

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ

Дунаев Андрей Михайлович

Аспирант, Иркутский национальный исследовательский
технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83,
e-mail: west-ma@yandex.ru

Аннотация. В рамках настоящего исследования разработана структура системы диагностирования промышленных преобразователей частоты (ПЧ) с учётом дополнения существующего состава означенной системы новыми компонентами, наличие которых позволит обеспечить выявление неисправностей преобразователя в режиме реального времени. Автором данной статьи предложен подход к осуществлению программного считывания значений параметров ПЧ в режиме реального времени. Рассмотрена детализированная концепция, а также представлены результаты алгоритмизации и программной реализации процесса считывания.

Ключевые слова: промышленный преобразователь частоты; диагностирование в режиме реального времени; протокол обмена данными; телеграмма; управляющая программа; считывание значения параметра.

Цитирование: Дунаев А.М. Структура системы диагностирования преобразователей частоты // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2018. № 3 (11). С. 165–172. DOI:10.25729/2413-0133-2018-3-18

Введение. Применение энергосберегающих технологий с использованием электропривода [1, 2] предполагает разработку и внедрение новых методов и технологий автоматизированного управления и контроля, к которым можно отнести и технологии программного управления [3].

Основная цель настоящего исследования состоит в разработке специализированной процедуры [4] программного управления сложным электрооборудованием промышленного преобразователя частоты, которая позволит без применения дополнительного программного обеспечения получить в режиме реального времени значение такого параметра, как код неисправности диагностируемого устройства (в случае сохранения работоспособности подсистемой предупреждающей индикации ПЧ) [5].

1. Представление структуры системы. Разработанная автором исследования система диагностирования промышленных преобразователей частоты включает в себя аппаратные и программные компоненты, необходимые для осуществления процесса технического диагностирования различных неисправностей электрооборудования ПЧ – как специфических (характерных для преобразователей конкретных моделей и диагностируемых по своим кодам) [5–7], так и общих (характерных для всех представителей класса промышленных ПЧ и диагностируемых по функциональной схеме) [5, 8].

Вышеизложенная диагностическая система может быть описана структурой, представленной на рисунке 1.

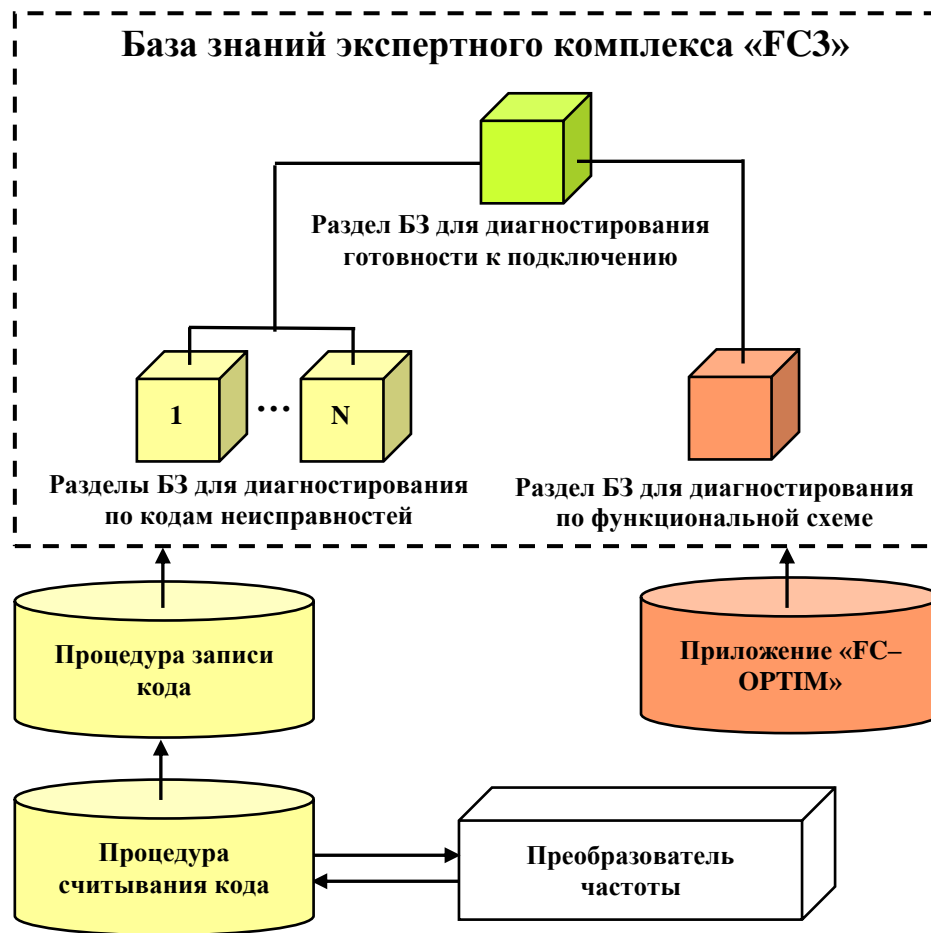


Рис. 1. Структура системы диагностирования ПЧ

База знаний (БЗ) экспертного комплекса (ЭК) «FC3» [5] реализована в системе моделирования правдоподобных рассуждений на основе логик с векторной семантикой «Гераклит 2.X» [9]. Приложение «FC-ОПТИМ» [8], осуществляющее синтез конфигурации оптимального логического алгоритма диагностирования ПЧ по функциональной схеме, разработано средствами интегрированной среды программирования «Delphi 7».

2. Виды программного управления. В качестве основных видов программного управления электрооборудованием в режиме реального времени следует выделить такие специфические процессы, как программное конфигурирование и программное считывание.

Первая из означенных разновидностей управления предполагает сложную процедуру изменения значений конфигурируемых параметров оборудования, а также связанного с означенными изменениями мониторинга функционирования технического устройства при модифицированных настройках параметров [3].

Вторая разновидность программного управления характеризуется производением отчётного извлечения действующего значения параметра электрооборудования без его модификации.

Таким образом, методологически считывание является особым частным случаем конфигурирования, при котором модификация конфигурируемого параметра – как в абсолютном, так и в относительном представлении – составит нулевую величину.

3. Механизм телеграмм. В основе программного управления электрооборудованием преобразователя частоты лежит специальный протокол обмена данными «Danfoss» [6].

Последний регламентирует применение механизма особых структурных элементов данных – телеграмм [3].

Общий объём телеграммы составляет 22 байта. Телеграмма, адресуемая персональным компьютером преобразователю частоты, называется «прямой», а идущая от ПЧ к ПК – «ответной». В «прямой» телеграмме указывается мера изменения параметров ПЧ, в то время как «ответная» телеграмма содержит изменённые значения и слово состояния преобразователя.

Побайтная структура телеграммы представлена в таблице 1.

Таблица 1. Побайтная структура телеграммы

№	Назначение байта		Детализация назначения
1	Стартовый		
2	Адрес преобразователя		Личный номер ПЧ в сети [10]
3			
4	Вариант структуры телеграммы		Приоритетное управляющее слово для определения типа телеграммы
5	Управляющие слова		
6			
7			
8			
9	Номер управляемого параметра		Идентификатор параметра во внутренней системе ПЧ
10			
11			
12			
13	Мера изменения параметра	Знак	Определяет характер изменения (увеличение/уменьшение)
14		Десятичные разряды	Разряды целой и дробной части модуля меры
15			
16			
17			
18	Число разрядов после запятой	Размерность дробной части модуля меры	
19			
20	Контроль правильности записи		Младшая часть суммы десятичных эквивалентов символов в байтах 2–19
21			
22	Стоповый		

4. Структура подсистемы программного управления. Действующий прототип процедуры считывания создан средствами языка программирования высокого уровня «Basic» [4] и исполняется в приложении «Turbo Basic» на персональном компьютере (ПК), сообщаемся с ПЧ через преобразователь интерфейса «RS232/RS485». Обмен данными между ПК и ПЧ производится согласно протоколу обмена [6]. Описанная структура системы программного управления параметрами преобразователя проиллюстрирована рисунком 2.



Рис. 2. Структура системы программного управления параметром ПЧ

5. Алгоритм процедуры считывания. В качестве основных компонентов процедуры следует определить следующие этапы работы:

1. Открытие последовательного порта «COM1» как файла.
2. Направление «прямой» телеграммы с запросом на нулевое изменение параметра в микропроцессорный контроллер (МПК) преобразователя частоты.
3. Получение ответной телеграммы от ПЧ.
4. Настройка аппаратного таймера для установки времени работы ПЧ с изменённым значением параметра на участке цикла [2].
5. Исполнение цикла до истечения заданного времени задержки.
6. Останов ПЧ.

Блок-схема вышеизложенного алгоритма представлена на рисунке 3.

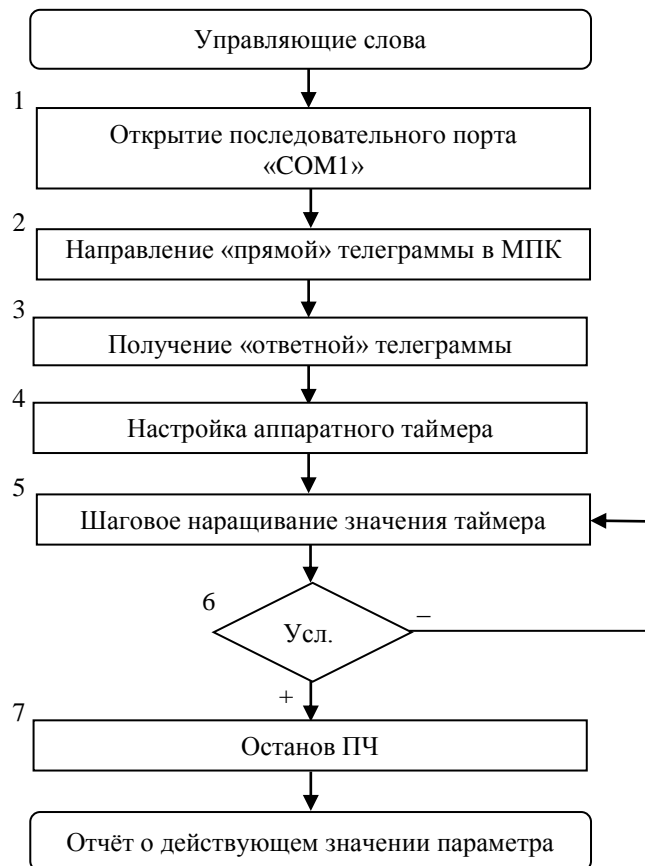


Рис. 3. Графическое представление алгоритма процедуры считывания

На рисунке 3 имеют место следующие обозначения: «Усл.1» – условие, в основе которого лежит фактическое истечение заданного времени задержки.

Дополненный детализированными авторскими комментариями [3, 6] фрагмент листинга кода управляющей программы для считывания значения параметра выглядит следующим образом:

```
-----  
// запись текста посылаемой телеграммы прохождением нижеизложенных этапов  
// присвоение телеграмме имени (X$)  
// 1-й байт: запись стартового байта (<)  
// 2-й и 3-й байты: запись номера ПЧ (01)  
// 4-й байт: запись управляющего слова (U) как «наказа» контроллеру прочитать содержимое  
телеграммы с 9-го по 12-й байт {т.е. номер изменяемого параметра 1602, см. также «Структура телеграммы»} и  
затем изменить значение этого параметра  
// 5-й – 8-й байты: запись управляющих слов и слов состояния (OGLK) для контроллера  
// 9-й – 12-й байты: запись номера изменяемого параметра {см. в комментарии к 4-му байту}  
// 13-й байт: запись знака (+) значения, на которое надо изменить  
// 14-й – 18-й байты: запись десятичных разрядов значения (00000) {т.е. просто 0}  
// 19-й байт: запись количества дробных разрядов нового значения после запятой (0) {т.к. значение  
будет целым}  
// 20-й и 21-й байты: запись младшей части контрольного результата (19)  
X$ = "<01UOGLK1602+00000019"  
  
// вывод записанной телеграммы в последовательный порт «COM1» и далее – в микропроцессорный  
контроллер ПЧ  
// важно: пробелы в строке кода только для ясности восприятия, в реальную программу нельзя  
PRINT #1, X$  
  
// приём ответной телеграммы (C$) от ПЧ в последовательный порт «COM1» и далее в контроллер ПК  
// важно: пробелы в строке кода только для ясности восприятия, в реальную программу нельзя  
C$ = INPUT$ (19, #1).  
-----
```

Вышеизложенный фрагмент листинга программного кода УП реализует ключевые этапы процесса, к которым относятся:

- синтез «прямой» телеграммы;
- направление «прямой» телеграммы микроконтроллеру промышленного преобразователя частоты;
- получение «ответной» телеграммы от микроконтроллера ПЧ.

Необходимо отметить, что подзадачей, в первую очередь подлежащей решению при дальнейшем развитии управляющей программы, является извлечение из текста «ответной» телеграммы искомого кода неисправности преобразователя с целью последующего направления его в систему моделирования правдоподобных рассуждений на основе логик с векторной семантикой «Гераклит 2.X» [10]. То есть, развитие УП предполагает минимальную доработку процедуры считывания и создание процедуры записи кода неисправности (см. рисунок 1).

Заключение. В статье описан подход к осуществлению программного считывания значения параметра промышленного преобразователя частоты в режиме реального времени.

Разработанная процедура, как часть управляющей программы, позволяет произвести считывание значения параметра, хранящего код неисправности ПЧ, без применения специализированного программного обеспечения. Планируется использование полученных результатов в ходе последующих этапов разработки системы диагностирования специфических неисправностей ПЧ [5] в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаев М.П. Экспертные системы для наладки электропривода. Иркутск. ИрГТУ. 2004. 138 с.
2. Осипов О.И., Усынин Ю.С. Техническая диагностика автоматизированных электроприводов. М.: Энергоатомиздат. 1991. 160 с.
3. Сартаков В.Д. Программное управление промышленными установками и промышленными комплексами. Методические указания для выполнения лабораторных работ. Иркутск: ИрГТУ. 2002. 8 с.
4. Кнут Д. Е. Искусство программирования для ЭВМ / Пер. с англ. – М. : Мир. 1978. 637 с.
5. Дунаев М.П., Дунаев А.М. Экспертный комплекс для наладки преобразователей частоты // Информационные и математические технологии в науке и управлении: материалы XX Байкальской Всероссийской конференции (г. Иркутск, 29 июня 2015 г.). Иркутск. 2015. Ч. III. С. 20–28.
6. Руководства по эксплуатации преобразователей частоты производства «Danfoss». Режим доступа: URL: www.danfoss.ru/drives (дата обращения: 30.04.2018).
7. Руководства по эксплуатации преобразователей частоты производства «Siemens». Режим доступа: URL: www.siemens.com/drives (дата обращения: 30.04.2018).
8. Дунаев А.М. Автоматизация синтеза оптимального алгоритма диагностирования преобразователей частоты // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2017. № 2. С. 143–151.
9. Свидетельство об официальной регистрации в Реестре программ для ЭВМ программы для ЭВМ «Гераклит 2.Х». № 2013616260 от 02.07.2013, Российская Федерация, Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент). Система моделирования правдоподобных рассуждений на основе логик с векторной семантикой / Л.В. Аршинский; заявитель и патентообладатель – Иркутский государственный университет путей сообщения.
10. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 5-е изд. М.: Питер. 2016. 992 с.

STRUCTURE OF THE DIAGNOSIS SYSTEM FOR FREQUENCY CONVERTERS

Andrey M. Dunaev

Graduate student, Irkutsk National Research Technical University (ISTU)

83, Lermontov Str., 664074, Irkutsk, Russia, e-mail: west-ma@yandex.ru

Abstract. As part of this study, the structure of the diagnostic system for industrial frequency converters (FC) has been developed, taking into account the addition of the existing composition of the system to the new components, the availability of which will make it possible to detect faults in the converter in real time. The author of this article proposes an approach to realizing the program reading of the values FC of the IF parameters in real time. A detailed concept has been considered and the results of algorithmization and software implementation of the reading process has been presented.

Keywords: industrial frequency converter; diagnosis in real time; data exchange protocol; telegram; the control program; reading the parameter value.

References

1. Dunaev M.P. Jekspertnyye sistemy dlja naladki jelektroprivoda [Expert systems for adjusting the electric drive]. Irkutsk. Izdatel'stvo IrGTU = IrSTU Publ. 2004. 138 p. (In Russian).
2. Osipov O.I., Usynin Ju.S. Tehnicheskaja diagnostika avtomatizirovannyh jelektroprivodov [Technical diagnostics of automated electric drives]. Moscow. Energoatomizdat = Energoatom Publ. 1991. 160 p. (In Russian).
3. Sartakov V.D. Programmnoe upravlenie promyshlennymi ustanovkami i promyshlennymi kompleksami [Software control of industrial installations and industrial complexes]. Metodicheskie ukazaniya dlya vypolneniya laboratornyh rabot [Methodical instructions for performing laboratory work]. Irkutsk. Izdatel'stvo IrGTU = IrSTU Publ. 2002. 8 p. (In Russian).
4. Knut D.E. Iskusstvo programmirovaniya dlya EHVM [The Art of Computer Programming]. Per. s angl. [Trans. from English]. Moscow. Izdatel'stvo Mir = World Publ. 1978. 637 p. (In Russian).
5. Dunaev M.P., Dunaev A.M. Jekspertnyj kompleks dlja naladki preobrazovatelej chastoty [Expert complex for adjustment of frequency converters] // Materialy XX Baikalskoi Vserossijskoj konferentsii "Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii" = Proceedings of XX Baikal All-Russian Conference "Information and mathematical technologies in science and management". Irkutsk. 2015. part. III. Pp. 20–28. (In Russian).
6. Rukovodstva po ehkspluatatsii preobrazovatelej chastoty proizvodstva «Danfoss» [Guidelines for the operation of frequency converters from Danfoss]. Available at: URL: www.danfoss.com/drives (accessed 30.04.2018).

7. Rukovodstva po ehkspluatacii preobrazovatelej chastoty proizvodstva « Siemens » [Guidelines for the operation of frequency converters from Siemens]. Available at: URL: www.siemens.com/drives (accessed 30.04.2018).
8. Dunaev A.M. Avtomatizaciya sinteza optimal'nogo algoritma diagnostirovaniya preobrazovatelej chastoty [Automation of synthesis of the optimal algorithm for diagnosing frequency converters] // Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii = Information and Mathematical Technologies in Science and Management. 2017. no. 2. Pp. 143–151. (In Russian).
9. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii v Reestre programm dlya EHVM programmy dlya EHVM «Geraklit 2.X». № 2013616260 ot 02.07.2013, Rossijskaya Federaciya, Federal'naya sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti (Rospatent). Sistema modelirovaniya pravdopodobnyh rassuzhdenij na osnove logik s vektornoj semantikoj / L.V. Arshinskij; zayavitel' i patentoobladatel' – Irkutskij gosudarstvennyj universitet putej soobshcheniya. [Certificate of official registration in the Register of Computer Programs for the computer program "Heraclit 2.X". No. 2013616260 of 02.07.2013, the Russian Federation, the Federal Service for Intellectual Property (Rospatent). A simulation system for plausible reasoning based on logics with vector semantics. Arshinsky; the applicant and the patent holder are the Irkutsk State University of Communications]. (In Russian).
10. Olifer V.G., Olifer N.A. Komp'yuternye seti. Principy, tehnologii, protokoly [Computer networks. Principles, technologies, protocols]. 5-e izd. [5th edition]. Moscow. Izdatel'skij dom Piter = Publishing House Piter. 2016. 992 p. (In Russian).