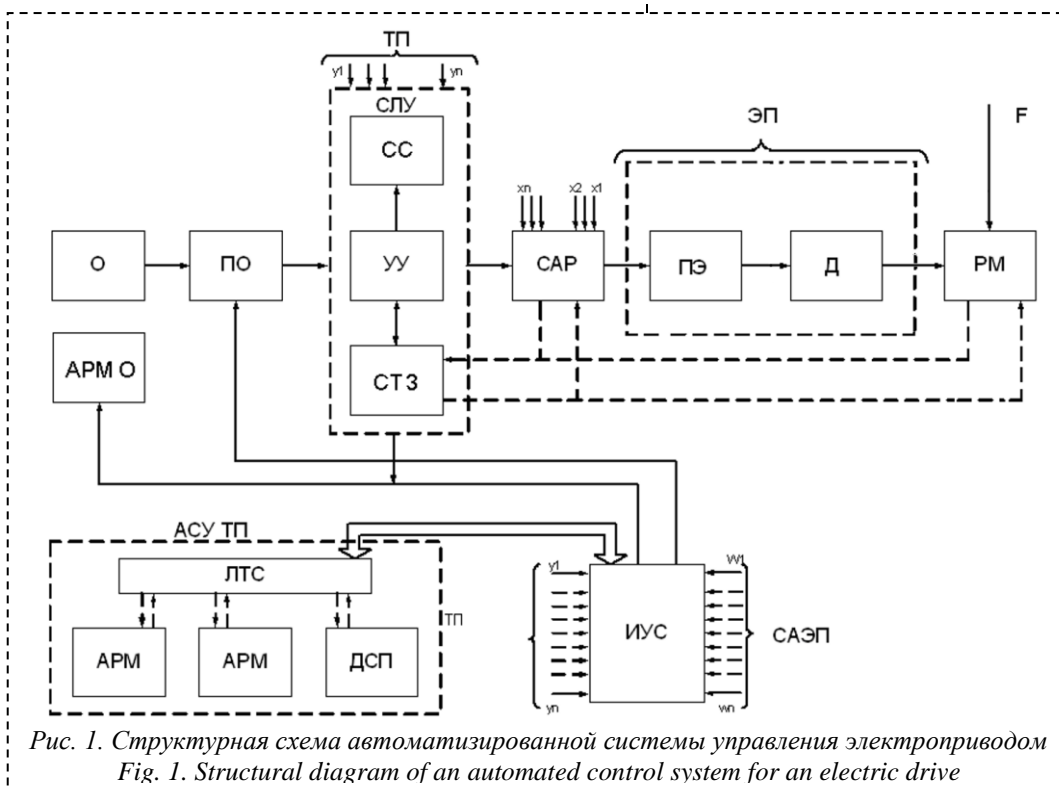


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы управления электроприводом
 Fig. 1. Structural diagram of an automated control system for an electric drive

ского цикла или запрет на его запуск производится на основании вычисления параметров, полученных с датчиков, установленных на электрооборудовании и технологических линиях. Отключение электрического и остановка механического оборудования в порядке, по возможности исключающем аварийную ситуацию, инициируется дискретными, преимущественно двоичными сигналами [2, 3].

Одной из важнейших подсистем современного электропривода является система логического управления (СЛУ) — комплекс технических средств, включающий в себя средства сбора, обработки, передачи и хранения информации, алгоритмы обработки полученной информации и алгоритмы формирования и выдачи дискретных управляющих воздействий, на основании которых объект управления изменяет свое состояние, то есть функции, выполняемые системами автоматики, защит и сигнализации.

Согласно концепции построения современных автоматических систем технологического комплекса, система логического управления является одним из модулей системы управления электроприводом, выполняющим функции логического управления. Таким образом, в составе СУЭП на нее возлагаются следующие функции:

1. Управление технологическим процессом.

Функционирование технологического комплекса — это выполнение совокупности технологических операций, направленных на получение требуемых от комплекса результатов, осуществляемых его установками, механизмами, машинами и другими техническими средствами. Установки комплекса можно рассматривать как отдельные объекты управления, часть из которых является дискретными.

2. Защита электрического и механического оборудования.

Состояние дискретных датчиков устройств защит и блокировок, сигнализации определяется состоянием электрического и механического оборудования и заранее заданными неизменными значениями этих состояний.

3. Технологические защиты и блокировки.

Аварийный останов выполнения технологиче-

ского цикла или запрет на его запуск производится на основании вычисления параметров, полученных с датчиков, установленных на электрооборудовании и технологических линиях. Отключение электрического и остановка механического оборудования в порядке, по возможности исключающем аварийную ситуацию, инициируется дискретными, преимущественно двоичными сигналами [2, 3].

К настоящему времени системы логического управления прошли путь от релейных систем к системам на жесткой логике и далее до систем на современных программируемых контроллерах, которые позволяют гибко менять алгоритмы работы электроприводов [4, 5, 6]. Кроме того, проектируя современные системы логического управления, необходимо закладывать в них возможность добавления модулей, которые позволят применять эти системы в Индустрии 4.0 [7, 8].

Необходимо также отметить, что сложившиеся

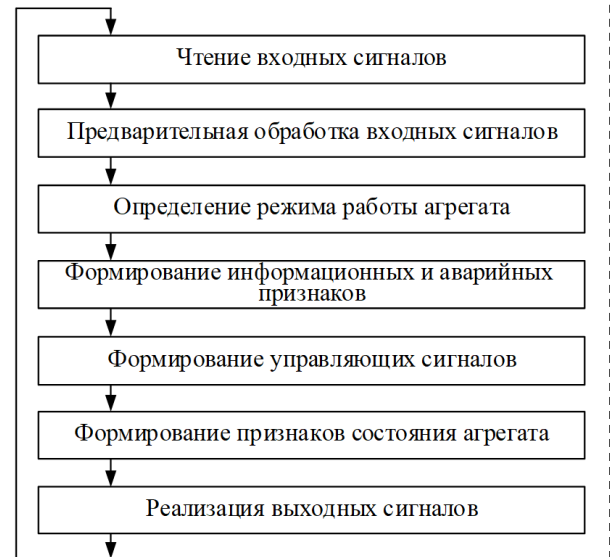


Рис. 2. Общая структура алгоритма управления локальными агрегатами
 Fig. 2. General structure of the local aggregates control algorithm

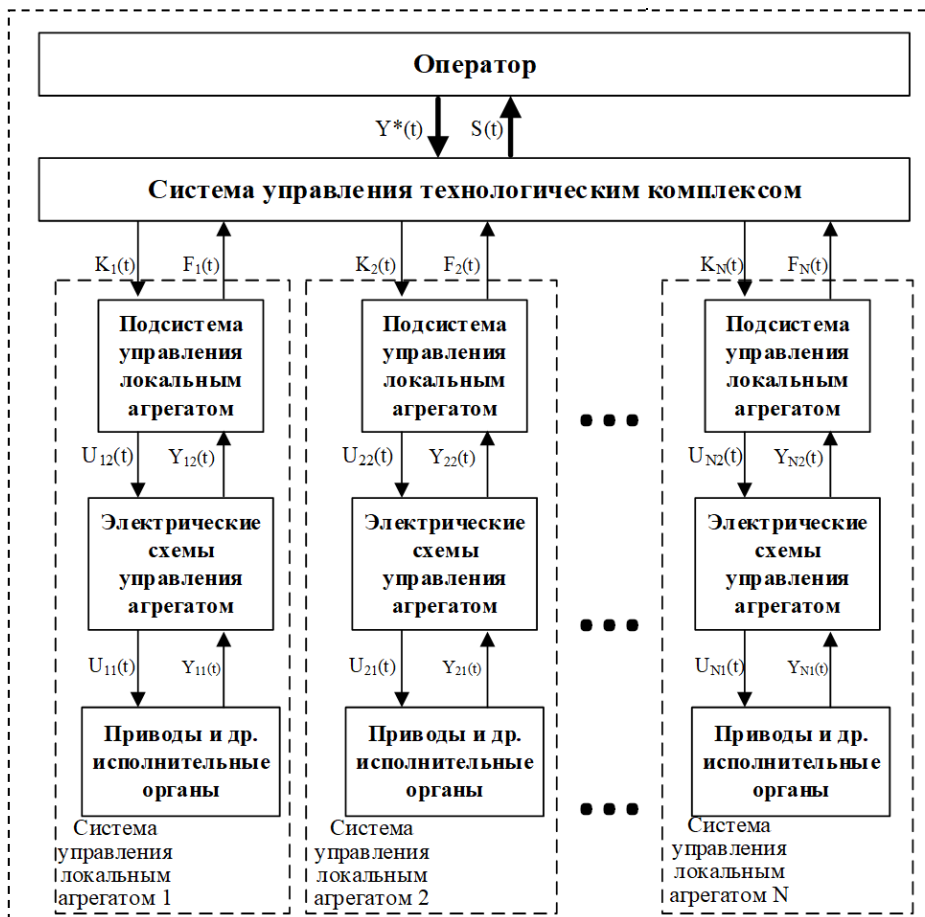


Рис. 3. Структурная схема автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления для промышленных предприятий
 Fig. 3. Structural diagram of an automated system of operational dispatch control for industrial enterprises

политические и экономические условия требуют дальнейшей интенсификации работы по разработке современных систем управления и программного обеспечения для них с учетом возможной замены компонентов системы на компоненты российского производства [9, 10].

Разработка программ для программируемых логических контроллеров независимо от вида производства заключается в создании множества систем логического управления для каждого агрегата, входящего в технологическую цепочку. Процесс управления подобными агрегатами аналогичен. Общая структура алгоритма управления представлена на рис. 2 [10].

Для больших объектов, включающих в свой состав множество технологических агрегатов, разработка такого рода систем занимает много времени. Далее в процессе пусконаладочных работ и первых запусков выявляются ошибки и изменения, которые затрагивают каждый агрегат. Их устранение также занимает большое количество времени, особенно когда количество таких агрегатов достигает несколько десятков или сотен. Это особенно критично в уже функционирующем объекте, когда останавливать процесс нельзя, а ошибку надо исправить в как можно более сжатые сроки [10].

Чтобы устранить эти недостатки, технологическое оборудование (конвейеры, насосы, дробилки и

т.д.) можно представить в виде типовых структур [11].

Это не только приведет к снижению времени на создание систем, но и позволит разработчику таких систем ограничить штат и квалификацию исполнителей.

Управление агрегатами можно представить в виде следующей структурной схемы (рис. 3).

На рисунке 3 приняты следующие обозначения:

- $U_{11}(t)$ – $U_{N1}(t)$ – токовые сигналы от электрических схем управления агрегатом;
- $U_{12}(t)$ – $U_{N2}(t)$ – выходные сигналы от контроллера системы промышленного технологического комплекса (ПТК);
- $Y_{11}(t)$ – $Y_{N1}(t)$ – токовые сигналы от исполнительных органов;
- $Y_{12}(t)$ – $Y_{N2}(t)$ – входные сигналы в контроллер системы ПТК;
- $K_1(t)$ – $K_N(t)$ – команды от системы управления ПТК;
- $F_1(t)$ – $F_N(t)$ – состояния (признаки) систем управления локальными агрегатами;

- $Y^*(t)$ – команды от оператора;
- $S(t)$ – состояния (признаки) системы ПТК.

Любой технологический процесс начинается с технологической цепочки. Поэтому одним из главных документов является схема цепей аппаратов, в которой указываются направление материальных потоков и последовательности агрегатов, взаимосвязанных с учетом прямых и обратных связей (например, рециклов).

Однако управление силовой частью агрегата осуществляется с помощью силовых цепей управления, которые между собой никак не взаимосвязаны, что на этом уровне не обеспечивает должной взаимосвязи агрегатов.

Для управления на следующем уровне разрабатываются схемы цепей управления, которые завязаны на самом локальном агрегате и максимум ближайших контрольно-измерительных приборах, электроприводах и других исполнительных механизмах. Для выполнения автоматизированных функций разрабатываются подсистемы логического управления локальными агрегатами, но они по-прежнему не обеспечивают взаимосвязи между агрегатами.

Для управления комплекса в целом разрабатываются подсистемы управления технологическим комплексом, который учитывает смежные блоки-

ровки между агрегатами и обеспечивает взаимодействие с оператором.

Проектировщик, имея электрические схемы цепей агрегатов, схемы электрических цепей управления, собирает технологическую цепочку, которую можно представить в следующем виде (рис. 4).

Тогда процесс создания системы управления промышленного технологического комплекса можно представить в виде следующего алгоритма (рис. 5).

Процесс создания системы управления промышленного технологического комплекса начинается с подсчета исходного количества агрегатов. Исходными документами на этом этапе являются схема цепей аппаратов и электрические однолинейные схемы.

На следующем шаге на основании принципиальных электрических схем управления осуществляется сортировка агрегатов по типовым классам, после чего формируются типовые информационные таблицы сигналов, признаков, команд; на их основе создаются соответствующие обобщенные структуры данных.

На основании этих структур для каждого класса агрегата создаются типовые функциональные блоки, описывающие алгоритмы управления этими агрегатами.

Заключительным этапом является формирование технологической цепочки, учитывающее взаимодействие с другими агрегатами. Основным документом на этом этапе является технологический регламент. Этот этап представляет собой итерационный процесс, из-за того, что во время пусконаладочных работ регламент постоянно уточняется, что приводит к частым корректировкам как самой СУ ПТК, так и подсистем логического управления локальными агрегатами.

Поскольку в одной цепи могут участвовать десятки агрегатов, процесс разработки подсистем логического управления агрегатами и подсистем более высокого уровня является трудоемким, требующим больших как временных, так и денежных ресурсов.

Однако опыт подсказывает, что многие агрегаты, даже выполняющие различные технологические функции, имеют принципиально одинаковое действие, основанное на типе исполнительных органов [12].

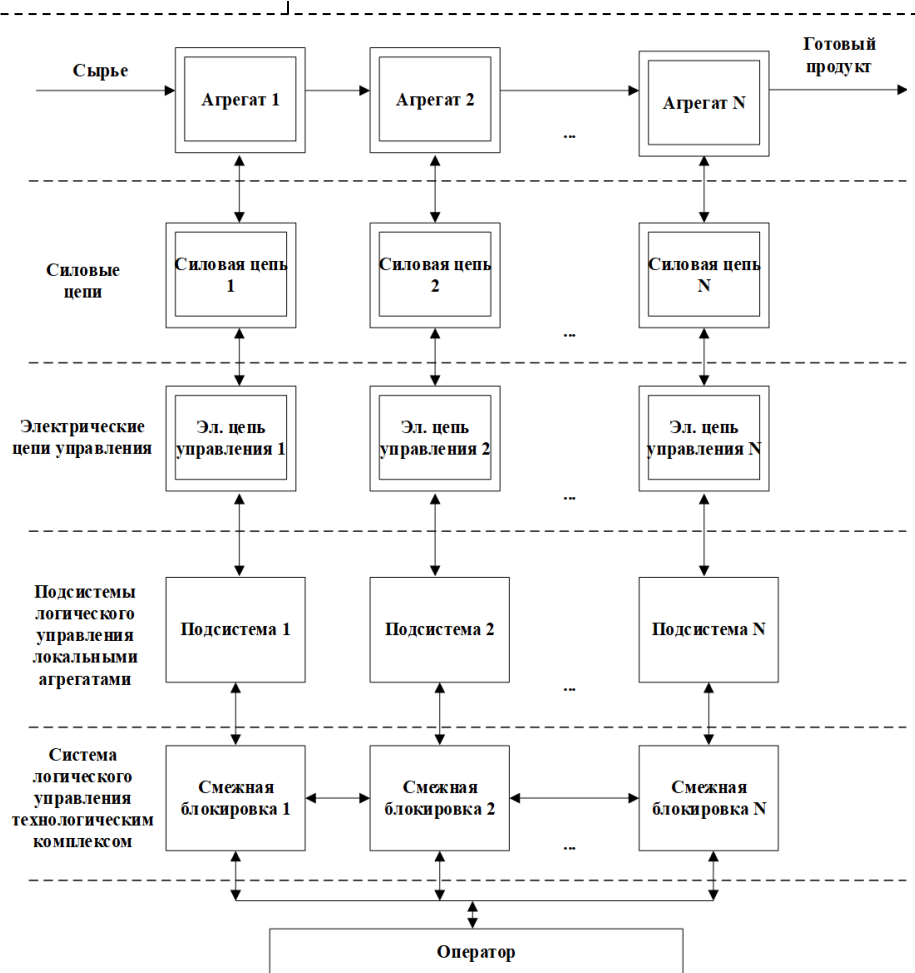


Рис. 4. Схема взаимодействия агрегатов на различном уровне
Fig. 4. Scheme of interaction of aggregates at different levels



Рис. 5. Алгоритм процесса создания системы управления промышленного технологического комплекса
Fig. 5. Algorithm for the process of creating a control system for an industrial technological complex

Зачастую возникают проблемы, когда при разработке электрических цепей управления и выборе моделей специальных устройств (частотные преобразователи, устройства плавного пуска и т.д.), не придерживается каких-то одинаковых, типовых решений, даже в рамках одного проекта. Из-за этого возникают трудности при разработке систем логического управления локальными агрегатами, так как теперь агрегаты с одинаковым типом специальных устройств могут иметь различную логику управления, что не позволяет их выделить в одну укрупненную типовую структуру. Все это тормозит процесс создания систем логического управления локальными агрегатами, так как приходится формировать новые признаки, сигналы, команды, описывать новый алгоритм логического управления и создавать отдельный функциональный блок.

Для конкретизации изложенных соображений рассмотрены крупные промышленные предприятия – углеобогащительные фабрики, имеющие схожую технологическую структуру:

- углеобогащительная фабрика «Матюшинская» ООО «Разрез «Березовский»;
- углеобогащительная фабрика «Энергетическая» в филиале «Калтанский угольный разрез» ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь»;
- углеобогащительная фабрика «Барзасская» ООО СП «Барзасское товарищество».

На основании принципиальных электрических схем, разработанных для вышеописанных углеобогащительных фабрик, можно выделить следующую типовую классификацию этих агрегатов, имеющих однотипные структуры.

1. Агрегаты без специальных устройств (некоторые виды насосов, магнитных сепараторов).
2. Агрегаты с устройствами плавного пуска (некоторые виды конвейеров, насосов).
3. Агрегаты с частотным преобразователем (некоторые виды конвейеров, насосов, вентиляторов).
4. Одноприводные агрегаты с устройством защиты двигателя (некоторые виды насосов, грохотов, элеваторные колеса и гребковые механизмы тяжелосредних сепараторов).
5. Двухприводные агрегаты с устройствами защиты двигателя (некоторые виды грохотов и дробилок).
6. Шиберные задвижки.
7. Поворотные задвижки.

Для применения данной классификации каждый этап процесса создания автоматизированной системы управления промышленного технологического комплекса необходимо выполнять согласованно совместно с проектным институтом.

Заключение

Предложена методика типизации программных модулей систем управления производственным оборудованием, позволяющая при разработке программного обеспечения систем автоматики выделять типовые модули управления технологическими агрегатами, что позволяет при необходимости изменением параметров модулей изменять струк-

туру и функциональность системы автоматики и защиты.

Данный подход может быть применен не только для разработки программных модулей для управления локальных агрегатов, но и для типовых контуров регулирования (поддержание плотности, давления, уровня).

Предложенный подход к типизации систем автоматики и последующая разработка программного обеспечения на его основе позволяет уменьшить не только трудозатраты при разработке программного обеспечения, но и число ошибок, что в дальнейшем сокращает время на пусконаладку системы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Островляничик В. Ю. Автоматический электропривод постоянного тока горно-металлургического производства: Учебное пособие [Текст]. Новокузнецк: Изд-во СибГИУ, 2004. 383 с.
2. Лемешевский Д. С. Разработка и исследование управляющего автомата электропривода технологического комплекса «Подъем»: Автореферат дис. на соиск. степ. канд. техн. наук / Сибирский государственный индустриальный университет. Новокузнецк, 2001.
3. Островляничик В. Ю., Стексов А. М., Дорн Е. А., Конев А. М. Устройство защиты и контроля шахтной подъемной установки / Патент на изобретение RU 2114043 С1, 27.06.1998. Заявка № 96112608/03 от 25.06.1996.
4. Либерман Я. Л., Летнев К. Ю., Горбунова Л. Н. Автоматическая система управления конвейерными приводами // Горное оборудование и электромеханика. 2019. №2. С. 3-9.
5. Ostrovlyanchik V., Popolzin. I. Operational algorithm of logical control system for electric drive of a lifting installation based on a doubly-fed induction machine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. №865. 012008. 2020. 10.1088/1757-899X/865/1/012008.
6. Shidlovskii S. Logical control in automatic systems. Journal of Computer and Systems Sciences International. №45. P. 282-286. 2006. 10.1134/S1064230706020122.
7. Ramil Nezhmetdinov et al. An approach to the development of logical control systems for technological equipment in the concept of Industry 4.0. MATEC Web of Conferences 329, 03044. 2020 <https://doi.org/10.1051/mateconf/202032903044>
8. Абдулов Р. Р., Ковалев И. А., Нежметдинов Р. А., Червонова Н. Ю. Синтез систем удаленной диагностики и мониторинга работы станков с ЧПУ с применением Web-компонентов // Автоматизация в промышленности, №5. 2021. С.13-18. DOI: 10.25728/avtprom.2021.05.03
9. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А., Дьяченко К. И. Оценка производственного потенциала отечественных машиностроительных предприятий для реализации программы импортозамещения в угольной отрасли // Уголь. 2021. № 1 (1138). С. 34-42.
10. Лебедева П. О. Государственная политика импортозамещения — стимулирующий инструмент

развития реального сектора экономики Российской Федерации // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2019. № 5-1 (119). С. 171-175.

11. Ляховец М. В. О создании программного обеспечения нижнего уровня АСОДУ обогатительной фабрики // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве» AS'2011. Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2011. С. 206-209.

12. Myshlyayev L. P., Lyakhovets M. V., Venger K. G., Leontiev I. A., Makarov G. V., Salamatin A. S. Problems in modernization of automation systems at coal preparation plants, IOP Conference Series

Materials Science and Engineering. 2018. 354. 1. 012008. DOI:10.1088/1757-899X/354/1/012008

13. Макаров Г. В. [и др.] Типовые автоматизированные технологические комплексы как элементы промышленных производств // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк. 2016. С. 201-202.

14. Саламатин А. С. [и др.] Типовые решения по автоматизации технологических объектов на примере углеобогатительных фабрик // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Новокузнецк. 2018. №4. С. 331-334.

© 2022 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Ляховец Михаил Васильевич, Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42), кандидат техн. наук, доцент

Саламатин Александр Сергеевич, ассистент, Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

Кубарев Василий Анатольевич, Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42), кандидат техн. наук, доцент, kubarev.sibsiu@list.ru

Модзелевский Дмитрий Евгеньевич, Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42), кандидат техн. наук, доцент

Галлямова Ольга Радиковна, соискатель, Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Россия, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42),

Заявленный вклад авторов:

Ляховец Михаил Васильевич — постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; концептуализация исследования; выводы.

Кубарев Василий Анатольевич — обзор соответствующей литературы; написание текста, сбор и анализ данных.

Саламатин Александр Сергеевич — обзор соответствующей литературы; написание текста, сбор и анализ данных.

Модзелевский Дмитрий Евгеньевич — сбор и анализ данных.

Галлямова Ольга Радиковна — сбор и анализ данных; написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Mikhail V. Lyahovets, Alexander S. Salamatin, Vasilii A. Kubarev, Dmitriy E. Modzelevskiy, Olga R. Gallyamova

Siberian State Industrial University

*E-mail: kubarev.sibsiu@list.ru

TYPING OF SOFTWARE MODULES IN THE DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEMS FOR PRODUCTION EQUIPMENT



Article info

Received:

21 March 2021

Accepted for publication:

15 July 2022

Accepted:

04 August 2022

Keywords: control system, electric drive, programmable controller, software.

Abstract.

The article is devoted to the typing of software modules in the development of control systems for production equipment.

The urgency of the discussed issue. When developing automation systems based on programmable logic controllers, regardless of the type of production, it is necessary to create software for the logic control systems of each unit included in the technological chain. At the same time, the control processes for such units are often similar, and their algorithms can be reduced to a common structure. Therefore, in order to reduce the development time of automation systems for large objects, it is advisable to standardize the software modules of such systems in a certain way.

The main aim of the study. Development of a methodology for typing software modules of control systems for production equipment.

The methods used in the study. Theory of electric drive, theory of automatic control, theory of automata, theory of algorithms was used.

The results. A method for typing software modules of production equipment control systems is proposed, which makes it possible to change the structure and functionality of the automation and protection system by highlighting typical modules for controlling technological units, which leads to a reduction in labour costs and the number of errors in software development.

For citation: Lyahovets M.V., Salamatin A.S., Kubarev V.A., Modzelevskiy D.E., Gallyamova O.R. Typing of software modules in the development of control systems for production equipment. *Mining Equipment and Electromechanics*, 2022; 4(162):54-61 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2022-4-54-61

REFERENCES

1. Ostrovlyanchik V.Yu. Automatic DC electric drive for mining and metallurgical production. 2002; 383 p.

2. Lemeshevsky D.S. Development and research of the control machine of the electric drive of the technological complex "Podyom": Abstract of the thesis. for the competition step. cand. tech. Sciences. 2001.

3. Ostrovlyanchik V.Yu., Steksov A.M., Dorn E.A., Konev A.M. Device for protection and control of mine hoisting installation. Patent for invention RU 2114043 C1, 06/27/1998. Application No. 96112608/03 dated 06/25/1996.

4. Lieberman Ya.L. Automatic control system for conveyor drives. *Mining equipment and electromechanics*. 2019; 2: 3-9.

5 Ostrovlyanchik V., Popolzin I. Operational algorithm of logical control system for electric drive of a lifting installation based on a doubly-fed induction machine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 865: 012008. DOI: 10.1088/1757-899X/865/1/012008.

6. Shidlovskii S. Logical control in automatic systems. *Journal of Computer and Systems Sciences In-*

ternational. 2006; 45: 282-286. DOI: 10.1134/S1064230706020122.

7. Ramil Nezhmetdinov et al. An approach to the development of logical control systems for technological equipment in the concept of Industry 4.0. *MATEC Web of Conferences*. 2020; 329(03044) <https://doi.org/10.1051/mateconf/202032903044>

8. Abdulov R.R., Kovalev I.A., Nezhmetdinov R.A., Chervonnova N.Yu. Synthesis of systems for remote diagnostics and monitoring of CNC machine tools using Web components. *Automation in industry*. 2021; 5: 13-18. DOI: 10.25728/avtprom.2021.05.03

9. Plakitkina L.S. et al. Assessment of the production potential of domestic machine-building enterprises for the implementation of the import substitution program in the coal industry. *Coal*. 2021; 1(1138): 34-42.

10. Lebedeva P.O. State policy of import substitution as a stimulating tool for the development of the real sector of the economy of the Russian Federation. *Proceedings of the St. Petersburg State University of Economics*. 2019; 5-1(119): 171-175.

11. Lyakhovets M.V. On the creation of software for the lower level of the ASODU of the enrichment

plant. *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Automation Systems in Education, Science and Production" AS'2011*. 2011. Pp. 206-209.

12. Myshlyaev L.P. et al. Problems in modernization of automation systems at coal preparation plants. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*. 2018. 354(1): 012008. DOI:10.1088/1757-899X/354/1/012008

13. Makarov G.V. et al. Typical automated technological complexes as elements of industrial production.

Science and youth: problems, searches, solutions. *Proceedings of the All-Russian scientific conference of students, graduate students and young scientists*. 2016. Pp. 201-202.

14. Salamatin A.S. et al. (2018) Standard solutions for the automation of technological objects on the example of coal processing plants. Science-intensive technologies for the development and use of mineral resources, 4 - pp. 331-334.

© 2022 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The author declare no conflict of interest.

About the author:

Mikhail V. Lyahovets, Siberian State Industrial University (654007, Russia, Novokuznetsk, 42 Kirova Street), C. Sc. in Engineering, Associate Professor,

Alexander S. Salamatin, Assistant, Siberian State Industrial University (654007, Russia, Novokuznetsk, 42 Kirova Street)

Vasily A. Kubarev, Siberian State Industrial University (654007, Russia, Novokuznetsk, 42 Kirova Street), C. Sc. in Engineering, Associate Professor,

Dmitriy E. Modzelevskiy, Siberian State Industrial University (654007, Russia, Novokuznetsk, 42 Kirova Street), C. Sc. in Engineering, Associate Professor,

Olga R. Gallyamova, Postgraduate, Siberian State Industrial University (654007, Russia, Novokuznetsk, 42 Kirova Street)

Contribution of the authors:

Mikhail V. Lyahovets — research problem statement; scientific management; conceptualization of research; drawing the conclusions.

Vasily A. Kubarev — relevant literature review; writing text, data collection and analysis.

Alexander S. Salamatin — relevant literature review; writing text, data collection and analysis.

Dmitriy E. Modzelevskiy — data collection and analysis.

Olga R. Gallyamova — data collection and analysis; writing text

Author have read and approved the final manuscript.

