

## Разработка системы автоматического управления производственным процессом уваривания утфеля I кристаллизации в вакуум-аппарате

Наталья Л. Клейменова	<sup>1</sup>	klesha78@list.ru
Ольга А. Орловцева	<sup>1</sup>	starosta1981@inbox.ru
Сергей В. Ершов	<sup>1</sup>	yershovletters@mail.ru
Ольга П. Дворянинова	<sup>1</sup>	olga-dvor@yandex.ru

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Реферат.** Современное развитие пищевой промышленности сопровождается все более широким применением автоматизированных систем управления технологическими процессами. Предпосылками этого являются: рост мощностей предприятия; применение поточных и непрерывных способов производства; оснащение предприятий новым высокопроизводительным оборудованием; наличие современных технологических средств автоматизации. Широкое применение автоматизированных систем управления обуславливается значительным экономическим эффектом, который достигается благодаря: обеспечению заданных качеств вырабатываемых продуктов независимо от субъективных факторов; уменьшению потерь ценных продуктов; снижению трудоемкости процессов производства; повышению культуры производства. Основная задача автоматизированной системы управления – соблюдение технологического регламента, определяющего допустимые диапазоны изменения технологических параметров процесса (температуры, расхода, состава продукта), производительности оборудования, качественных показателей процесса. Кроме того, в задачи управления установками и линиями входят их пуск и останов, аварийная защита и блокировка. Для осуществления задач автоматизированного управления установками и технологическими линиями необходимо постепенно выводить человека-оператора из контура управления и передать функции управления технологическим средствам автоматизации. При этом оператор должен контролировать работу устройств автоматизации и принимать решения в сложных ситуациях. Современное производство сахара – это сложный технологический процесс. Поэтому, обеспечение бесперебойной работы технологической линии, сохранение ее высокой производительности, получение продукта максимального качества является наиболее актуальными задачами в этой области.

**Ключевые слова:** автоматизация, сахар-песок, кристаллизация, технологический параметр

## The development of the automatic control system for the production process of the boiling of the massecuite of the first crystallization in a vacuum apparatus

Natal'ya L. Kleimenova	<sup>1</sup>	klesha78@list.ru
Olga A. Orlovtseva	<sup>1</sup>	starosta1981@inbox.ru
Sergei V. Ershov	<sup>1</sup>	yershovletters@mail.ru
Olga P. Dvoryaninova	<sup>1</sup>	olga-dvor@yandex.ru

<sup>1</sup> Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Summary.** The modern development of the food industry is accompanied by an ever wider application of automated control systems for technological processes. The prerequisites for this are: the growth of the enterprise's capacities; the use of continuous and continuous production methods; equipment of enterprises with new high-performance equipment; presence of modern technological means of automation. The wide application of automated control systems is caused by a significant economic effect, which is achieved due to: the provision of specified qualities of produced products, regardless of subjective factors; reduction of losses of valuable products; reduction of labor intensity of production processes; increase of production culture. The main task of the automated control system is the observance of the technological regulations determining the permissible ranges of technological process parameters (temperature, flow, product composition), equipment performance, and quality process indicators. In addition, the tasks of controlling installations and lines include their starting and stopping, emergency protection and interlocking. In order to carry out the tasks of automated control of installations and technological lines, it is necessary to gradually remove the human operator from the control loop and transfer the control functions to the technological means of automation. At the same time, the operator must monitor the operation of automation devices and make decisions in complex situations. Modern sugar production is a complex technological process. Therefore, ensuring the uninterrupted operation of the production line, maintaining its high productivity, obtaining a product of the highest quality is the most urgent task in this area.

**Keywords:** automation, sugar, crystallization, technological parameter

Для цитирования

Клейменова Н.Л., Орловцева О.А., Ершов С.В., Дворянинова О.П. Разработка системы автоматического управления производственным процессом уваривания утфеля I кристаллизации в вакуум-аппарате // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 101–107. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-101-107

For citation

Kleimenova N.L., Orlovtseva O.A., Ershov S.V., Dvoryaninova F.S. The development of the automatic control system for the production process of the boiling of the massecuite of the first crystallization in a vacuum apparatus. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 101–107. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-2-101-107

**Введение**

Контроль качества производства сахара-песка проходит на всех стадия приготовления при помощи автоматизации оборудования [1].

Автоматизация технологического процесса позволяет оптимизировать технологический процесс, полностью или в большей степени исключить ручной труд и участие человека, значительно снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования [3, 4]. Для точного соблюдения технологических параметров на всей производственной линии необходима автоматизация производства и широкое внедрение автоматизированных систем управления (АСУ).

Наиболее перспективной является ориентация на использование микропроцессорной техники с использованием цифрового способа преобразования, обработки и хранения информации [6, 7–13].

При проектировании автоматизации технологического процесса производства диффузионного сока при производстве сахара-песка следует предусматривать стабилизацию параметров процесса получения диффузионного сока: температуры, расхода воды, pH диффузионного сока [2].

Основной причиной, вызывающей возникновение несоответствий по показателю выход белого сахара на ОАО «Садовский сахарный завод», является отсутствие системы управления процессом кристаллизации в вакуум-аппарате I продукта А2-ПВ2-Е-60М. Автоматизация процесса уваривания утфеля I позволит сократить расход пара и уменьшить время варки, увеличить выход сахара [1, 2].

**Результаты и обсуждение**

Проанализировав технологический процесс производства сахара песка на стадии кристаллизации сахарозы, произведен выбор контролируемых параметров [2], представленный в таблице 1.

Таблица 1.

Измеряемые, контролируемые и регулируемые параметры процесса

Table 1.

Measured, controlled and regulated process parameters

Наименование Name	Регламентированные значения Regulated value		Аварийные значения Alarm value	
	нижнее lower	верхнее high	нижнее lower	верхнее high
Уровень в вакуум-аппарате, м The level in the vacuum apparatus, m	1,2	2,5	0,5	3,0
Температура утфеля I в вакуум-аппарате, °C The temperature of the massecuite I in the vacuum apparatus, °C	70	76	65	80
Разрежение в вакуум-аппарате, МПа Underpressure in the vacuum apparatus, MPa	0,02	0,34	0,01	0,40
Вязкость утфеля I, Па·с Viscosity of the massecuite I, Pa·s	10	60	5	70
Удельная электропроводность утфеля I, мкСм/см Specific electrical conductivity of the massecuite I, mcS/cm	50	100	40	110

Контроль и управление температурой в контуре I осуществляется следующим образом: унифицированный электрический сигнал 0–5 мА с термопреобразователя ТСМУ Метран-274 (позиция 1а) поступает на вторичный прибор Диск-250 (позиция 1б), который осуществляет регистрацию измеряемого параметра (рисунок 1).

Одновременно с этим сигнал с датчика температуры ТСМУ Метран-274 поступает на вход № 1 блока аналогового ввода АЕУ1600 контроллера TSX PREMIUM и блок процессора P57203M, где происходит обработка сигнала и его сравнение с регламентируемыми значениями параметра. При этом сигнал подается по сети Ethernet на рабочую станцию SIMATIC Box PC 840, где регистрируется контроллером НЖМД ST 506/412, контролируется на дисплее DS 36М,

а также меняется задание системы управления с помощью клавиатуры MB 167 RS/A.

Управляющее воздействие формируется с помощью процессора P57203 промышленного микроконтроллера TSX PREMIUM и выдается с выхода № 1 блока аналогового вывода АЕУ1600 на электропневматический преобразователь ЭП-1324 (позиция 1в), осуществляющий преобразование токового унифицированного сигнала 0–5 мА в пневматический унифицированный сигнал 20–100 кПа, который подается на мембранный исполнительный механизм регулирующего клапана 25ч38нж (позиция 1г), установленный на линии подачи сиропа в вакуум-аппарат А2-ПВ2-Е-60М через переключатель пневматических цепей P10А (позиция SA1), осуществляющий выбор режима управления.

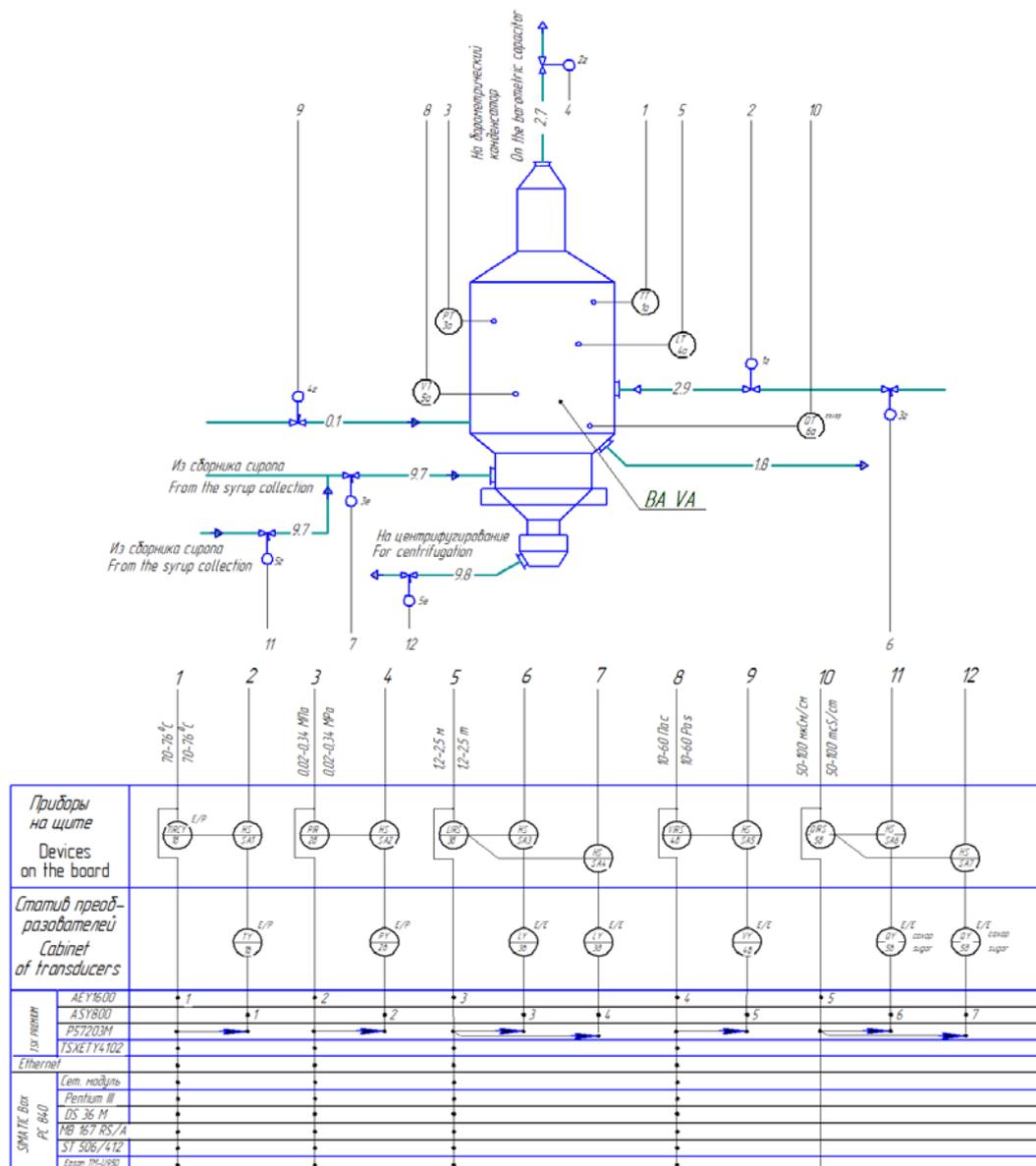


Рисунок 1. Функциональная схема автоматизации вакуум-аппарата периодического действия А2-ПВ2-Е-60М  
Figure 1. Functional diagram of automation of a vacuum device of periodic action A2-PV2-E-60M

Управление давлением-разрежением в контуре 2 осуществляется следующим образом: унифицированный электрический сигнал 0–5 мА с преобразователя давления-разрежения Метран-100ДИВ (позиция 2а) поступает на вторичный прибор А100 (позиция 2б), который осуществляет регистрацию измеряемого параметра.

Одновременно с этим сигнал датчика давления-разрежения Метран-100ДИВ поступает на вход № 2 блока аналогового ввода АЕУ1600 контроллера TSX PREMIUM и блок процессора P57203M, где происходит обработка сигнала и его сравнение с регламентируемыми значениями параметра. При этом сигнал подается по сети Ethernet на рабочую станцию SIMATIC Box PC 840, где регистрируется контроллером НЖМД ST 506/412, контролируется на дисплее DS 36 M, а также меняется задание системы управления с помощью клавиатуры MB 167 RS/A.

Управляющее воздействие формируется с помощью процессора P57203 промышленного микроконтроллера TSX PREMIUM и выдается с выхода № 2 блока аналогового вывода АЕУ1600 на электропневматический преобразователь ЭП-1324 (позиция 2в), осуществляющий преобразование токового унифицированного сигнала 0–5 мА в пневматический унифицированный сигнал 20–100 кПа, который подается на мембранный исполнительный механизм регулирующего клапана 25ч38нж (позиция 2г), установленный на линии отвода конденсата через переключатель пневматических цепей P10A (позиция SA2), осуществляющий выбор режима управления.

Управление уровнем в контуре 3 осуществляется следующим образом: унифицированный электрический сигнал 0–5 мА с радарного уровнемера Rosemount 5600 (позиция 3а) поступает на вторичный регистрирующий прибор

Альфалог 100М (позиция 3б) и далее на вход № 3 блока аналогового ввода АЕУ1600 контроллера TSX PREMIUM и блок процессора P57203М, где происходит обработка сигнала и его сравнение с регламентируемыми значениями параметра. При этом сигнал подается по сети Ethernet на рабочую станцию SIMATIC Box PC 840, где регистрируется контроллером НЖМД ST 506/412, контролируется на дисплее DS 36 М, а также меняется задание системы управления с помощью клавиатуры MB 167 RS/A.

Управляющее воздействие формируется с помощью процессора P57203 промышленного микроконтроллера TSX PREMIUM и выдается с выхода №3 блока аналогового вывода АЕУ1600 на усилитель электрического сигнала УЭ-1329 (позиция 3в), осуществляющий преобразование токового унифицированного сигнала 0–5 мА в потенциальный сигнал 220 В, который подается на исполнительный механизм электромагнитного клапана КО 50 (позиция 3г), установленный на линии подачи греющего пара через универсальный переключатель УП-5200 (позиция SA3), осуществляющий выбор режима управления.

Одновременно с этим формируется управляющее воздействие с помощью процессора P57203 промышленного микроконтроллера TSX PREMIUM и выдается с выхода № 4 блока аналогового вывода АЕУ1600 на усилитель электрического сигнала УЭ-1329 (позиция 3д), осуществляющий преобразование токового унифицированного сигнала 0 – 5 мА в потенциальный сигнал 220 В, который подается на исполнительный механизм электромагнитного клапана КО 50 (позиция 3е), установленный на линии подачи сиропа в вакуум-аппарат А2-ПВ2-Е-60М через универсальный переключатель УП-5200 (позиция SA4), осуществляющий выбор режима управления.

Контроль и управление значением вязкости в контуре 4 осуществляется следующим образом: унифицированный электрический сигнал 4–20 мА с ротационного вискозиметра РДВ-03 (позиция 4а) поступает на вторичный прибор НВП-03 (позиция 4б), который осуществляет регистрацию измеряемого параметра.

Одновременно с этим сигнал датчика вискозиметра РДВ-03 поступает на вход №4 блока аналогового ввода АЕУ1600 контроллера TSX PREMIUM и блок процессора P57203М, где происходит обработка сигнала и его сравнение с регламентируемыми значениями параметра. При этом сигнал подается по сети Ethernet на рабочую станцию SIMATIC Box PC 840, где регистрируется контроллером НЖМД ST 506/412, контролируется на дисплее DS 36М, а также меняется задание системы управления с помощью клавиатуры MB 167 RS/A.

Управляющее воздействие в контуре 4 формируется с помощью процессора P57203

промышленного микроконтроллера TSX PREMIUM и выдается с выхода № 5 блока аналогового вывода АЕУ1600 на усилитель электрического сигнала УЭ-1329 (позиция 4в), осуществляющий преобразование токового унифицированного сигнала 0 – 5 мА в потенциальный сигнал 220 В, который подается на исполнительный механизм электромагнитного клапана КО 50 (позиция 4г), установленный на линии подачи затравочной пасты универсальный переключатель УП-5200 (позиция SA5), осуществляющий выбор режима управления.

Управление удельной электропроводимостью в контуре 5 осуществляется следующим образом: унифицированный электрический сигнал 4–20 мА с кондуктометра КС-1М-1 (позиция 5а) поступает на вторичный прибор НПЭ-04 (позиция 5б), который осуществляет регистрацию измеряемого параметра, а также вырабатывает управляющее воздействие в виде электрического сигнала, подаваемого на исполнительное устройство электромагнитного клапана КО 50 (позиция 5г), установленный на линии подачи сиропа в вакуум-аппарат А2-ПВ2-Е-60М через универсальный переключатель УП-5200 (позиция SA6), осуществляющий выбор режима управления.

Одновременно с этим сигнал с датчика удельной электропроводимости КС-1М-1 поступает на вход № 5 блока аналогового ввода АЕУ1600 контроллера TSX PREMIUM и блок процессора P57203, где происходит обработка сигнала и его сравнение с регламентируемыми значениями параметра. При этом сигнал подается по сети Ethernet на рабочую станцию SIMATIC Box PC 840, где регистрируется контроллером НЖМД ST 506/412, контролируется на дисплее DS 36 М, а также меняется задание системы управления с помощью клавиатуры MB 167 RS/A.

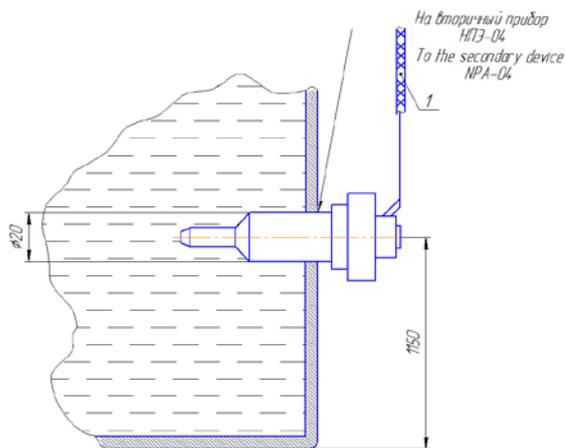
Управляющее воздействие формируется с помощью процессора P57203 промышленного микроконтроллера TSX PREMIUM и выдается с выхода №7 блока аналогового вывода АЕУ1600 на усилитель электрического сигнала УЭ-1329 (позиция 5д), осуществляющий преобразование токового унифицированного сигнала 0–5 мА в потенциальный сигнал 220 В, который подается на исполнительный механизм электромагнитного клапана КО 50 (позиция 5е), установленный на линии отвода утфеля I кристаллизации из вакуум-аппарат А2-ПВ2-Е-60М через универсальный переключатель УП-5200 (позиция SA7), осуществляющий выбор режима управления

Таким образом, предложен один из вариантов автоматизированного управления процессом уваривания утфеля I кристаллизации в вакуум-аппарате А2-ПВ2-Е-60М при производстве сахара-песка на ОАО «Садовский сахарный завод».

Проанализировав технологический процесс, был произведен выбор параметров, подлежащих контролю, регистрации и управлению, разработана функциональная схема автоматизации, подобраны датчики и вторичные приборы [2, 5].

Так как основным параметром процесса кристаллизации является коэффициент прессыщения,

который определяется косвенными методами: вискозиметрическим и кондуктометрическим, предложены электронный кондуктометр КС-1М-1 (рисунок 2) и ротационный вискозиметр РДВ-03 (рисунок 3).

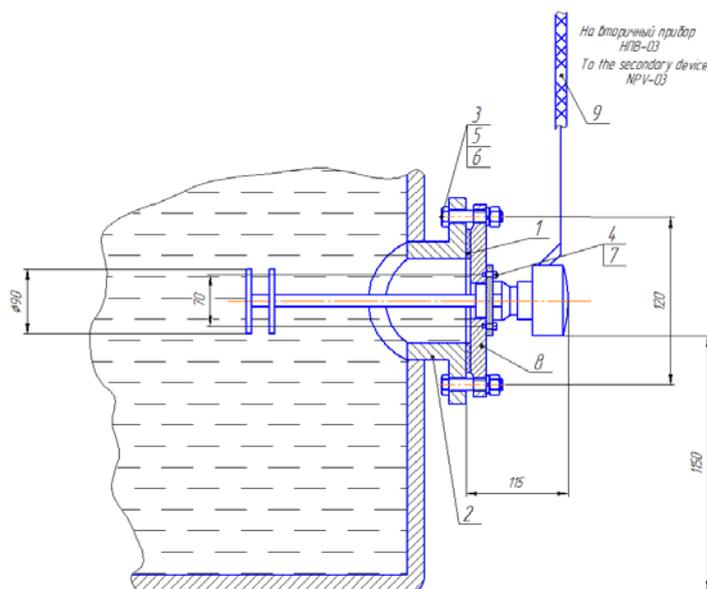


Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
1		Материалы		
		Кабель экранированный ТУ 16-53264-1-81	1	30 м

Item	Designation	Name	Quant	Remark
		Materials		
1		Shielded cable TU 16-53264-1-81	1	30 m

Рисунок 2. Монтажный чертеж электронного кондуктометра КС-1М-1

Figure 2. Mounting drawing of the electronic conductometer KS-1M-1



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		Детали		
1		Прокладка		
2		Штуцер		
		Стандартные изделия		
3		Болт М16×8г ГОСТ 7805-70	4	
4		Винт М12 ГОСТ 1481-84	4	
5		Гайка М16×8г ГОСТ 5915-70	4	
6		Шайба М16 ГОСТ 6402-70	4	
7		Шайба М12 ГОСТ 6402-70	4	
8		Фланец ГОСТ 12822-81	1	
		Материалы		
9		Кабель экранированный ТУ 16-53264-1-81	1	50 м

Item	Designation	Name	Quant	Remark
		Details		
1		Spacer		
2		Choke		
		Standard wares		
3		Bolt M16x8g GOST 7805-70	4	
4		Screw M12 GOST 1481-84	4	
5		Female screw M16x8g GOST 5915-70	4	
6		Shim M16 GOST 6402-70	4	
7		Shim M12 GOST 6402-70	4	
8		Flange GOST 12822-81	1	
		Materials		
9		Shielded cable TU 16-53264-1-81	1	50 m

Рисунок 3. Монтажный чертеж ротационного вискозиметра РДВ-03

Figure 3. Mounting drawing of the rotary viscosimeter RDV-03

Также предложена монтажная схема соединения ротационного вискозиметра РДВ-03 кондуктометра КС-1М-1 с вакуум-аппаратом А2-ПВ2-Е-60М.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Харченко С.В. Автоматизированная информационная система на предприятиях сахарных компаний как средство получения аналитической, учетной информации и контроля // Успехи современной науки. 2016. № 9. Т. 2. С. 149–151.
- 2 Канавалов И.А., Уваров С.Г., Третьянов А.А. Современные технологии процесса получения диффузионного сока в свеклосахарном производстве // Тенденции развития науки и образования. 2017. № 26–1. С. 42–43.
- 3 Хлебениких Л.В., Зубкова М.А., Саукова Т.Ю. Автоматизация производства в современном мире // Молодой ученый. 2017. № 16. С. 308–311.
- 4 Итскович Э.Л. Проведение работ по автоматизации производства: метод объективного выбора системы автоматизации для конкретного технологического агрегата // Автоматизация в промышленности. 2017. № 9. С. 5–10.
- 5 Ицкович Э.Л. Проведение работ по автоматизации производства: роль инжиниринга в автоматизации технологического процесса // Автоматизация в промышленности. 2017. № 8. С. 3–7.
- 6 Харазов В.Г. Обзор современных средств автоматизации на выставках «Автоматизация 2013» и «Промышленная электроника 2013» // Автоматизация в промышленности. 2013. № 12. С. 64–67.
- 7 Моторин Ю., Моллов И. Курс на автоматизацию и оптимизацию производственных процессов // Молочная промышленность. 2013. № 8. С. 16–17.
- 8 Rukkumani V., Khavya S., Madhumithra S., Nandhini Devi B. Chemical process control in sugar manufacturing unit // International Journal of Advances in Engineering and Technology. 2014. № 6. P. 2732–2738.
- 9 Pastukhov A. Automatic control and maintaining of cooling process of bakery products // Agronomy Research. 2015. № 13 (4). P. 1031–1039.
- 10 Singerman D.R. The limits of chemical control in the caribbean sugar factory // Radical history review. 2017. № 127. P. 39–61.
- 11 Smutka L., Zhuravleva E., Benešová I., Maitah M., Pulkrábek J. Russian federation - sugar beet and sugar production // Listy cukrovarnické a reparské. 2015. № 2 (131). P. 72–77.
- 12 Yanyushkin A.S., Lobanov D.V., Rychkov D.A. Automation tool preparation in the conditions of production // Applied mechanics and materials. 2015. № 770. P. 739–743.
- 13 Бредихин А.С., Червецов В.В. Гидродинамика процесса охлаждения молочной сыворотки при поточной кристаллизации лактозы // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. №3. С. 36–40.

#### Заключение

Разработанная схема автоматического управления производственным процессом кристаллизации при производстве сахара позволит обеспечить его параметры на уровне, нормируемом технологическими документами для получения высококачественной продукции.

#### REFERENCES

- 1 Kharchenko S.V. Automated information system at the enterprises of sugar companies as a means of obtaining analytical, accounting information and control. *Uspekhi sovremennoi nauki* [Successes of modern science] 2016. no. 9. vol. 2. pp. 149–151. (in Russian)
- 2 Kanavalov I.A., Uvarov S.G., Tretyanov A.A. Modern technologies of the process of obtaining diffusion juice in sugar beet production. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education] 2017. no. 26–1. pp. 42–43. (in Russian)
- 3 Khlebenskikh LV, Zubkova MA, Saukova T. Yu. Automation of production in the modern world. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist] 2017. no. 16. pp. 308–311. (in Russian)
- 4 Itskovich E.L. Carrying out work on the automation of production: the method of objective selection of the automation system for a particular process unit. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry] 2017. no. 9. pp. 5–10. (in Russian)
- 5 Itskovich E.L. Work on automation of production: the role of engineering in the automation of the technological process. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry] 2017. no. 8. pp. 3–7. (in Russian)
- 6 Kharazov V.G. The review of modern means of automation at the exhibitions "Automation 2013" and "Industrial Electronics 2013". *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry] 2013. no. 12. pp. 64–67. (in Russian)
- 7 Motorin Yu., Mollov I. A course on automation and optimization of production processes. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry] 2013. no. 8. pp. 16–17. (in Russian)
- 8 Rukkumani V., Khavya S., Madhumithra S., Nandhini Devi B. Chemical process control in sugar manufacturing unit. *International Journal of Advances in Engineering and Technology*. 2014 no. 6. pp. 2732–2738.
- 9 Pastukhov A. Automatic control and maintaining of cooling process of bakery products. *Agronomy Research*. 2015. no. 13 (4). pp. 1031–1039
- 10 Singerman D.R. The limits of chemical control in the caribbean sugar factory. *Radical history review*. 2017. no. 127. pp. 39–61.
- 11 Smutka L., Zhuravleva E., Benešová I., Maitah M., Pulkrábek J. Russian federation - sugar beet and sugar production. *Listy cukrovarnické a reparské*. 2015. no. 2 (131). pp. 72–77.
- 12 Yanyushkin A.S., Lobanov D.V., Rychkov D.A. Automation tool preparation in the conditions of production. *Applied mechanics and materials*. 2015. no. 770. pp. 739–743.
- 13 Bredihin A.S., Chervetsov V.V. Hydrodynamics of cooling whey at flow lactose crystallization. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2013. no. 3. pp. 36–40. (in Russian)

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Наталья Л. Клейменова** к.т.н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, klesha78@list.ru

**Ольга А. Орловцева** к.т.н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, starosta1981@inbox.ru

**Сергей В. Ершов** к.т.н., доцент, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yershovletters@mail.ru

**Ольга П. Дворянинова** д.т.н., профессор, кафедра управления качеством и машиностроительные технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olga-dvor@yandex.ru

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Наталья Л. Клейменова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

**Ольга А. Орловцева** обзор литературных источников по исследуемой проблеме

**Сергей В. Ершов** консультация в ходе исследования

**Ольга П. Дворянинова** общее руководство

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**ПОСТУПИЛА 06.03.2018**

**ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 09.04.2018**

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Natal'ya L. Kleimenova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, klesha78@list.ru

**Olga A. Orlovtseva** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, starosta1981@inbox.ru

**Sergei V. Ershov** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yershovletters@mail.ru

**Olga P. Dvoryaninova** Dr. Sci. (Chem.), professor, quality management and engineering technologies department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olga-dvor@yandex.ru

#### CONTRIBUTION

**Natal'ya L. Kleimenova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Olga A. Orlovtseva** review of the literature on an investigated problem

**Sergei V. Ershov** consultation during the study

**Olga P. Dvoryaninova** general leadership

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

**RECEIVED 3.6.2018**

**ACCEPTED 4.9.2018**