

*К. М. Чудотворова, А. В. Федоров*

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО АВТОМАТА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Аннотация.** Рассмотрены методика синтеза и структурная организация микропрограммного автомата, которые могут быть использованы для построения информационно-измерительных энергетических систем, специализированных высокоскоростных систем измерения параметров радиосигналов, характеристик интеллектуальных сенсорных функциональных преобразователей в автоматизированных системах противопожарной защиты (АСПЗ), а также блоков ввода-вывода со специализированными интерфейсами.

Разработка алгоритмов обработки информации от датчиков и оценки текущих параметров технологического процесса является одной из основных функций программирования цифровой автоматической системы противоаварийной защиты. С помощью этих алгоритмов принимаются решения о необходимости действий на предприятии для предотвращения возможной аварии. Для этого используются такие программные средства, как блоки обработки сигналов, управляющие программы и др.

**Ключевые слова:** модель, управление, Мили автомат, цифровой автомат, вершина графа, противоаварийная защита, технологическая установка, полимеризация.

**Для цитирования:** Чудотворова, К. М. Программирование цифрового автомата противоаварийной защиты для технологических установок нефтеперерабатывающего предприятия / К. М. Чудотворова, А. В. Федоров // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1. – С. 151–157. – DOI 10.46973/0201-727X\_2024\_1\_151.

### *Введение*

Автоматизация технологических процессов особенно значима и актуальна в современных условиях. По мере развития производственных технологий цифровые автоматы находят все большее применение в производственных процессах.

Цифровые автоматы широко распространены в промышленности. Они выполняют множество различных функций, включая регулирование систем, сбор и анализ данных, контроль параметров. Для обеспечения безопасности и управления процессом в технологии полимеризации в настоящее время часто используют цифровые автоматы.

Процесс полимеризации заключается в синтезе маленьких молекул (мономеров) в более крупные (полимеры). Согласно статистике, данный процесс является одним из опаснейших процессов обработки нефти по количеству аварий. Для того чтобы процесс полимеризации проходил безопасно, необходимо предусмотреть аварийную защиту. Цифровые автоматы могут оказаться весьма полезными в этой ситуации.

### *Основная часть*

Одним из примеров использования цифровых автоматов (ЦА) в технологическом процессе полимеризации является экспериментальный стенд, созданный в лаборатории. С помощью специализированных датчиков этот стенд позволяет отслеживать температуру, давление и концентрацию мономера. Цифровой автоматический контроллер получает сигналы от датчиков и при изменении одного или нескольких параметров начинает управлять процессом полимеризации.

Автоматический контроллер на стенде реагирует на любые нарушения, возникающие в процессе полимеризации. Чтобы снизить вероятность несчастного случая, DACS может немедленно остановить процесс, изолировать определенную часть оборудования или замедлить процесс полимеризации при возникновении проблемы.

Использование современных технологий в технических операциях можно увидеть на примере экспериментального стенда, управляемого цифровым автоматом. Будущие специалисты предприятий и учебных заведений могут учиться на примере демонстрируемого стенда.

Конечно, использование ЦА не является единственным вариантом обеспечения безопасности технологического процесса полимеризации. Но в связи с развитием современных технических процессов использование ЦА в настоящее время обеспечивает надежную, практичную и безопасную функцию управления производством.

Основой для разработки стенда послужил анализ известных диаграмм граф-схемы автомата (ГСА) для операций сложения, работы с порядками в системах с плавающей точкой, а также алгоритма приоритетных прерываний. В. Г. Кирий и С. И. Самарский показали [2], что даже для несложных микропрограмм с 20–25 микрооперациями и 6–8 логическими условиями эффект от перехода к предлагаемой в статье структурной организации микропрограммного автомата (МПА) приводит к снижению сложности на несколько раз.

Производство микроэлектронных больших интегральных комплексов для защиты от чрезвычайных ситуаций в значительной степени опирается на технологические процедуры статического и динамического контроля интегральных схем [1–4].

В уникальном процессоре дополнительно используются пять перепрограммируемых постоянных запоминающих устройств (ПЗУ), дешифратор, регистры, счетчики, блок принятия решений, блок индикации и другие компоненты. В нем также используется оригинальный метод формирования временных диаграмм (ВДФ) с электрической перестройкой для каждого типа ПЗУ (рис. 1, 2).

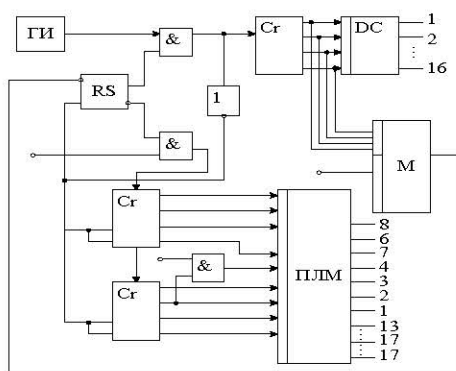


Рис. 1. Формирователь временного спецпроцессора диаграмм для контроля постоянного запоминающего устройства

В разработанной ГСА 12 логических условий, а значение  $M$  равно 6. Хотя при переходе непосредственно к новой структуре МПА выигрыш составляет  $L = 2048$  кВт, выделение циклических ветвей граф-схемы позволяет еще более упростить А-подсистему.

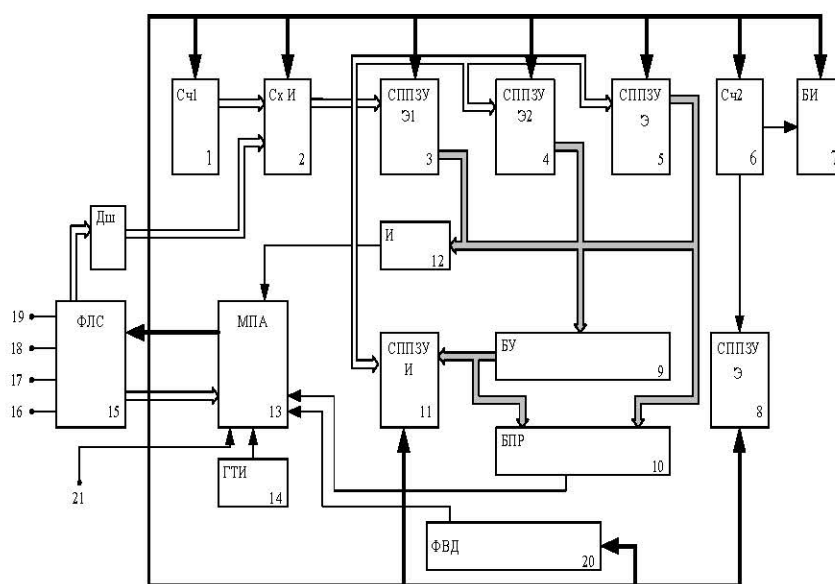


Рис. 2. Структурная схема контроля БИС ПЗУ





в результате эксперимента по определению точности обработки сигнала при 125 повторениях не было обнаружено ложных срабатываний и выдачи некорректных управляющих команд системой противоаварийной защиты технологической установки полимеризации.

Таким образом, экспериментально установлена достоверность и эффективность разработанных методов автоматизации синтеза, управления и диагностики противоаварийной защиты технических средств.



**Рис. 5. Основные компоненты демонстрационного стенда управляющего автомата противоаварийной защиты технологических установок**

### **Выводы**

В результате проведенного эксперимента на основе разработанного алгоритма граф-схемы можно предположить, что применение данной граф-схемы для программирования ЦА для системы противоаварийной защиты технологических процессов на нефтеперерабатывающих предприятиях будет эффективно. В свою очередь, это позволит повысить безопасность и надежность работы технологических установок нефтеперерабатывающего процесса, а также снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

### **Список литературы**

- 1 Моделирование автоматизированных интегрированных систем безопасности объектов / Н. Г. Топольский, А. В. Фирсов, А. Т. Рвачев [и др.] // Труды XV Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – 2007. – Т. 2. – С. 79–83. – ISBN 978-5-91450-241-3.
- 2 Применение систем поддержки принятия решений руководителями оперативных подразделений при тушении пожаров в

### **References**

- 1 Modeling of the automated integrated systems of object security / N. G. Topolsky, A. V. Firsov, A. T. Rvachev [et al.] // Proceedings of the XV International Conference «Problems of Safety Management of Complex Systems». – 2007. – Vol. – 2. – P. 79–83. – ISBN 978-5-91450-241-3.
- 2 Application of the decision support systems by the heads of the operational respiratory units

крупных городах / И. М. Тетерин, Н. Г. Топольский, В. М. Климовцов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2008. – № 4. – С. 20–26. – ISSN 2071-7342.

3 Разанов, М. Р. К вопросу анализа риска на объектах топливно-энергетического комплекса / М. Р. Разанов, Н. Г. Топольский // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – № 2. – С. 29–33. – ISSN 0869-7493.

4 К вопросу автоматизации информационной поддержки действий должностных лиц на пожаре / Е. А. Мешалкин, А. Г. Крылов, В. Т. Олейников [и др.] // Вестник АГТУ. – № 2. – 2013. – С. 144–151. – ISSN 2072-9502.

5 Членов, А. Н. Новые возможности управления противопожарной защитой объектов / А. Н. Членов // Пожары и чрезвычайные ситуации : предотвращение, ликвидация. – 2013. – № 3. – С. 48–53. – ISSN 2071-9116.

6 Sibbet, D. Visual Meetings / D. Sibbet // How Graphics, Sticky Notes & Idea Mapping Can Transform Group Productivity. – Москва : Альпина Паблишер, 2013. – 280 с. – ISBN 978-5-9614-4393-6.

7 Neural networks for computer-aided diagnosis in medicine / D. Lin, A. V. Vasilakos, Y. Tang // A review (2016). – Neurocomputing, 216. – P. 700–708.

8 Object detection based on HOG features : Faces and dual – eyes augmented reality / Youssef Hbali, Mohammed Sadgal, Abdelaziz El Fazziki // Computer and Information Technology (WCCIT) 2013 World Congress. – 2013. – P. 1–4.

9 ГОСТ 12.3.047–2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля : взамен ГОСТ Р 12.3.047-98 : введен 2012-12-27. – Москва : Стандартинформ, 2014.

10 Литвинцев, К. Ю. Расчетно-аналитический программный комплекс «Сигма ПБ» по моделированию развития пожара и эвакуации // Пожарная безопасность. – 2016. – № 4. – С. 51–59. – ISSN 2411-3778.

at fire extinguishing in the big cities / I. M. Teterin, N. G. Topolskiy, V. M. Klimovtsov [et al.] // Technosphere safety technologies. – 2008. – No. 4. – P. 20–26. – ISSN 2071-7342.

3 Razanov, M. R. To the question of the risk analysis at the objects of the fuel and energy complex / M. R. Razanov, N. G. Topolskiy // Pozharovzryvobezopasnost. – 2007. – No. 2. – P. 29–33. – ISSN 0869-7493.

4 On the issue of automation of information support for the actions of officials in a fire / E. A. Meshalkin, A. G. Krylov, V. T. Oleinikov [et al.] // Bulletin of ASTU. – No. 2. – 2013. – P. 144–151. – ISSN 2072-9502.

5 Chlenov, A. N. New possibilities of management of fire protection of objects / A. N. Chlenov // Fires and emergencies : prevention, elimination. – 2013. – No. 3. – P. 48–53. – ISSN 2071-9116.

6 Sibbet, D. Visual Meetings / D. Sibbet // How Graphics, Sticky Notes & Idea Mapping Can Transform Group Productivity. – Moscow : Alpina Publisher, 2013. – 280 p. – ISBN 978-5-9614-4393-6.

7 Neural networks for computer-aided diagnosis in medicine / D. Lin, A. V. Vasilakos, Y. Tang // A review (2016). – Neurocomputing, 216. – P. 700–708.

8 Object detection based on HOG features : Faces and dual – eyes augmented reality / Youssef Hbali, Mohammed Sadgal, Abdelaziz El Fazziki // Computer and Information Technology (WCCIT) 2013 World Congress. – 2013. – P. 1–4.

9 GOST 12.3.047–2012. Fire safety of technological processes. General requirements. Methods of control : Replaced by GOST R 12.3.047-98 : introduced 2012-12-27. – Moscow : Standardinform, 2014.

10 Litvintsev, K. Yu. Calculation and analytical software system «Sigma PB» for modeling the development of fire and evacuation // Fire safety. – 2016. – No. 4. – P. 51–59. – ISSN 2411-3778.

*K. M. Chudotvorova, A. V. Fedorov*

#### PROGRAMMING A DIGITAL EMERGENCY PROTECTION AUTOMATIC FOR OIL REFINING TECHNOLOGICAL INSTALLATIONS AT ENTERPRISES

**Abstract.** The paper presents a new synthesis technique and a new structural organization of the microprogramming automaton, which can be used not only in the construction of functional converters of intelligent sensors in ASPSS, in specialized interfaces and input-output blocks of the monitoring system with specialized interfaces. The development of algorithms for processing information from sensors and assessing the current parameters of the technological process is one

of the main functions of programming a digital automatic emergency protection system. With the help of these algorithms, decisions are made on the need for action at the enterprise to prevent a possible accident. For this purpose, software tools such as signal processing units, control programs are used.

**Keywords:** model, control, Mili automaton, digital automaton, graph top, emergency protection, technological installation, polymerization.

**For citation:** Chudotvorova, K. M. Programming a digital emergency protection automatic for oil refining technological installations at enterprises / K. M. Chudotvorova, A. V. Fedorov // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2024. – No. 1. – P. 151–157. – DOI 10.46973/0201-727X\_2024\_1\_151.

#### Сведения об авторах

##### **Чудотворова Ксения Михайловна**

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,  
кафедра «Электротехника автоматизированных систем и связи»,

аспирант,

e-mail: ksenifire@bk.ru

##### **Федоров Андрей Владимирович**

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,  
кафедра «Автоматика»,

доктор технических наук, профессор,

e-mail: ksenifire@bk.ru

#### Information about the authors

##### **Chudotvorova Ksenia Mikhailovna**

Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations in Russia,  
Chair «Electrical Engineering of Automated Systems and Communications»,

Postgraduate Student,

e-mail: ksenifire@bk.ru

##### **Fedorov Andrey Vladimirovich**

Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations in Russia,  
Chair «Automatic»,

Doctor of Engineering Sciences, Professor,

e-mail: ksenifire@bk.ru