

Юго-Западный государственный университет, Россия
Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева
Донской государственный технический университет, Россия
Севастопольский государственный университет, Россия
Бухарский инженерно-технологический институт, Узбекистан
Бухарский филиал Ташкентского института инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства, Узбекистан

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Сборник научных статей
12-й Международной
научно-практической конференции
30 декабря 2022 года

Ответственный редактор *Разумов М.С.*

Курск 2022

УДК 621+658+685

ББК Ж.я431(0)

C58 МТО-68

Председатель организационного комитета - Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование», ЮЗГУ, г. Курск.

Члены оргкомитета:

Разумов М.С., к.т.н., доцент, Юго-Западный государственный университет, Россия;
Зубкова О.С., к.т.н., доцент Юго-Западный государственный университет, Россия;
Малыхин В.В., к.т.н., доцент, Юго-Западный государственный университет, Россия;
Горохов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент, ЗАО «Университетская книга», Россия;
Егоров Максим Сергеевич, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Инженерная и компьютерная графика», Донской государственный технический университет
Егорова Римма Викторовна, к.т.н., доцент, Донской государственный технический университет
Утаев Собир Ачилович, доцент, д.ф.т.н. (PhD), кафедра Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Каршинский государственный университет (Узбекистан).
Тохириён Бонсиджони, д.т.н., профессор кафедры управления качеством и экспертизы товаров и услуг Уральский государственный экономический университет
Walery Okulicz-Kozaryn, doktor hab., MBA, profesor Instytutu Administracji, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, Polska;
Агеев Евгений Викторович, д.т.н., профессор кафедры ТМиТ, Юго-Западный государственный университет, Россия;
Латыпов Рашид Абдулхакович, д.т.н., профессор, Московский политехнический университет, Москва;
Яцуи Елена Ивановна, к.т.н., доцент кафедры Машиностроительных технологий и оборудования, Юго-Западный государственный университет, Россия;
Фроленкова Лариса Юрьевна, зав. кафедрой машиностроения, д.т.н., доцент, Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ: сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции (30 декабря 2022 года)/ редкол.: Разумов М.С. (отв. ред.); Юго-Зап. гос. ун-т.; Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2022. – 439 с.

ISBN 978-5-907679-62-7

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области техники, машиностроения, механики, материаловедения.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР, специалистов в области машиностроения и материаловедения, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

ISBN 978-5-907679-62-7

УДК 621+658+685

ББК Ж.я431(0)

© Юго-Западный государственный
университет, 2022
© Авторы статей, 2022

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ	МТО-68	5
<i>Исмагилов В.В., Гайнутдинов Р.Р.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ АНТЕННЫХ СИСТЕМ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ФЮЗЕЛЯЖЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА		164
<i>Ишанов А.Р., Гайнутдинов Р.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА НА КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ В КРЫЛЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА		168
<i>Каднов Ю.П., Насад Т.Г.</i> КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ		172
<i>Казанцев М.Е., Попов А.С., Макаров Г.В.</i> СОЗДАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ СКВОЗНОЙ ТИПИЗАЦИИ		175
<i>Калуцкий Е.С., Серебровский В.И., Серникова О.С.</i> АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ПОКРЫТИЙ		183
<i>Кончин В.А., Серникова О.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ СПЕЧЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ СПЛАВА Т30К4		186
<i>Кончин В.А.</i> ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ТИТАНО-КОБАЛЬТОВОГО СПЛАВА Т30К4, СПЕЧЕННОГО ИЗ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ВОДЕ ДИСТИЛИРОВАННОЙ		189
<i>Кончин В.А., Серникова О.С., Кучерявенко Е.С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО РАЗМЕРА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ПОРОШКА ТИТАНО-КАРБИДОВОЙ ГРУППЫ, ПОЛУЧЕННОГО В ВОДЕ ДИСТИЛИРОВАННОЙ		193
<i>Коровин М.А., Сазонов Е.В., Грашков С.А.</i> СОДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОРОШКОВ		197
<i>Кравченко Л.А., Соскова В.В., Лизунов М.И.</i> ОСОБЕННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК МЕЛКИХ ПАРТИЙ ГРУЗОВ (НА ПРИМЕРЕ ТЭК «ДОНЮГ»)		202
<i>Кривошекова В.А., Левин А.В., Власова Н.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ТЕРМИНАЛЬНО-СКЛАДСКОМ КОМПЛЕКСЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА		205
<i>Крылач А.И., Першина И.Е., Каимов Е.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ПРИЁМООТПРАВОЧНЫХ ПУТЯХ ЗА СЧЁТ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАЦИЙ В ПУНКТАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ		209
<i>Кудрявцев С.В., Тарапанов А.С.</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОВЕРХНОСТИ РАЗВЕРТКИ С НАНОПОКРЫТИЯМИ		213
<i>Кузин П.А., Биктулов Д.Ю., Божанов А.А.</i> К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА		216
<i>Кукушкина В.А., Мартынова А.В., Бордюгова Ю.А.</i> ТЕХНОЛОГИЯ КАСЛИНСКОГО ХУДОЖЕСТВЕННОГО ЛИТЬЯ		220
<i>Кучерявенко Е.С., Мамонова Л.Г.</i> АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ		224
<i>Ландышев Д.В., Чермошеницев С.Ф.</i> ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ К-СРЕДНИХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЛАЗКОВОЙ ДИАГРАММЫ		227
<i>Логинов А.И.</i> О ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ		232
<i>Логинов А.И.</i> О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ		235

6 30 декабря 2022 года	сборник научных статей 12-й Международной конференции	
<i>Логинов А.И.</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ		238
<i>Максименко О.О., Сёмина Е.С., Милониди П.В.</i> АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ СОСТАВ И СТРУКТУРА ВЫБРОСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ И СПОСОБОВ ПОНИЖЕНИЯ ИХ ТОКСИЧНОСТИ		240
<i>Максименко О.О., Сёмина Е.С., Милониди П.В.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ «ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО» ДИЗЕДЯ		244
<i>Мартынова А.В., Кукушкина В.А., Бордюгова Ю.А.</i> АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ «PRIMA POWER»		250
<i>Мингалев И.С., Львович И.Я.</i> О ПРОБЛЕМАХ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ		252
<i>Мосолов П.П.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫНКА ПРЕДЛОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССА «МИКРОВЭН-ПИКАП»		256
<i>Нестеров Д.С., Львович Э.М.</i> О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ		260
<i>Нестеров Д.С., Львович Э.М.</i> О ПРОБЛЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ		263
<i>Никишкина А.Б., Булычев В.В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛУБИНЫ УПРОЧНЕНИЯ КОВКОГО ЧУГУНА ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ		267
<i>Олещицкий А.В.</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОВОЛОЧНО-ДУГОВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА (WAAM)		270
<i>Олещицкий А.В.</i> ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫМИ СЛОЯМИ (CLFDM)		275
<i>Павлов Е.В., Шумеева А.А.</i> АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПЛАСТИКОВЫХ ОКОН ООО «КВАДРООКНА» В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА		281
<i>Пашиакинскас А.И., Воронов А.А.</i> НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ВНУТРИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА		285
<i>Пашиакинскас А.И., Воронов А.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ		288
<i>Першина И.Е., Крылач А.И., Оленцевич В.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОСТИ ВОКАЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗА СЧЕТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕДУРЫ ХРАНЕНИЯ РУЧНОЙ КЛАДИ		291
<i>Петренко А.А., Серебровский В.И.</i> К ВОПРОСУ О ВОССТАНОВЛЕНИИ ИЗНОШЕННЫХ ОТВАЛОВ ПЛУГОВ		295
<i>Питолин М.В.</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ		299
<i>Питолин М.В.</i> ОБ ПРАКТИЧЕСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ		302
<i>Питолин М.В.</i> О ПРОБЛЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ		305
<i>Подколзин П.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУЗОВЫХ МОТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ		308

гревом основной мартенситной структуры до температуры ниже критических точек.

Качество и состояние поверхностного слоя после КПЭЭО имеет большое значения при изготовлении формообразующих деталей пресс-форм, штампов и другой формующей оснастки. Состояние зоны поверхностного влияния оказывает влияние на качество полировки и ресурс оснастки, ввиду изменение структуры и возможного наличия внутренних напряжений. Поэтому изучение зависимостей технологических параметров КПЭЭО и состояния зоны термического влияния является перспективной областью исследований с целью управления качеством поверхности.

Список литературы

1. Абляз, Т.Р. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов: учеб. пособие / Т.Р. Абляз, А.М. Ханов, О.Г. Хурматуллин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 с.
2. Кабалдин, Ю. Г. Повышение устойчивости процесса электроэрозионной обработки и качества обработанной поверхности на основе подходов искусственного интеллекта / Ю.Г. Кабалдин, М.Ю. Сариллов, С. В. Биленко. – Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2007. – 191 с.
3. ГОСТ 25331-82. Обработка электроэрозионная. Термины и определения.

Kadnov Yury Pavlovich, post-graduate student

Nasad Tatyana Gennadiyevna, Doctor of Technical Sciences, Professor

Saratov State Technical University Yu.A.Gagarina, Saratov, Russia

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE THERMAL ZONE DURING EDM.

The article discusses the state of the surface layer of the workpiece after the coordinate-piercing EDM. Particular attention is paid to the heat-affected zone, its size, structure and parameters affecting the state of this zone.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ СКВОЗНОЙ ТИПИЗАЦИИ

Казанцев Максим Евгеньевич, студент

(e-mail: maksim-kazancev-2000@mail.ru)

Попов Андрей Сергеевич, студент,

(e-mail: android_2001@list.ru)

Макаров Георгий Валентинович, к.т.н., доцент

(e-mail: gmakarov@nicsu.ru)

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк, Россия

В статье рассматривается применение подхода сквозной типизации при создании систем автоматизации управления, отмечаются основные проблемы при разработке рабочей документации с типовым содержанием и предлагается метод их решения. Приведен пример разработки на основе подобия и типовых решений как документации для проектирования шкафов, так и написания прикладного программного обеспечения для программируемых логических контроллеров.

Ключевые слова: автоматизация, сквозная типизация, теория подобия, ПЛК.

Проект автоматизированной системы управления в соответствии с ГОСТ 34.201-89 [1] включает в себя большой перечень документов, необходимость разработки которых определяется техническим заданием. Само содержание документов в некоторых случаях можно считать типовым, таких, как схема разводки электропитания, принципиальная схема установки модулей контроллеров, сборка шкафа – они зависят, по большому счету, от объема проекта, который определяется перечнем оборудования и составом вход/выходных сигналов.

Для повышения эффективности создания систем автоматизации управления целесообразно развивать подход сквозной типизации, охватывающей технологические, конструкторские, информационные и программные решения. Это позволит не только сократить время на разработку, но и снизить число ошибок за счет применения проверенных и отлаженных совместимых между собой блоков и решений. Однако, в каждой системе присутствует неопределенность, которая не позволяет ограничиться исключительно типовыми решениями, для чего в данной работе предлагается использовать коэффициент неопределенности кН.

Одним из основных документов для системы автоматизации является конструкторская документация на нестандартные изделия – общие виды шкафов управления. Шкафы управления контроллеров являются сложными нестандартными изделиями и как в конструкторской, так и в рабочей документации, требуют разработки общих видов шкафов. Целью проектирования шкафа управления является оптимальное наполнение его оборудованием для обеспечения возможности принятия всех требуемых сигналов от технологического объекта. Для достижения цели необходимо решить 2 задачи. Первая – размещение оборудования, необходимого для питания внутренних и внешних цепей. Принятые решения должны максимально совпадать во всех шкафах управления проекта для унификации. Вторая – размещение минимально необходимого количества модулей контроллеров и клеммных (релейных) кроссовых соединений (кроссов) под требуемое количество сигналов. Вторая задача связана с оптимизацией ресурсов, исходя из ограничений на свободное пространство в шкафу, количество каналов в модулях контроллеров, количество модулей в корзине ввода/вывода и др.

Наряду с общими видами разрабатываются такие документы, как схемы принципиальные, схемы подключения внешних проводок, чертежи установки технических средств, спецификации оборудования. При внесении изменений в проект, появляется необходимость учета изменений в каждом документе. Учитывая тот факт, что во время проектирования изменения могут вноситься несколько раз, появляется необходимость автоматизации процесса формирования рабочей документации для сокращения времени разработки и уменьшения возможности появления ошибок.

Данная проблема может быть решена путем использования типовых блоков и связей между ними при разработке общих видов, схем принципиальных, схем подключения внешних проводок, чертежей установки технических средств, и

применением автоматизированного процесса формирования таблиц при составлении спецификаций оборудования.

Для разработки шкафа управления предоставляются исходные данные, в виде количества сигналов.

Сигналы подразделяются по следующим типам:

- входные, которые подразделяются на входные дискретные (DI) и входные аналоговые (AI),
- выходные, которые подразделяются на выходные дискретные (DO) и выходные аналоговые (AO).

В проекте определено использование шкафов со следующими типовыми размерами:

- шкаф 1 – ширина 800мм, глубина 600мм, высота 2000мм;
- шкаф 2 – ширина 1000мм, глубина 600мм, высота 2000мм;
- шкаф 3 – ширина 1200мм, глубина 600мм, высота 2200мм.

Необходимо рассчитать количество сигналов с учетом коэффициента запаса и коэффициента неопределенности. Эти коэффициенты варьируются в зависимости от проекта и требований заказчика. Было решено использовать коэффициент запаса 0,2 и коэффициент неопределенности 0,2. Для расчета количества сигналов используется программное обеспечение MS EXCEL, по следующей формуле:

$$\vec{X}_p = \vec{X} + k_3 \vec{X} + k_n \vec{X}, \quad (1)$$

где $\vec{X}$ – вектор количества сигналов, $\vec{X} = \{x_{DI}, x_{DO}, x_{AI}, x_{AO}\}$, x_{DI} – количество входных дискретных сигналов, x_{DO} – количество выходных дискретных сигналов, x_{AI} – количество входных аналоговых сигналов, x_{AO} – количество выходных аналоговых сигналов, $\vec{X}_p$ – вектор расчетного количества сигналов k_3 – коэффициент запаса, k_n – коэффициент неопределенности.

$$\vec{Y} = \{L_{DI}, L_{DO}, L_{AI}, L_{AO}\}; L \in [0, 1, \dots, L_n], \quad (2)$$

$$\begin{aligned} X_{DI} &= L_{DI} * \Delta X_{DI}; L_{DI} = \frac{X_{DI}}{\Delta X_{DI}}, \\ X_{DO} &= L_{DO} * \Delta X_{DO}; L_{DO} = \frac{X_{DO}}{\Delta X_{DO}}, \\ X_{AI} &= L_{AI} * \Delta X_{AI}; L_{AI} = \frac{X_{AI}}{\Delta X_{AI}}, \\ X_{AO} &= L_{AO} * \Delta X_{AO}; L_{AO} = \frac{X_{AO}}{\Delta X_{AO}}, \end{aligned}$$

где $\vec{Y}$ – вектор количества модулей ПЛК, L_{DI} – количество модулей входных дискретных сигналов, L_{DO} – количество модулей выходных дискретных сигналов, L_{AI} – количество модулей входных аналоговых сигналов, L_{AO} – количество модулей выходных аналоговых сигналов, ΔX_{DI} – количество каналов входного дискретного модуля, ΔX_{DO} – количество каналов выходного дискретного модуля, ΔX_{AI} – количество каналов входного аналогового модуля, ΔX_{AO} – количество каналов выходного аналогового модуля.

Исходное и расчетное количество сигналов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Количество сигналов

	Исходное количество				Расчетное количество			
	Входные		Выходные		Входные		Выходные	
	DI	AI	DO	AO	DI	AI	DO	AO
Помещение ТП-1	108	10	28	8	152	14	40	12
Помещение ТП-2	359	42	97	13	503	59	136	19
ТП-2 (вентиляция)	216	24	72	0	303	34	101	0
Помещение ТП-3	531	61	147	18	744	86	206	26
Помещение ТП-4	239	28	73	3	335	40	103	5
Помещение ТП-5	15	3	3	0	21	5	5	0
КИПиА	152	33	0	0	213	47	0	0
Старый корпус	244	0	168	0	342	0	236	0
ИТОГ	1864	201	588	42	2613	285	827	62

В рассмотренном случае используются модули дискретного ввода DI на 16 каналов, модули дискретного вывода DO на 16 каналов, модули аналогового ввода AI на 8 каналов и модули аналогового вывода AO на 4 канала.

Так как предложенные шкафы имеют разную ширину, то в них будет использоваться разное количество вертикальных линеек, необходимых для расположения на них кроссов. Плюс ко всему само количество сигналов для каждого из помещений может иметь разное соотношение. Поэтому, используя программное обеспечение Autodesk AutoCAD, был произведен эксперимент с максимальной заполняемостью каждого шкафа.

Так, например, в шкафу, шириной 800 миллиметров, при соотношении сигналов 1:4 на одной линейке можно разместить 8 кроссов для 128 входных дискретных сигналов и 2 кросса для 32 выходных дискретных сигнала.

Чтобы определить количество шкафов, делим общее количество сигналов на то количество, которое помещается на одной линейке. Зная количество заполненных линеек, можно определить количество необходимых шкафов.

В ходе проектировки были согласованы корректировки в количестве сигналов. Чтобы определить количество модулей, необходимо разделить количество сигналов на количество сигналов одного модуля. Результат вычислений представлен в таблице 2.

Пример шкафа с расчетным заполнением представлен на рисунке 1. В верхней части шкафа расположена «корзина», которая связана с модулем CPU по протоколу PROFINET и имеет модули дискретных и аналоговых сигналов. Ниже вертикально расположены кабельные кроссы, которые выполняют роль гальванической развязки между проводами, идущими с «поля» и проводами, ведущими в модули. Также пространство шкафа заполняется кабель-каналами для аккуратной укладки проводов.

Таблица 2 – Количество модулей

Помещения	DI	AI	DO	AO
Помещение ТП-1	16	5	4	5
Помещение ТП-2	40	11	10	8
ТП-2(вентиляция)	24	8	6	0
Помещение ТП-3	60	14	18	10
Помещение ТП-4	32	8	8	5
Помещение ТП-5	8	4	2	0
КИПиА	24	10	0	0
Старый корпус	24	0	24	0

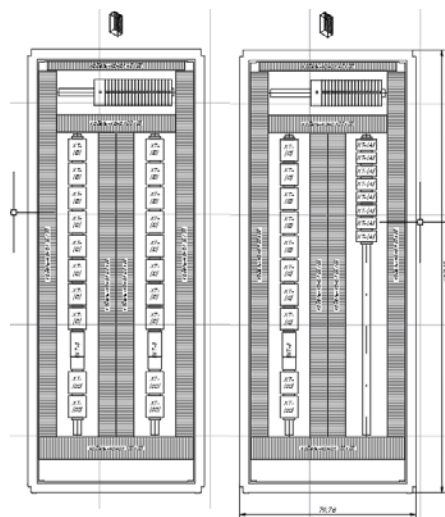


Рисунок 1 – Конфигурация шкафов управления вентиляцией ТП-2

Так как в разных проектах часто используются одни и те же контроллеры, целесообразна разработка типовых решений по компоновке оборудования в шкафу управления, в зависимости от используемого контроллерного оборудования, и использование готовых типовых решений в новых проектах.

Разработка типовых решений возможна при использовании таких программных средств, как Autodesk AutoCAD и Microsoft Excel. AutoCAD поддерживает работу с динамическими блоками, использование которых позволяет создавать сложные графические объекты [2]. Таким образом, формируется графический блок, который содержит в себе множество готовых вариантов компоновки оборудования, и с помощью функции выбора происходит выбор нужного решения для конкретной задачи.

Дальнейшая типизация подразумевает создание типовых решений управления агрегатами на основе принятых сигналов с помощью ПЛК. Разработка программ осуществляется на стандартизированных МЭК языках и почти все современные ПЛК имеют возможность реализации структур данных и функциональных блоков.

Для выбора подходящих под типизацию агрегатов был рассмотрен ряд углеобогащительных фабрик [3,4]. Все они имеют схожую технологическую структуру и набор используемых агрегатов: насосы, конвейеры, вентиляторы, грохоты, дробилки, питатели, пробоотбиратели, проборазделочные машины, шиберные и поворотные задвижки. В зависимости от исполнения эти агрегаты бывают с устройством защиты двигателя, устройством плавного пуска или частотным преобразователем.

На основании принципиальных электрических схем 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. Задвижки без позиционера.
7. Задвижки с позиционером.

Вся основная документация разрабатывается в таких программных средствах как Autodesk AutoCAD и Microsoft Excel.

В качестве базового ПО был выбран CX-One – единая среда программирования для программируемых логических контроллеров (ПЛК) фирмы Omron. Данное ПО отличается возможностью использовать блоки данных, состоящие из данных одного типа (массивы данных) или различных типов (структуры данных)[5].

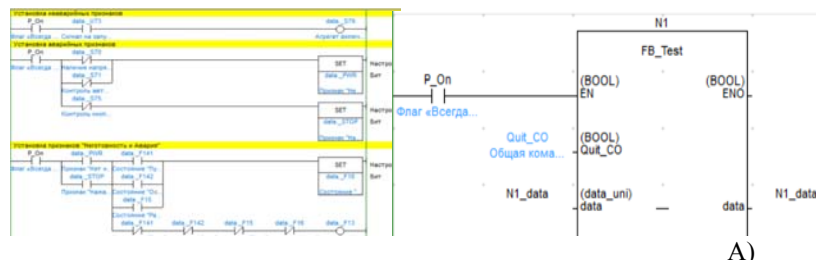
Для каждой из этих групп разработаны типовые информационные таблицы, структурных данных на основе которых создаются типовые функциональные блоки алгоритмов управления локальными агрегатами [6]. Эти блоки служат основой типовых программных модулей.

Пример структуры данных, общей для разных видов задвижек без позиционера, состоящей из входных и выходных сигналов, команд признаков, представлен на рисунке 2.

data_uni		
*_S70	BOOL	Наличие напряжения в цепях уп...
*_S71	BOOL	Контроль автоматов
*_S75	BOOL	Контроль кнопки "Стоп"
*_S77	BOOL	Контроль кнопки "Пуск"
*_S79	BOOL	Агрегат включен
*_U73	BOOL	Сигнал на запуск
*_CO_On	BOOL	Команда на пуск
*_CO_Off	BOOL	Команда на стоп
*_STOP	BOOL	Признак "Нажата кнопка "Стоп"
*_ON	BOOL	Признак "Агрегат работает"
*_PWR	BOOL	Признак "Нет напряжения в схе...
*_F13	BOOL	Состояние "Неготовность"
*_F141	BOOL	Состояние "Пуск"
*_F142	BOOL	Состояние "Останов"
*_F15	BOOL	Состояние "Работа"
*_F16	BOOL	Состояние "Авария"

Рисунок 2 – Общая структура данных для вентиляторов, насосов и конвейеров

На основе структуры данных, представленной на рисунке 2, разработан общий функциональный блок, описывающий алгоритм управления агрегатами. Он представлен на рисунке 3 в реализованном и в общем виде.



А)

Рисунок 3 – Пример а) универсального функционального блока
б) применения функционального блока для управления агрегатом

Общий функциональный блок позволяет представить программу управления агрегатами в виде набора его экземпляров, входными и выходными переменными которых являются соответствующие экземпляры общей структуры данных.

Подводя итоги, типизация технологических процессов и агрегатов позволяет разрабатывать типовые решения по автоматизации технологических комплексов на всех этапах их создания и для каждого вида обеспечения, что значительно сокращает время на разработку математического обеспечения и уменьшает риск появления различного рода ошибок. Такой подход можно охарактеризовать как сквозную типизацию и применять при создании систем автоматизации как необходимый этап для реализации сквозного цифрового управления.

Список литературы

- ГОСТ 34.201-89. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
- Раскин М.В. Применение типовых решений при разработке рабочей документации / М.В. Раскин, А.С. Саламатин, Г.В. Макаров // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. –Новокузнецк. – 2016. – С. 43-45.

3 Автоматизация управления углеобогательными фабриками / Л.П. Мышляев, С.Ф. Киселев, А.А. Ивушкин и др. / СибГИУ. – Новокузнецк, 2003. – 304 с.

4 Система автоматизации управления обогатительной фабрикой ООО "Шахта №12" / М. В. Шипунов, В. В. Грачев, К. А. Ивушкин [и др.] // 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. – EDN AROFLL.

5 Саламатин А.С. Эффективность типизации программных модулей для управления технологическими агрегатами на примере углеобогательной фабрики / А.С. Саламатин, Л.П. Мышляев, Г.В. Макаров, М.В. Ляховец, В.С. Сергеев // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника: труды восьмой Всероссийской научно-практической конференции, 20-21 ноября 2018 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2018. – С. 78–84

6 Саламатин А.С. Типовые решения по автоматизации технологических объектов на примере углеобогательных фабрик / А.С. Саламатин, Г.В. Макаров, М.В. Ляховец, Л.П. Мышляев, М.В. Раскин // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. - Новокузнецк. - 2018. - №4 - С. 331-334.

Makarov Georgy Valentinovich, Cand.Tech.Sci, Associate Professor
(e-mail: gmakarov@nicsu.ru)

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Kazantsev Maxim Evgenyevich, student
(e-mail: maksim-kazancev-2000@mail.ru)

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Popov Andrey Sergeyevich, student
(e-mail: android_2001@list.ru)

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

CREATION OF AUTOMATION SYSTEMS USING SOLUTIONS BASED ON END-TO-END TYPING

Abstract. The article discusses the application of the end-to-end typing approach when creating control automation systems, notes the main problems in the development of working documentation with typical content, and proposes a method for solving them. An example of development on the basis of similarity and standard solutions of both documentation for designing cabinets and writing a program for programmable logic controllers is given.

Keywords: automation, end-to-end typing, similarity theory, PLC.

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Сборник научных статей
12-й Международной
научно-практической конференции

30 декабря 2022 года

Ответственный редактор *Разумов М.С.*

ISBN 978-5-907679-62-7



9 785907 679627 >

Подписано в печать 31.12.2022 г.
Формат 60x84 1/16, Бумага офисная
Уч.-изд. л. 26,6 Усл. печ. л. 24,1 Тираж 100 экз. Заказ № 1712

Отпечатано в типографии
Закрытое акционерное общество "Университетская книга"
305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12
ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.
Телефон +7-910-730-82-83