

DOI: 10.15593/2224-9400/2017.4.06

УДК 62-533.65

А.И. Горошков, М.С. ОреховПермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА
ОХЛАЖДЕНИЯ ТОСОЛА УСТАНОВКИ ГАЗОТУРБИННОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Для функционирования промышленных и хозяйственных объектов, находящихся на значительном удалении от централизованных линий электропередачи, применяются электрогенерирующие установки.

Важным преимуществом газотурбинных электростанций является возможность одновременного использования двух видов энергии – электрической и тепловой. Причем количество тепла, отдаваемое потребителю, в два-три раза больше, чем количество вырабатываемого электричества.

Используя газотурбинные электростанции, можно создать автономные энергетические комплексы, которые способны разрешить одновременно несколько задач:

- 1. Обеспечить электроэнергией частные и промышленные объекты.*
- 2. Утилизировать побочный газ при нефтедобыче.*
- 3. Обогреть технические помещения и жилые корпуса побочным теплом.*

Все это позволяет в значительной мере снизить затраты на обеспечение предприятия, создать оптимальные условия для работы персонала и сконцентрировать материальные средства и капитал на расширении производства и решении других, более важных задач.

В связи с этим за объект автоматизации принят блок охлаждения тосола, который входит в состав дожимной контейнерной компрессионной станции (ДККС).

Так как тосол используется в качестве охлаждающего агента, а параметры технологического процесса охлаждения тосола зависят от температуры окружающей среды, то уровень этих параметров должен быть различным для зимнего и летнего периодов.

Следовательно, время переключения режимов должно быть минимальным, но в пределах необходимых ограничений и с целью сокращения возможных потерь есть необходимость рассмотреть возможность и целесообразность автоматизации процесса переключения режимов.

В ходе работы были достигнуты следующие результаты:

- 1. Разработан алгоритм переключения режимов охлаждения.*
- 2. Система была апробирована.*
- 3. Были устранены и минимизированы факторы, влияющие на качество управления процессом (время переключения режимов охлаждения).*

Ключевые слова: процесс охлаждения, ПЛУ, тосол, переключения режимов.

A.I. Goroshkov, M.S. Orekhov

Perm National Research Polytechnic University,
Perm, Russian Federation

THE DEVELOPMENT OF A PROCESS AUTOMATION SYSTEM COOLING UNIT ANTIFREEZE INSTALLATION OF A GAS TURBINE POWER PLANT

For the functioning of industrial and economic objects, located at a considerable distance from centralized power lines, are applied generating units.

An important advantage of gas turbine power plants is the possibility of simultaneous use of two types of energy – electrical and thermal. Moreover, the quantity of heat, given the consumer two to three times more than the amount of generated electricity.

Using gas turbine power plants, it is possible to create an Autonomous energy complexes, which are able to solve several problems at once:

- 1. To provide electricity for private and industrial objects.*
- 2. Disposal of by-gas of oil production.*
- 3. To heat technical facilities and residential housing side of the heat.*

All this allows to significantly reduce the cost of providing enterprises to create optimal conditions for work of the personnel and to concentrate material resources and capital to expand production and other, more important tasks.

In this regard, the automation object passed to the cooling unit antifreeze, which is part of the container booster compression station (DCCS).

Because antifreeze is used as a cooling agent, and the parameters of the technological process of cooling antifreeze depend on the ambient temperature, the level of these parameters should be different for winter and summer periods.

Therefore, the switch should be minimal, but within the required limits and to reduce potential losses there is a need to consider the possibility and feasibility of automating the process of transition regimes.

The result was as follows:

1. The algorithm of switching of modes of cooling;
2. The system was tested;
3. Have been eliminated and minimized factors that affect the quality control process (switching time cooling).

Keywords: the cooling process, PLC, antifreeze, switch modes.

На газотурбинной электростанции ГТЭС-28 Восточно-Перевального месторождения осуществляется подготовка попутного нефтяного газа.

За объект автоматизации принят блок охлаждения тосола, который входит в состав дожимной контейнерной компрессионной станции (ДККС) [1].

В состав ДККС входят:

- теплообменно-сепарационный блок высокого давления (ТСБвд),
- теплообменно-сепарационный блок низкого давления (ТСБнд),
- блок охлаждения тосола (БОТ).

Поскольку тосол используется в качестве охлаждающего агента, а параметры технологического процесса охлаждения тосола зависят от температуры окружающей среды, то значения этих параметров должны быть различны для зимнего и летнего периодов. Структурная схема блока охлаждения тосола представлена на рис. 1.

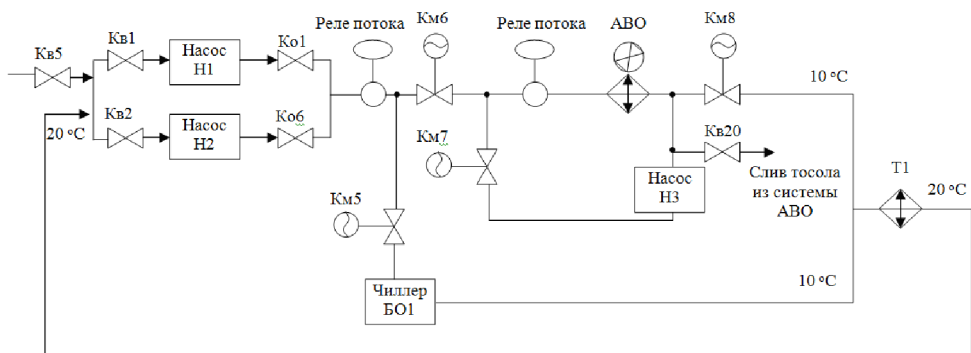


Рис. 1. Структурная схема БОТ

Процесс подготовки охлажденного тосола осуществляется в двух режимах, аппаратное оформление которых различное:

1. Летний режим охлаждения (нормальный режим) происходит в двух чиллерах: БО1 (основной) и БО2 (резервный). Чиллер – это холодильная система, предусматривающая режим естественного охлаж-

дения. В состав чиллера входят: теплообменник, изготовленный из медных труб; драйкуллер, имеющий 18 вентиляторов и оснащенный частотным преобразователем.

2. Зимний режим охлаждения (режим АВО) происходит в аппарате воздушного охлаждения тосола. Всего аппаратов АВО установлено два – основной и резервный. В состав АВО входят: биметаллические трубы; один вентилятор.

Процесс перехода режимов охлаждения тосола заключается в следующем.

Нормальный режим: горячий тосол с помощью насоса Н1 (основной) проходит по трубопроводу и отводит тепло за счет системы охлаждения жидкости (чиллер БО1 – основной). Чиллер работает в летний период до температуры окружающего воздуха не ниже минус 10 °С. Далее тосол поступает на теплообменник Т1 для охлаждения попутного нефтяного газа.

Режим с АВО: горячий тосол с помощью компрессора Н1 (основной) проходит по трубопроводу и отводит тепло за счет аппарата воздушного охлаждения. АВО запускается при температуре ниже минус 10 °С, чиллер в данный момент останавливается. Далее тосол поступает на теплообменник Т1 для охлаждения ПНГ.

Практически процесс переключения режимов осуществляется следующим образом: информация с датчика температуры воздуха поступает на панель оператору. Оператор включает необходимую, по его мнению, систему управления охлаждением тосола, т.е. время переключения зависит от реакции оператора. Продолжительность его реакции определяется множеством факторов, что увеличивает вероятность продолжительности функционирования системы в неоптимальном режиме [2–4]. В свою очередь неоптимальный режим приводит к дополнительным затратам энергии и материальных ресурсов (расход тосола, ПНГ или азота и т.п.).

Рассмотрим подробнее уровень автоматизации технологических параметров и автоматизированных функций управления [5]. Функции управления процессом охлаждения тосола представлены в табл. 1.

Как видим, функции контроля и регулирования не автоматизированы при переходе режимов охлаждения.

Таблица 1

Функции управления процессом охлаждения тосола

Технологические параметры процесса блока охлаждения тосола	Автоматизированные функции управления				
	Индикация	Регистрация	Контроль*	Регулирование*	Сигнализация
Параметры на входе в блок					
P (давление тосола)	+	+	+	+	+
T (температура тосола)	+	+	–	–	+
L (уровень тосола в ресивере)	+	+	+	+	+
Параметры на выходе из блока					
P (давление тосола)	+	+	+	+	+
T (температура тосола)	+	+	–	–	+
L (уровень тосола в ресивере)	+	+	+	+	+

* При достижении контрольной точки переключения режима охлаждения функции контроля и регулирования выполняются вручную.

Экспериментальная часть

Для решения данной цели задействована система управления непрерывными процессами SIMATIC PCS7 (Siemens) на программно-логическом управлении. Для программирования системы охлаждения были использованы следующие блоки: FC, OB, SFC на основании справочного руководства «Системные и стандартные функции S7–300 и S7–400» [6].

Блок OB используются для исполнения определенных разделов программы при циклическом или зависящем от времени исполнении программы.

Блок SFC служит для установки прерываний по времени. Чтобы запустить прерывание по времени, его необходимо вначале установить, а потом активировать.

В качестве языков программирования на основании справочного руководства «Контактный план (КОР) для S7–300 и S7–400» были задействованы:

- STL – это текстовый язык программирования. Его операторы очень похоже на язык ассемблера, за которыми следуют адреса (операнды).
- LAD – это графический язык, здесь в качестве команд используются коммутационная схема, которая очень похожа на электротехническую схему. Данный язык легко позволяет проследить идущий сигнал между токовыми шинами, входами, выходами и командами.

Для реализации управления [8, 9] системой предварительно было осуществлено лингвистическое описание и блок-схемы работы системы [10–12]. На рис. 2 представлена блок-схема главной программы ПЛУ.

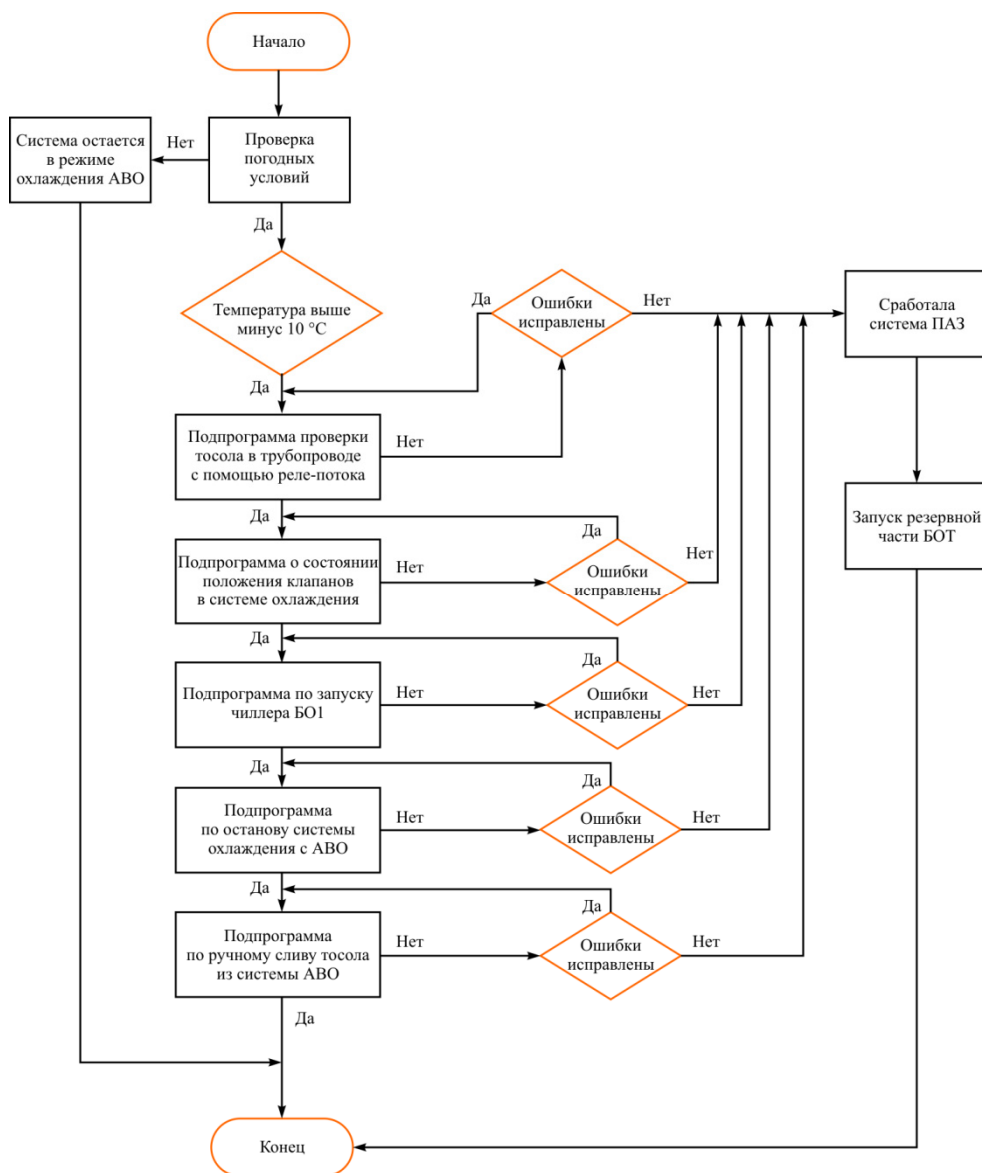


Рис. 2. Главная подпрограмма ПЛУ

Каждый блок подпрограмм, которые были реализованы в SIMATIC STEP 7 [13], были смоделированы в программе MatLAB + Simulink. По каждой подпрограмме были получены графические ре-

зультаты (рис. 3, 4) по пуску/останову насосов, систем охлаждения, а также по закрытию/открытию клапанов и задвижек.

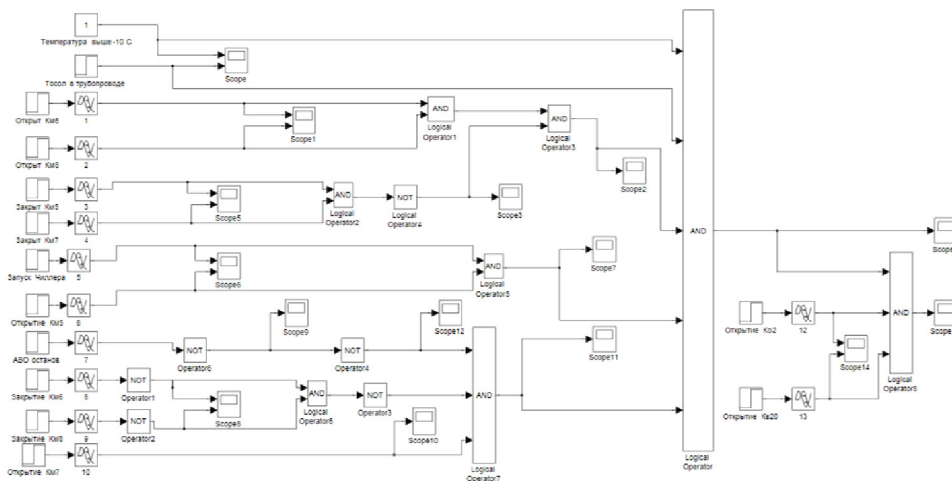


Рис. 3. Модель системы охлаждения в MatLAB + Simulink

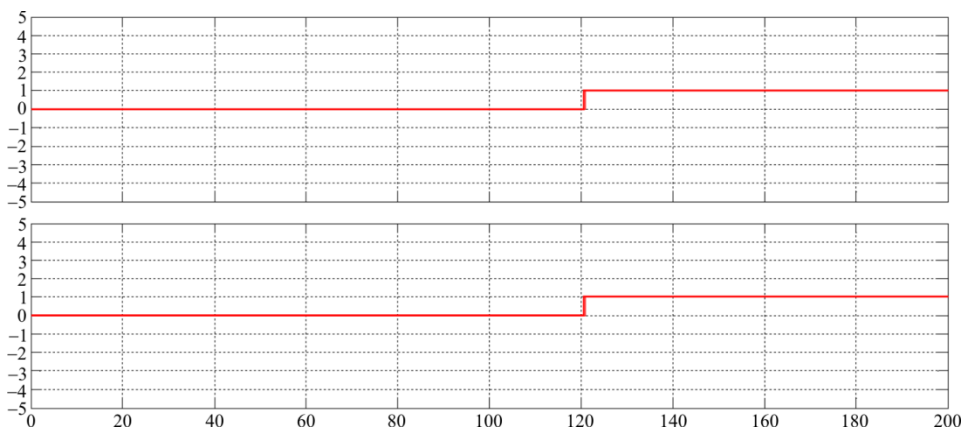


Рис. 4. Результат моделирования в MatLAB + Simulink

Для подтверждения смоделированной системы в программе MatLAB+Simulink была задействована кроссплатформенная графическая среда разработки приложений LabVIEW [13].

LabVIEW – это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G». Графический язык программирования «G», используемый в LabVIEW, основан на архитектуре потоков данных. Последовательность выполнения операторов в таких языках определяется не порядком их следования

ния, а наличием данных на входах этих операторов. Операторы, не связанные по данным, выполняются параллельно в произвольном порядке.

Результаты моделирования представлены на рис. 5.

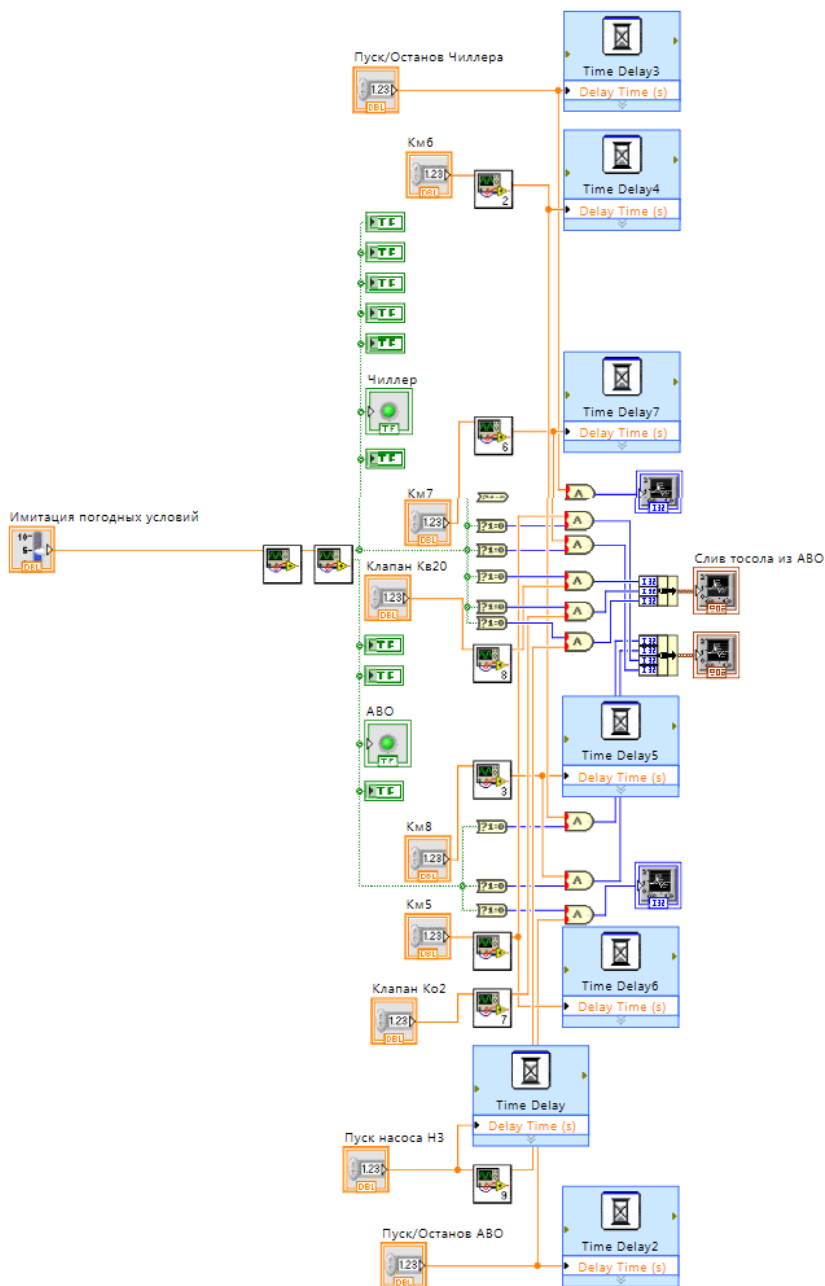


Рис. 5. Модель имитации системы переключения режимов охлаждения

Таким образом, в ходе работы были достигнуты следующие результаты:

1. Разработан алгоритм переключения режимов охлаждения.
2. Апробирована система управления переключением режимов работы установки охлаждения тосола.
3. Устранены и минимизированы факторы, влияющие на качество управления процессом (время переключения режимов охлаждения):
 - человеческий фактор – в системе происходит режим запаздывания, т.е. при переходе с летнего режима на зимний режим (или наоборот) система находится в неоптимальном состоянии, в течение времени реакции оператора (оператор даст разрешение на переключение режима);
 - погодные условия – вследствие непостоянства погодных условий в системе создаются внешние возмущения, которые влияют на процесс охлаждения тосола.

Результаты проведенной работы показывают, что предприятие заинтересовано во внедрении данной разработки.

Список литературы

1. Ицкович Э.Л. Проведение работ по автоматизации производства: метод объективного выбора системы автоматизации для конкретного технологического агрегата // Автоматизация в промышленности. – 2017. – № 9. – С. 5–10.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 400 с.
3. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. – 616 с.
4. Сташков С.И., Орехов М.С. Анализ и синтез одноконтурных систем автоматического регулирования технологических параметров. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 99 с.
5. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. – М.: ИНФРА – Инженерия, 2008. – 928 с.
6. Михайлин С.А. Производственные автоматизированные системы: Simatic PCS7 // Автоматизация в промышленности. – 2003. – № 10. – С. 3–7.
7. Бергер Г. Автоматизация с помощью программ STEP 7 LAD и FBD. – Изд. 2-е, перераб. – М., 2001. – 605 с.
8. Ключев А.С. Настройка средств автоматизации и автоматических систем регулирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 355 с.

9. Барласов Б.З., Ильин В.И. Наладка приборов и систем автоматизации. – М.: Высшая школа, 2012. – 351 с.
10. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике. – М.: Изд-во МЭИ, 2007. – 352 с.
11. Шидловский С.В. Автоматизация технологических процессов и производств. – Томск: НТЛ, 2005. – 100 с.
12. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. – М.: Академия, 2005. – 352 с.
13. Советов Б.Я. Моделирование системы. – М.: Высшая школа, 2003. – 343 с.

References

1. Itskovich E.L. Provedenie rabot po avtomatizatsii proizvodstva: metod ob"ektivnogo vybora sistemy avtomatizatsii dlia konkretnogo tekhnologicheskogo agregata [The works on automation of production: the method of objective selection of the automation system for the specific process unit]. *Avtomatizatsiia v promyshlennosti*, 2010, no. 9, pp. 5-10.
2. Rotach, V.Ia. Teoriia avtomaticheskogo upravleniia [Theory of automatic control]. Moscow: Energoatomizdat, 2008, 400 p.
3. Fillips Ch. Sistemy upravleniia s obratnoi sviaz'iu [Feedback control system]. Moscow: Laboratoriia Bazovykh Znanii, 2001, 616 p.
4. Stashkov S.I., Orekhov M.S. Analiz i sintez odnokonturnykh sistem avtomaticheskogo regulirovaniia tekhnologicheskikh parametrov [Analysis and synthesis of single-circuit automatic control systems of technological parameters]. Perm: Izd-vo Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta, 2014, 99 p.
5. Fedorov Iu.N. Spravochnik inzhenera po ASUTP: proektirovanie i razrabotka [The engineer's Handbook on process control system: design and development]. Moscow: Infra – Inzheneriia, 2008, 928 p.
6. Mikhailin S.A. Proizvodstvennye avtomatizirovannye sistemy: Simatic PCS7 [Industrial automated systems: Simatic PCS7]. *Avtomatizatsiia v promyshlennosti*, 2003, no. 10, pp. 3-7.
7. Berger G. Avtomatizatsiia s pomoshch'iu programm STEP 7 LAD i FBD, Izdanie 2-e pererabotannoe [Automating with STEP 7 programs in LAD and FBD, 2nd Edition revised], 2001, 605 p.
8. Kliuev A.S. Naladka sredstv avtomatizatsii i avtomaticheskikh sistem regulirovaniia [Commissioning of automation and control systems]. Moscow: Energoatomizdat, 1989. 355 p.

9. Barlasov B.Z. Naladka priborov i sistem avtomatizatsii [Commissioning of devices and systems of automation]. Moscow, Vysshaya shkola, 2012, 351 p.

10. Pletnev G.P. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv v teploenergetike [Automation of technological processes and productions in power system]. Moscow, MEI, 2007, 352 p.

11. Shidlovskii S.V. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv [Automation of technological processes and productions]. Tomsk, NTL, 2005, 100 p.

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

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

Получено 24.10.2017

Об авторах

Горошков Антон Игоревич (Пермь, Россия) – студент кафедры автоматизации технологических процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

Орехов Михаил Сергеевич (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов и производств Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

About the authors

Anton I. Goroshkov (Perm, Russian Federation) – Student, Department of technological process automation, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., 614990, Perm).

Mikhail S. Orekhov (Perm, Russian Federation) – Senior lecturer of the Department of automation of technological processes and production, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., 614990, Perm).