

УДК 65.011.56

А.Ш. Зиануров¹, И.А. Вялых²¹ООО «Инфраструктура ТК», Пермь, Россия,²Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГРАДИРНИ УСТАНОВКИ БЛОКА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БОВ-6 ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМНЕФТЕОРГСИНТЕЗ»

На любых промышленных предприятиях существует вопрос охлаждения жидкостей, которые непосредственно используют в производстве или получают в результате работы других установок. Для решения этой проблемы существуют специальные воздушные охладители – промышленные градирни. В настоящее время градирни в основном применяются в системах оборотного водоснабжения для охлаждения теплообменных аппаратов.

В работе выполнен анализ текущего состояния АСУ ТП системы охлаждения оборотной воды на БОВ-6. По результатам анализа произведена модернизация действующей АСУТП. На основе ПЛК Allen-Bradley CompactLogix выполнены следующие задачи:

- разработаны алгоритмы автоматического пуска электродвигателей вентиляторов в градирне в зависимости от их наработки и температуры в коллекторе охлажденной воды КОВ-1;
- разработаны алгоритмы управления пневматическими отсекающими на трубопроводах подачи воды в каждую секцию градирни, с возможностью управления ими с мнемосхемы;
- разработаны алгоритмы управления электрозадвижками на трубопроводах подачи воды из секций в коллектор охлажденной воды, управление которыми осуществляется с мнемосхемы;
- разработан алгоритм регулирования двумя клапанами на линии подпитки с БХО и Камы с целью минимизации финансовых затрат на потребление воды;
- разработан интерфейс оператора для управления технологическим процессом на БОВ-6.

Разработанные алгоритмы проверены на контроллере Allen-Bradley CompactLogix 1769-L35E с эмуляцией объекта автоматизации. Алгоритмы, программы и мнемосхемы подготовлены к внедрению на реально действующем объекте БОВ-6 и позволят снизить нагрузку на оператора путем автоматизации части его функций, таких как поддержание температуры и уровня в КОВ-1, а также автоматического включения в работу секций градирни. При этом будет обеспечен равномерный износ динамического оборудования градирни.

Ключевые слова: градирня, регулирование, CompactLogix, алгоритм, мнемосхема.

A.Sh. Zianurov¹, I.A. Vyalykh²

¹LLC “Infrasrukтура TK”, Perm, Russian Federation

²Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

AUTOMATION OF THE COOLING TOWERS INSTALLATION OF WATER RECYCLING BOV-6 LLC “LUKOIL-PERMNEFTEORGSINTEZ”

There is a question of cooling liquids that are used in the production or obtained as a result of the work of other plants in any industrial enterprise. To solve this problem, there are special air coolers –cooling towers. Cooling towers are mainly used in water recycling systems for cooling heat exchangers at present.

The analysis of the current state of the PCS of the circulating water cooling system at BOV-6 is performed in this work. PCS has been modernized according to the results of the analysis. The following tasks performed with the help of PLC Allen-Brabley CompactLogix:

- algorithms of automatic start-up of fan electric motors in the cooling tower were developed depending on their operating time and on the temperature in the cooled water collector KOV-1;
- algorithms for controlling pneumatic cut-offs on the water supply pipelines to each section of the cooling tower were developed with the possibility of controlling them from the HMI screen;
- algorithms for controlling the electric valves on the water supply pipes from the sections to the chilled water collector were developed which are controlled from the mnemonic scheme;
- the algorithm of regulation of two valves on the feed line with the BHO and Kama was developed with the aim to minimize the financial costs of water consumption;
- HMI screen of process control of BOV-6 was developed.

The algorithm of automatic start-up and stop of cooling towers taking into account operating-out of the equipment, the algorithm of maintenance of level in the reservoir of the cooled water is developed and realized. The necessary HMI screen of process control of BOV-6 was developed. Algorithms, programs and mnemonic schemes are prepared for implementation at the actual operating facility BOV-6 and will reduce the load on the operator by automating some of its functions, such as maintaining the temperature and level in KOV-1, as well as automatically activating the sections of the cooling tower. At the same time, the dynamic equipment of the cooling tower will be evenly worn out.

Keywords: cooling tower, regulation, CompactLogix, algorithm, HMI screen.

Трехсекционная градирня БОВ-6 предназначена для охлаждения технологической циркуляционной воды на производстве ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез».

Цель работы градирни – обеспечение непрерывного охлаждения нагретой воды до заданной температуры. Характеристики градирни представлены в таблице.

Каждая секция градирни имеет расчетную производительность 3000 м³/ч, при температуре воды на входе 35 °С. Структурная схема процесса охлаждения воды на БОВ-6 представлена на рис. 1. Параметром контроля является температура охлажденной воды в коллекторе охлажденной воды (КОВ-1). Охлаждение нагретой воды производится в каждой секции градирни путём принудительного воздушного обдува [1, 5, 9, 19].

Характеристики градирни

Характеристика	Численное значение	Единицы измерения
Расчетный расход воды на градирню	3000	м ³ /ч
Температура воды на входе в градирню	+35	°С
Температура воды на выходе из градирни	+23,5	°С
Расчетная относительная влажность воздуха	50	%
Температура атмосферного воздуха	+27,0	°С
Температура воздуха на входе по влажному термометру	+20,0	°С
Барометрическое давление	99,0	кПа
Величины расчетных нагрузок:		
Ветровая нагрузка	0,30	кПа
Снеговая нагрузка	3,2	кПа
Сейсмичность	7	баллов

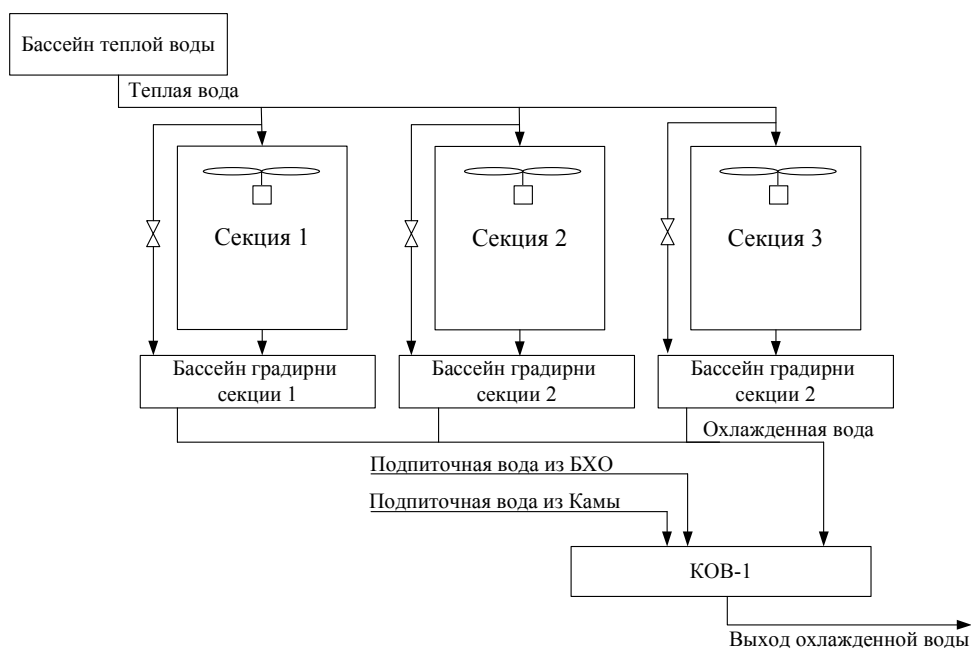


Рис. 1. Структурная схема процесса охлаждения воды на БОВ-6

На трубопроводах подачи воды в каждую секцию градирни и на байпасной линии установлены ручные задвижки, которые приходится оператору открывать или закрывать вручную. На трубопроводах подачи воды из секций в бассейн охлажденной воды установлены также ручные задвижки. Пуск вентиляторов градирни и поддержание темпе-

ратуры в КОВ-1 осуществляются в ручном режиме оператором путем изменения частоты вращения вентиляторов в секциях БОВ-6. При этом в зависимости от температуры в бассейне оператор вручную включает в работу необходимое количество секций.

Исходя из вышеизложенного, предложено следующее:

- разработать алгоритм автоматического пуска электродвигателей вентиляторов в градирне в зависимости от их наработки и температуры в коллекторе охлажденной воды КОВ-1;

- заменить ручные задвижки на трубопроводах подачи воды в каждую секцию на пневматические отсекатели для удаленного управления ими;

- заменить ручные задвижки на трубопроводах подачи воды из секций в коллектор охлажденной воды на электрозадвижки, управление которыми осуществляется с мнемосхемы;

- установить регулирующий клапан на линии подпитки с Камы с целью минимизировать финансовые затраты на потребление воды из реки Камы;

- разработать необходимые мнемосхемы для управления технологическим процессом БОВ-6.

Для решения задач задействована система управления непрерывными процессами RSLogix5000 на базе ПЛК Allen-Bradley CompactLogix1769-L35E производства компании Rockwell [2, 6, 10, 16, 18]. Были выбраны следующие модули ввода/вывода:

- модуль аналогового входа: 1769-IF16 (16 входов);
- модуль аналогового выхода: 1769-QF8C (8 выходов);
- модуль дискретного входа: 1769-IQ32 (32 входов);
- модуль дискретного выхода: 1769-QB32 (32 выходов).

ПЛК Allen-Bradley CompactLogix1769-L35E с выбранными модулями ввода/вывода представлен на рис. 2.



Рис. 2. ПЛК Allen-Bradley CompactLogix1769-L35E

В результате работы были достигнуты следующие результаты:

1. Разработан алгоритм автоматического пуска электродвигателей вентиляторов в градирне в зависимости от наработки и температуры в бассейне охлажденной воды КОВ-1. При необходимости охлаждения оборотной воды включается в работу секция с наименьшей наработкой, аналогично при выводе из работы выключается секция с наибольшей наработкой [3, 7, 8, 17]. Блок-схема расчета наработки электродвигателей вентиляторов секций градирни представлена в виде подпрограммы Narabotka на рис. 3 (звездочкой обозначены наработки вентиляторов). Фрагмент подпрограммы представлен на рис. 4.

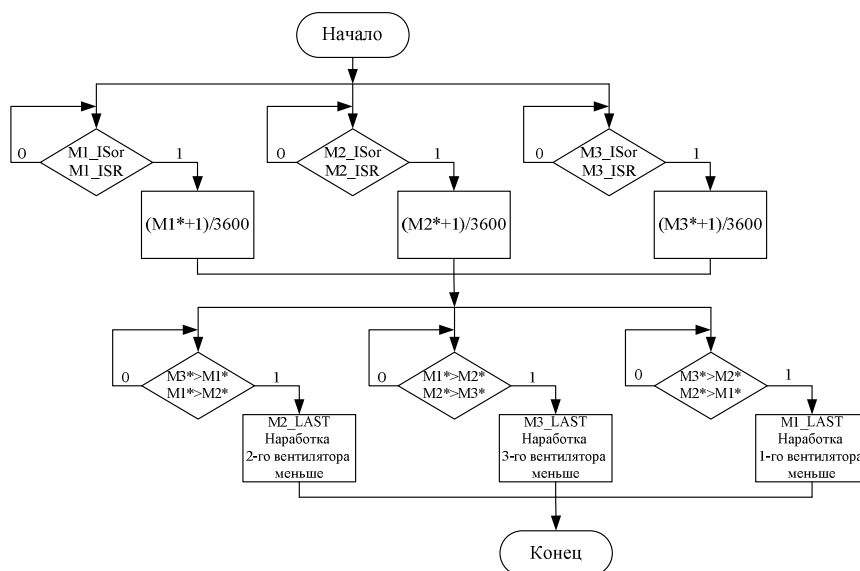


Рис. 3. Блок-схема подпрограммы Narabotka расчета наработки электродвигателей вентиляторов секций градирни

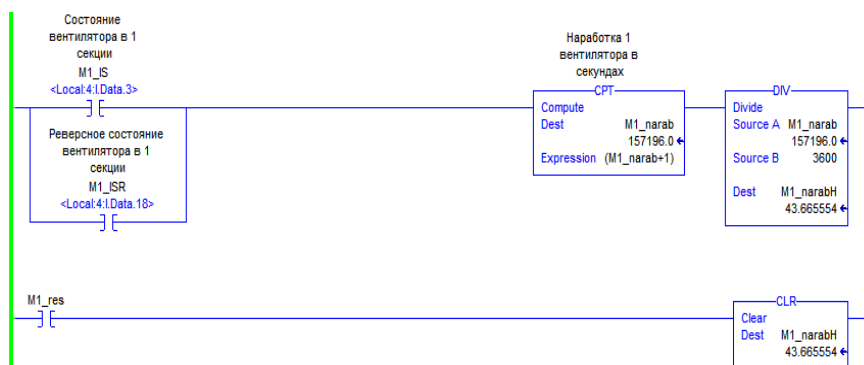


Рис. 4. Подпрограмма Narabotka расчета наработки электродвигателей вентиляторов секций градирни

Блок-схема автоматического пуска электродвигателей вентиляторов в зависимости от наработки и от температуры представлена в виде подпрограммы PUSK на рис. 5 (звездочкой обозначены наработки вентиляторов). Фрагмент подпрограммы представлен на рис. 6.

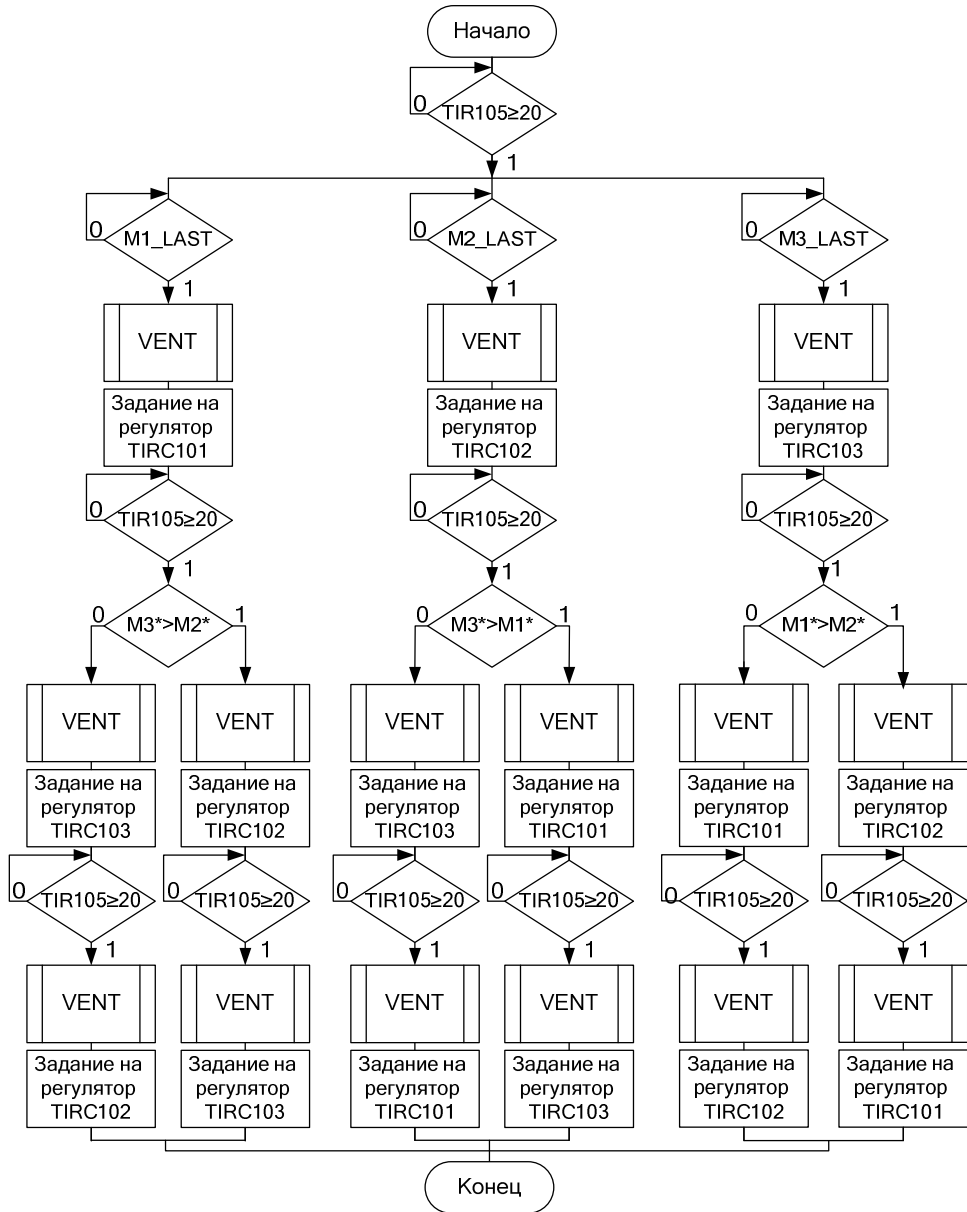


Рис. 5. Блок-схема подпрограммы PUSK автоматического пуска электродвигателей вентиляторов в зависимости от наработки и от температуры

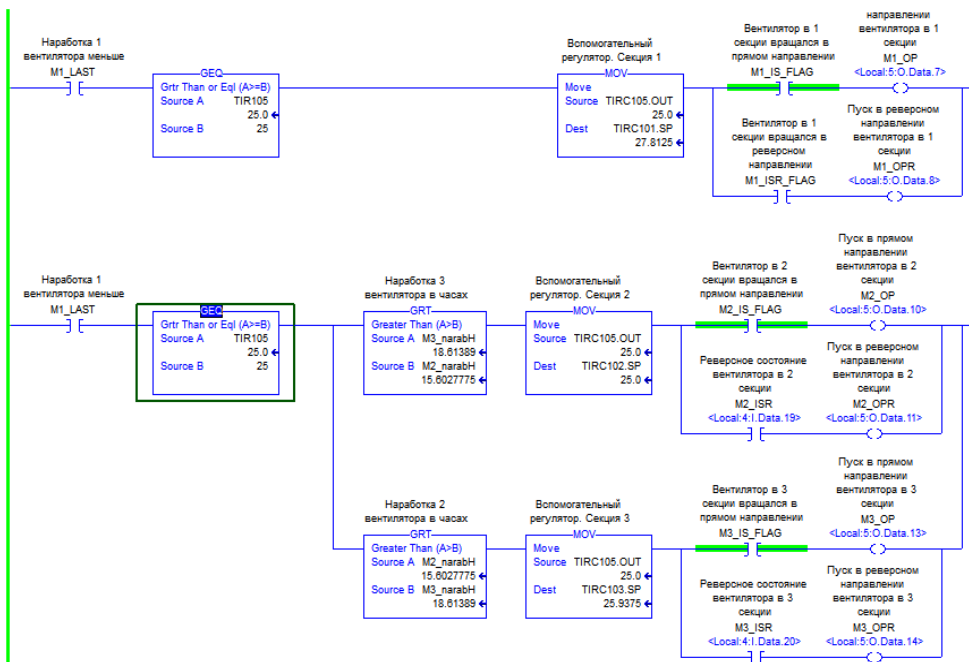


Рис. 6. Подпрограмма PUSK расчета наработки электродвигателей вентиляторов секций градирни

2. Разработан алгоритм поддержания уровня в КОВ-1 двумя клапанами [11, 14, 15, 20]. Регулирование уровня в резервуаре осуществляется клапаном на трубопроводе подпитки из БХО. При открытии клапана на линии из БХО на 100 % в работу включается клапан на линии питания из реки Камы. Фрагмент подпрограммы поддержания уровня в КОВ-1 двумя клапанами представлен на рис. 7.

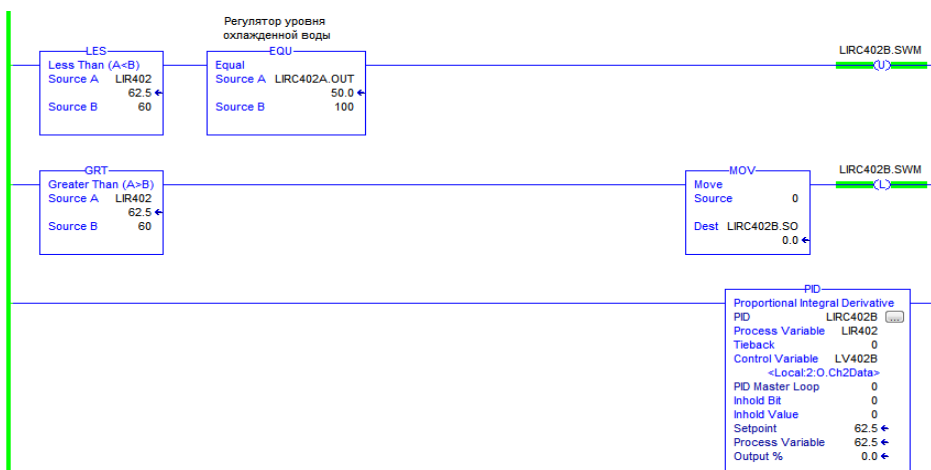


Рис. 7. Подпрограмма LEVEL поддержания уровня в КОВ-1 двумя клапанами

3. При помощи графического редактора FactoryTalkv.8.10 разработаны мнемосхема, графические тренды, шейпы, детальные панельки по аналоговым сигналам и электрооборудованию [4, 12, 13]. Мнемосхема для управления технологическим процессом БОВ-6 представлена на рис. 8.

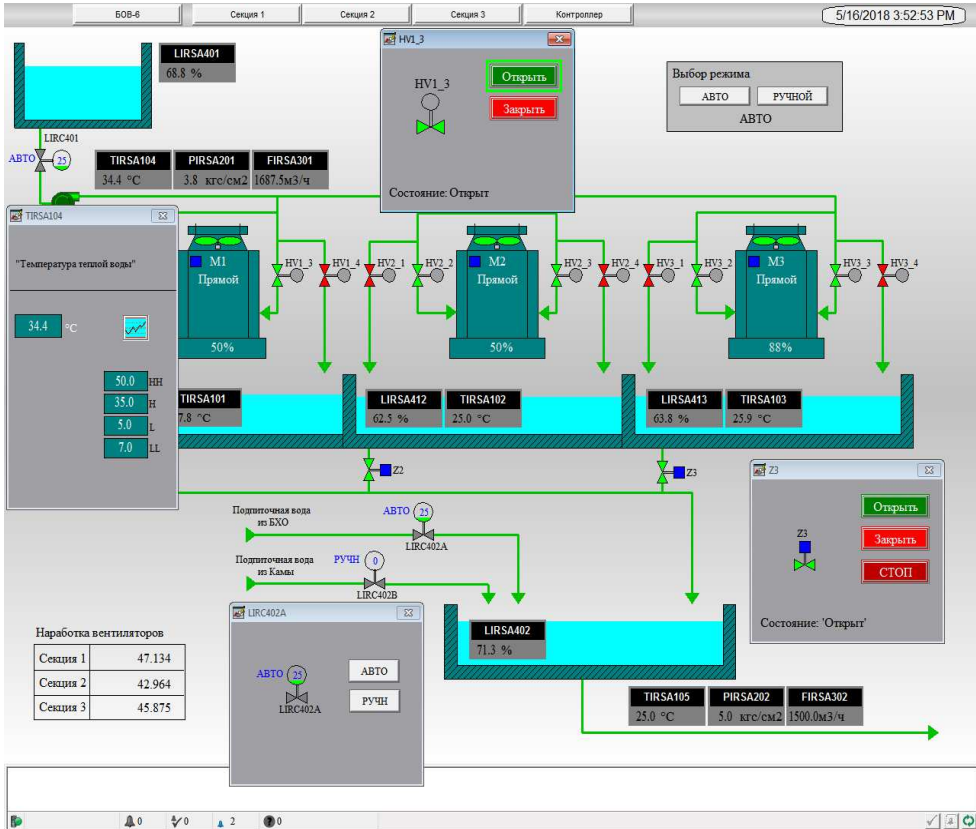


Рис. 8. Мнемосхема для управления технологическим процессом БОВ-6

Выводы. Разработанные алгоритмы проверены на контроллере Allen-Bradley CompactLogix1769-L35E с эмуляцией объекта автоматизации. Алгоритмы, программы и мнемосхемы подготовлены к внедрению на реально действующем объекте БОВ-6 и позволят снизить нагрузку на оператора путем автоматизации части его функций, таких как поддержание температуры и уровня в КОВ-1, а также автоматического включения в работу секций градирни. При этом будет обеспечен равномерный износ динамического оборудования градирни.

Библиографический список

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1995.
2. Руководство по выбору Compact Logix Editon. Rockwell Automation, 1999 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vdtua.com/_docs/Doc/PLC/CompactLogix/1769-SG001E-RU-P.pdf (дата обращения: 25.06.2018).
3. Основные инструкции программируемых контроллеров Allen-Bradley: справ. руководство, 1999 [Электронный ресурс]. – URL: https://literature.rockwellautomation.com/1785-um001_-ru-p.pdf (дата обращения: 25.06.2018).
4. Руководство пользователя Factory Talk View Site Editon. Rockwell Automation, 1999 [Электронный ресурс]. – URL: https://literature.rockwellautomation.com/viewse-um006_en-e.pdf (дата обращения: 25.06.2018).
5. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике. – М.: Изд-во МЭИ, 2007. – 352 с.
6. Руководство по применению RSLogix5000. Rockwell Software, 1999 [Электронный ресурс]. – URL: https://forte21.ru/fi/cat_rockkwell/_209_9399-RL5KGR-RU.pdf (дата обращения: 25.06.2018).
7. Микропроцессорные системы и средства. Подготовка и настройка контроллера Allen-BradleyLogix 5000: метод. указания / сост. З.Х. Ягубов, Ю.В. Лычаков, Л.К. Шадрина. – Ухта: Изд-во УГТУ, 2010. – 28 с.
8. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
9. Беспалов А.В., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами: учеб. – М.: Академкнига, 2007. – 690 с.
10. Жмакин А.П. Архитектура ЭВМ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 320 с.
11. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
12. Советов Б.Я. Моделирование системы. – М.: Высшая школа, 2003. – 343 с.
13. Ключев А.С. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 355 с.
14. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. – М.: Академия, 2005. – 352 с.

15. Втюрин В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Основы АСУТП: учеб. пособие для студ. спец. 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» (по отраслям). – СПб: Изд-во СПбГЛТА, 2006. – 152 с.

16. Руководство для ускоренной подготовки к работе семейством программируемых контроллеров RSLogix5000. Rockwell Automation, 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <http://lib.znate.ru/docs/index-193681.html> (дата обращения: 25.06.2018).

17. Общая методика для программируемых контроллеров RSLogix5000. Руководство по программированию, 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <http://samsebeplc.ru/Doc/AB/1756-pm0016.pdf> (дата обращения: 25.06.2018).

18. Официальная документация контроллеров Allen-Bradley, Rockwell Automation [Электронный ресурс]. – URL: <https://literature.rockwellautomation.com> (дата обращения: 25.06.2018).

19. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Харитонов Н.И. Системы управления химико-технологическими процессами. Иллюстративные материалы: учеб. пособие. – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 76 с.

20. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.

References

1. Dytnerskii Iu.I. Protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii [Processes and apparatus of chemical technology]. Moscow: Khimiia, 1995.

2. Rukovodstvo po vyboru Compact Logix [CompactLogix Selection Guide]. Rockwell Software, 1999, available at: http://www.vdt-ua.com/_docs/Doc/PLC/CompactLogix/1769-SG001E-RU-P.pdf (accessed 25 June 2018).

3. Osnovnye instruksii programmiruemykh kontrollerov Allen-Bradley: spravochnoe rukovodstvo [Basic instructions for programmable controllers Allen-Bradley. Referenceguide]. Rockwell Automation, 1999, available at: https://literature.rockwellautomation.com/1785-um001_ru-p.pdf (accessed 25 June 2018).

4. Rukovodstvo pol'zovatelia Factory Talk View Site Editon [User guide FactoryTalk View Site Editon]. Rockwell Automation, 1999, available at: https://literature.rockwellautomation.com/viewse-um006_en-e.pdf (accessed 25 June 2018).

5. Pletnev G.P. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv v teploenergetike [Automation of technological processes and productions in power system]. Moscow: Moskovskii ekonomicheskii institut, 2007. 352 p.

6. Rukovodstvo po primeneniiu RSLogix5000 [Guidance on the application of RSLogix5000]. Rockwell Software, 1999, available at: https://forte21.ru/fi/cat_rockwell/_209_9399-RL5KGR-RU.pdf (accessed 25 June 2018)

7. Iagubov Z.Kh., Lychakov Iu.V., Shadrina L.K. Mikroprotsessornye sistemy i sredstva. Podgotovka i nastroyka kontrollera Allen-BradleyLogix 5000: metodicheskie ukazaniia [Microprocessor systems and facilities. Preparing and configuring the Allen-Bradley RSLogix 5000 controller]. Ukhta: Ukhtinskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2010. 28 p.

8. Fedorov Iu.N. Spravochnik inzhenera po ASUTP: Proektirovanie i razrabotka [The reference book of the engineer on the ASUTP: Design and development]. Moscow: Infra-Inzheneriia, 2008. 928 p.

9. Bepalov A.V., Kharitonov N.I. Sistemy upravleniia khimiko-tekhnologicheskimi protsessami [Control systems of chemical-technological processes]. Moscow: Akademkniga, 2007. 690 p.

10. Zhmakin A.P. Arkhitektura EVM [Computer architecture]. Saint Petersburg: BKhV-Peterburg, 2006. 320 p.

11. Kafarov V.V., Meshalkin V.P. Analiz i sintez khimiko-tekhnologicheskikh sistem [Analysis and synthesis of chemical-technological systems]. Moscow: Khimiia, 1991. 432 p.

12. Sovetov B.Ia. Modelirovanie sistemy [Modeling the system]. Moscow: Vysshaia shkola, 2003. 343 p.

13. Kliuev A.S. Naladka sredstv avtomatizatsii i avtomaticheskikh sistem regulirovaniia [Commissioning of automation and control systems]. Moscow: Energoatomizdat, 1989. 355 p.

14. Shishmarev V.Iu. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov [Automation of technological processes]. Moscow: Akademiia, 2005. 352 p.

15. Ztiurin V.A. Avtomatizirovannye sistemy upravleniia tekhnologicheskimi protsessami. Osnovy ASUTP: uchebnoe posobie dlia studentov spetsial'nosti 220301 "Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv" po otrasliam [Automated process control systems. Fundamentals of Automated Process Control Systems: textbook for students of the specialty 220301 Automation of technological processes and production" (by industry)]. Saint Petersburg: Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi lesotekhnicheskii universitet imeni S.M. Kirova, 2006. 152 p.

16. Rukovodstvo dlia uskorennoi podgotovki k rabote semeistvom programmiruemykh kontrollerov RSLogix 5000 [Guide for accelerated training to work with family of programmable controllers RSLogix 5000]. Rockwell Automation, 2017, available at: <http://lib.znate.ru/docs/index-193681.html> (accessed 25 June 2018).

17. Obshaia metodika dlia programmiruemykh kontrollerov RSLogix 5000. Rukovodstvo po programmirovaniiu [A common methodology for programmable controllers RSLogix5000. Programming manual]. Rockwell Automation, available at: <http://samsebeplc.ru/Doc/AB/1756-pm0016.pdf> (accessed 25 June 2018).

18. Ofitsial'naia dokumentatsiia kontrollerov Allen-Bradley [Official documentation of Allen-Bradley controllers]. Rockwell Automation, available at: <https://literature.rockwellautomation.com> (accessed 25 June 2018).

19. Bespalov A.V., Grunskii V.N., Kharitonov N.I. Sistemy upravleniia khimiko-tekhnologicheskimi protsessami. Illiustrativnye materialy [Control systems for chemical-technological processes]. Moscow: Rossiiskii khimiko-tekhnologicheskii universitet imeni D.I. Mendeleeva, 2012. 76 p.

20. Rotach V.Ia. Teoriia avtomaticheskogo upravleniia teploenergeticheskimi protsessami: uchebnik dlia vuzov [Theory of automatic control]. Moscow: Energoatomizdat. 1985. 296 p.

Сведения об авторах

Зиануров Алмаз Шамильевич (Пермь, Россия) – инженер по АСУ ТП ООО «Инфраструктура ТК» (614016, Пермь, Глеба Успенского, 15а, e-mail: al.zia96@yandex.ru).

Вялых Илья Анатольевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: atp@pstu.ru).

About the authors

Zianurov Almaz Shamilyevich (Perm, Russian Federation) is an Engineer on APCS of LLC "Infrastructura TK" (614016, Perm, 15a, Gleba Uspenskogo str., e-mail: al.zia96@yandex.ru).

Vyalykh Ilya Anatolevich (Perm, Russian Federation) is a Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor Department of automation technological processes Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: atp@pstu.ru).

Получено 17.01.2019