

Electromagnetic Radiation Danger. *Russian Electrical Engineering*. 89. 685-688. DOI: 10.3103/S106837121812009X.

8. Titov E.V., Soshnikov A.A., Migalev I.E. (2022). Computer Imaging of Electromagnetic Environment in Air Space with Industrial Electromagnetic Field Sources in Conditions of Combined Influence of EM Radiation. *J. Electromagn. Eng. Sci.* 22(1):34-40. – DOI: <https://doi.org/10.26866/jees.2022.1.r.58>.

### References

1. Rek. MSE-R V.431-8. Nomenklatura dia-pazonov chastot i dlin voln, ispolzuemykh v elektrosviazi. – Mezhdunarodnyi soiuz elektrosviazi, 2015. – 5 s.

2. World Health Organization. Electromagnetic Fields and Public Health. – URL: <https://www.who.int/peh-emf/publications/factsheets/en> (data obrashcheniia: 14.02.2022).

3. SanPiN 2.1.8/2.2.4.2490-09. Elektromagnitnye polia v proizvodstvennykh usloviakh. Izmene-niia N 1 k SanPiN 2.2.4.1191-03, 2009. – 7 s.

4. SanPiN 2.2.4/2.1.8.055-96. Elektromagnitnye izlucheniia radiochastotnogo diapazona, 1996. – 30 s.

5. Zotov, K.N. Primenenie generatorov belogo shuma dlia sistem upravleniia dronami v kanale Wi-Fi / K.N. Zotov, R.R. Zhdanov, P.E. Filatov // In-fokommunikatsionnye tekhnologii. – 2021. – T. 19. – No. 2. – S. 232-238. – DOI: <https://doi.org/10.18469/ikt.2021.19.2.12> (data obrashcheniia: 14.01.2022).

6. Kulikova L.V. Osnovy elektromagnitnoi sovmestimosti: uchebnik dlia vuzov / L.V. Kulikova, O.K. Nikolskii, A.A. Soshnikov. – Izd. 4-e, ster. – Moskva; Berlin: Direkt-Media, 2020. – 404 s. ISBN 978-5-4499-1175-9. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44365216> (data obrashcheniia: 05.03.2022).

7. Soshnikov, A., Migalev, I., Titov, E. (2018). A Mobile System for Integrated Characterization of Electromagnetic Radiation Danger. *Russian Electrical Engineering*. 89. 685-688. DOI: 10.3103/S106837121812009X.

8. Titov E.V., Soshnikov A.A., Migalev I.E. (2022). Computer Imaging of Electromagnetic Environment in Air Space with Industrial Electromagnetic Field Sources in Conditions of Combined Influence of EM Radiation. *J. Electromagn. Eng. Sci.* 22(1):34-40. – DOI: <https://doi.org/10.26866/jees.2022.1.r.58>.



УДК 621.313.3  
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-212-6-108-114

**А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Е.А. Четвериков**  
A.P. Moiseev, A.V. Volgin, E.A. Chetverikov

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПОВОРОТА ЯИЦ В БЫТОВЫХ ИНКУБАТОРАХ

### EGG TURNING DRIVE CONTROL SYSTEM IN HOUSEHOLD INCUBATORS

**Ключевые слова:** инкубатор, система автоматического управления, программируемый логический контроллер.

**Keywords:** incubator, automatic control system, programmable logic controller.

Получение высококачественного потомства сельскохозяйственной птицы является одной из важнейших задач современного птицеводства. Важную экономическую роль при производстве яиц и мяса птицы играют процессы инкубации, обеспечивающие получение необходимого количества полноценного молодняка. Получение качественного потомства птицы предполагает строгое поддержание всех параметров технологического процесса инкубации на заданном уровне, что в свою очередь невозможно осуществить без системы автоматического управления. Существующие бытовые инкубаторы, в отличие от промышленных, не имеют автоматических устройств осушения, охлаждения и поворота яиц. Поддержание заданной влажности, регулирование воздухообмена и поворот яиц в таких инкубаторах производится вручную, что приводит к получению молодняка низкого качества, ослаблению стада птицы, развитию и распространению инфекционных заболеваний. Целью исследования является совершенствование системы управления процессами в бытовых инкубаторах с учётом возрастных особенностей птицы для сохранения основных качеств инкубационных яиц. Для получения равномерного температурного режима в инкубационной камере предложена функциональная схема автоматического управления, выполняющая следующие функции: автоматическое управление температурой в инкубационной камере; автоматическое управление температурой в выгульном дворе; контроль и поддержание уровня влажности в инкубаторе; автоматическое управление приводом механизма поворота яиц; регулировка угла поворота в зависимости от размера яиц. Управление механизмом поворота яиц осуществляется дискретным включением электропривода в зависимости от положения магнитного элемента относительно датчиков положения (герконы). Система автоматического управления реализуется на базе программируемого логического контроллера. Программирование контроллера выполнено в среде CoDeSyS с помощью стандартной библиотеки функциональных блоков. В работе приведены логические схемы системы автоматического управления механизмом поворота яиц при движении вперед и назад. Результаты научного исследования показывают, что система автоматического управления процессами в бытовых инкубаторах с

применением программируемого логического контроллера обеспечит равномерный температурный режим в инкубационной камере.

Obtaining high-quality offspring of poultry is one of the most important tasks of modern poultry farming. An important economic role in the production of eggs and poultry meat is played by the processes of incubation which provide the required amount of full-fledged young birds. Obtaining high-quality offspring involves strict maintenance of all parameters of the technological process of incubation at a given level, which, in turn, cannot be done without an automatic control system. Existing household incubators, unlike commercial ones, do not have automatic devices for drying, cooling and turning eggs. Maintaining the desired humidity, regulating air exchange and turning eggs in such incubators is done manually which leads to low-quality young animals, weakening the poultry flock, and the development and spread of infectious diseases. The research goal is to improve the process control system in household incubators taking into account the age characteristics of the birds in order to preserve the basic qualities of hatching eggs. To obtain a uniform temperature regime in the incubation chamber, a functional automatic control scheme is proposed that performs the following functions: automatic temperature control in the incubation chamber; automatic temperature control in the pen; control and maintenance of the humidity level in the incubator; automatic control of the egg turning mechanism drive; adjustment of the angle of rotation depending on the size of the eggs. The egg turning mechanism is controlled by a discrete activation of the electric drive depending on the position of the magnetic element relative to the position sensors (reed switches). The automatic control system is implemented on the basis of a programmable logic controller. The controller was programmed in the CoDeSyS environment using the standard function block library. This paper presents the logic diagrams of the automatic control system for the egg turning mechanism when moving forward and backward. The research findings show that the automatic process control system in household incubators using a programmable logic controller will provide a uniform temperature regime in the incubation chamber.

**Моисеев Алексей Петрович**, к.т.н., доцент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация, e-mail: saratov-79@list.ru.

**Волгин Андрей Валерьевич**, к.т.н., доцент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация, e-mail: saratov-79@list.ru.

**Четвериков Евгений Александрович**, к.т.н., доцент, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация, e-mail: primenienie@mail.ru.

**Moiseev Aleksey Petrovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Saratov State Vavilov Agricultural University, Saratov, Russian Federation, e-mail: saratov-79@list.ru.

**Volgin Andrey Valerevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Saratov State Vavilov Agricultural University, Saratov, Russian Federation, e-mail: saratov-79@list.ru

**Chetverikov Evgeniy Aleksandrovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Saratov State Vavilov Agricultural University, Saratov, Russian Federation, e-mail: primenienie@mail.ru.

### Введение

Важную экономическую роль при производстве яиц и мяса птицы играют процессы инкубации, обеспечивающие получение необходимого количества полноценного молодняка. Существующие бытовые инкубаторы, в отличие от промышленных, не имеют автоматических устройств осушения, охлаждения и поворота яиц [1-3]. Поддержание заданной влажности, регулирование воздухообмена и поворот яиц в таких инкубаторах производится вручную, что приводит к получению молодняка низкого качества, ослаблению стада птицы, развитию и распространению инфекционных заболеваний [4, 5].

**Целью** исследования является увеличение процента вывода молодняка в бытовых инкубаторах применением системы автоматического управления на базе программируемого логического контроллера.

**Задача** исследования – разработать функциональную и логические схемы автоматического управления механизмом поворота яиц

### Объект и методика исследований

**Объектом** исследования является процесс инкубации яиц домашней птицы в бытовом инкубаторе.

В работе предложена автоматическая система управления бытовым инкубатором, выполняющая следующие функции:

- поддержание заданной температуры в камере для инкубации;
- поддержание заданной температуры в выгульном дворике;
- поддержание заданного уровня влажности в камере для инкубации;
- автоматическое управление приводным устройством в зависимости от размера яиц.

Функциональная схема управления приводом поворота яиц представлена на рисунке 1.

Включение и выключение системы производится кнопками пуск и стоп 13. Датчики 14, 15 контролируют температуру в выгульном дворике 8 и камере 7 соответственно, подавая сигнал на включение нагревателей 4 или 9 при заданной

температуре [9-11]. Согласно руководству по технологии инкубации яиц [5] через заданный период времени (2 ч) производится вентиляция камеры вентилятором 3. Включение нагрева инкубационной камеры, выгульного дворика и привода механизма поворота яиц обозначают сигнальные лампы 21 [13].

Дискретное включение электропривода устройства поворота на заданный угол осуществляется исходя от координаты положения магнита (МЭ) 22 в зависимости от положения герконов 16-19 [7, 8, 12].

Электроприводной механизм перемещает яйца на  $60^\circ$  при воздействии МЭ на геркон 16 (ДП1). Отключение электропривода и включение таймера, отсчитывающего интервал времени 1 ч [4, 5], происходит при взаимодействии геркона 17 (ДП 2) с МЭ. Через 1 ч электроприводной механизм перемещает яйца на следующие  $60^\circ$ . Электропривод останавливается при воздействии МЭ на геркон 18 (ДП 3). Процесс повторяется до отключения электропривода при воздействии МЭ на геркон 19 (ДТ 4).

Реверс электропривода и повторение цикла происходит через 1 ч. Изменяя положение герконов 16-19, устанавливается необходимый угол поворота яиц.

### Результаты

Автоматическое управление приводом поворота яиц реализуется на базе микропроцессорного устройства (ПЛК) 20 [6, 14, 15].

Обозначения типов сигналов с номерами входа/выхода приведены в таблице.

Логические схемы механизма поворота яиц представлены на рисунке 2, 3.

Электропривод механизма поворота (МП) включается сигналом с входа *pusk (in\_1)*. При этом конечный выключатель *dat\_polog1* замкнут (*in\_5*) (рис. 3).

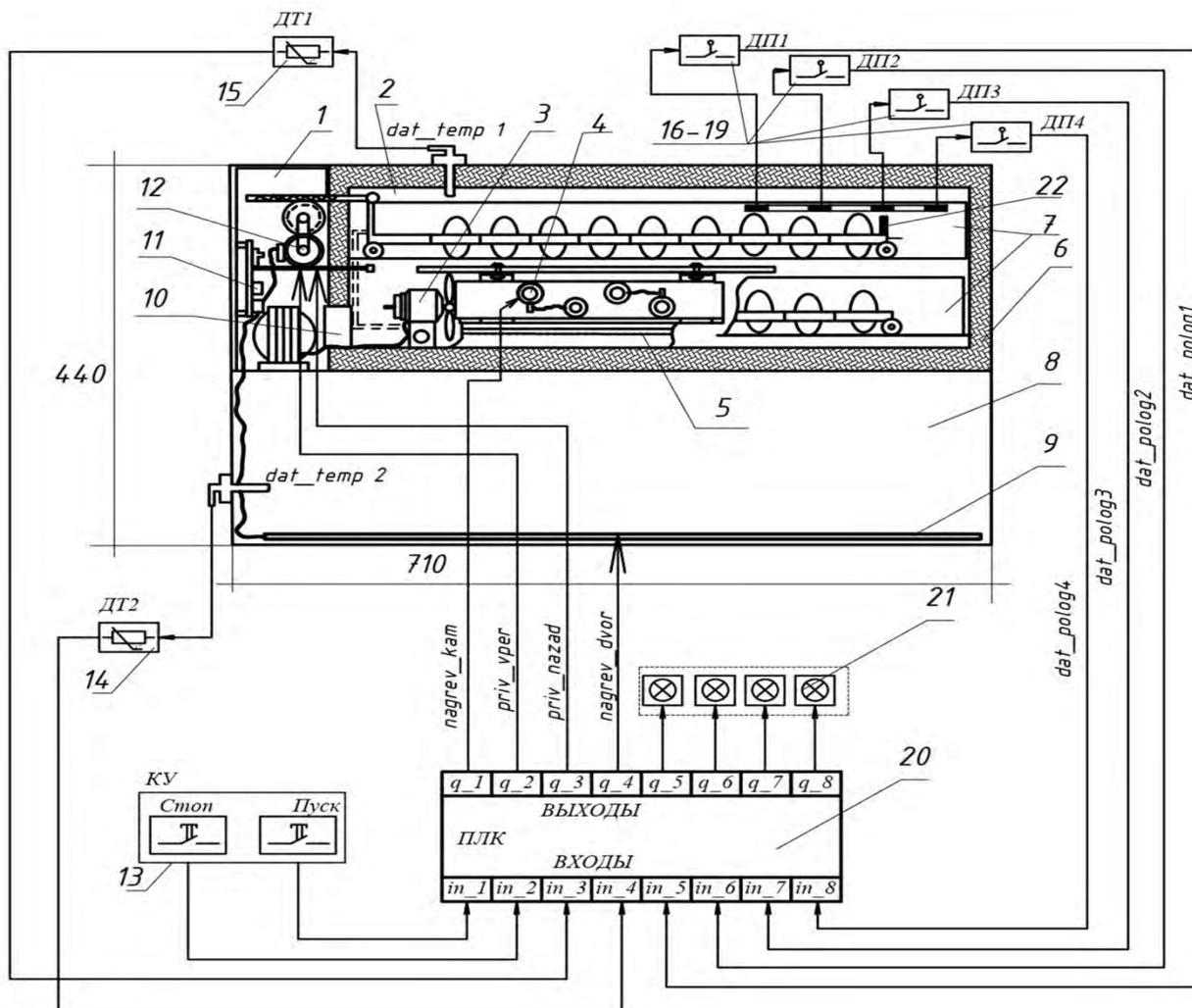
Установка времени 1 ч производится оператором на входе *PT* блока *TON 1*.

С выдержкой времени 1 ч на выходе *Q* функционального блока *TON1* формируется логическая единица, подаваемая на вход *RStrig3*,

включая электропривод устройства для поворота на заданный угол.

Отключение электропривода и включение таймера *TON2*, отсчитывающего интервал времени 60 мин., происходит при формировании на входе (*in\_6*) логической единицы блока *dat\_polog2*.

При формировании на входе (*in\_8*) логической единицы блока *dat\_polog4* электропривод останавливается. Реверс электропривода происходит через 60 минут. Далее цикл повторяется (рис. 3).



**Рис. 1. Функциональная схема системы автоматического управления в бытовом инкубаторе:**  
 1 – камера № 1; 2 – камера № 2; 3 – вентилятор; 4 – нагревательные элементы; 5 – поддон для воды;  
 6 – термоизоляционная обшивка из пенопласта; 7 – лотки для яиц; 8 – камера № 3;  
 9 – плёночные нагревательные элементы; 10 – регулируемое с помощью заслонки отверстие;  
 11 – блок питания и управления; 12 – электропривод механизма поворота яиц;  
 13 – кнопки пуск, стоп; 14 – датчик температуры выгульного дворика;  
 15 – датчик температуры камеры; 16-19 – датчики положения механизма поворота яиц; 20 – ПЛК,  
 21 – сигнальные лампы (нагрев камеры, нагрев выгульного дворика, привод «вперед», привод «назад»), 22 – магнитный элемент

### Вывод

С целью обеспечения равномерного температурного режима в инкубационной камере и увеличения процента вывода молодняка предложена система управления приводом поворота

яиц в бытовом инкубаторе с программируемым логическим контроллером. Экспериментальные исследования показали увеличение вывода молодняка на 3-4%.

Обозначения типов сигналов с номерами входа/выхода ПЛК

№ п/п	Наименование	Тип сигнала	Обозначение	Номер входа/выхода
ВХОДЫ				
1.	Кнопка запуска	дискретный	pusk	in_1
2.	Кнопка остановки	дискретный	stop	in_2
3.	Датчик температуры камеры	аналоговый	d_temp1	in_3
4.	Датчик температуры дворика	аналоговый	d_temp1	in_4
5.	Датчик положения	дискретный	dat_polog1	in_5
6.	Датчик положения	дискретный	dat_polog2	in_6
7.	Датчик положения	дискретный	dat_polog3	in_7
8.	Датчик положения	дискретный	dat_polog4	in_8
ВЫХОДЫ				
9.	Коммутационный элемент 1	дискретный	nagrev_kam	q_1
10.	Коммутационный элемент 2	дискретный	priv_vper	q_2
11.	Коммутационный элемент 3	дискретный	priv_nazad	q_3
12.	Коммутационный элемент 4	дискретный	nagrev_drov	q_4
13.	Свето-звуковая сигнализация 1	дискретный	signal 1	q_5
14.	Свето-звуковая сигнализация 2	дискретный	signal 2	q_6
15.	Свето-звуковая сигнализация 3	дискретный	signal 3	q_7
16.	Свето-звуковая сигнализация 4	дискретный	signal 4	q_8

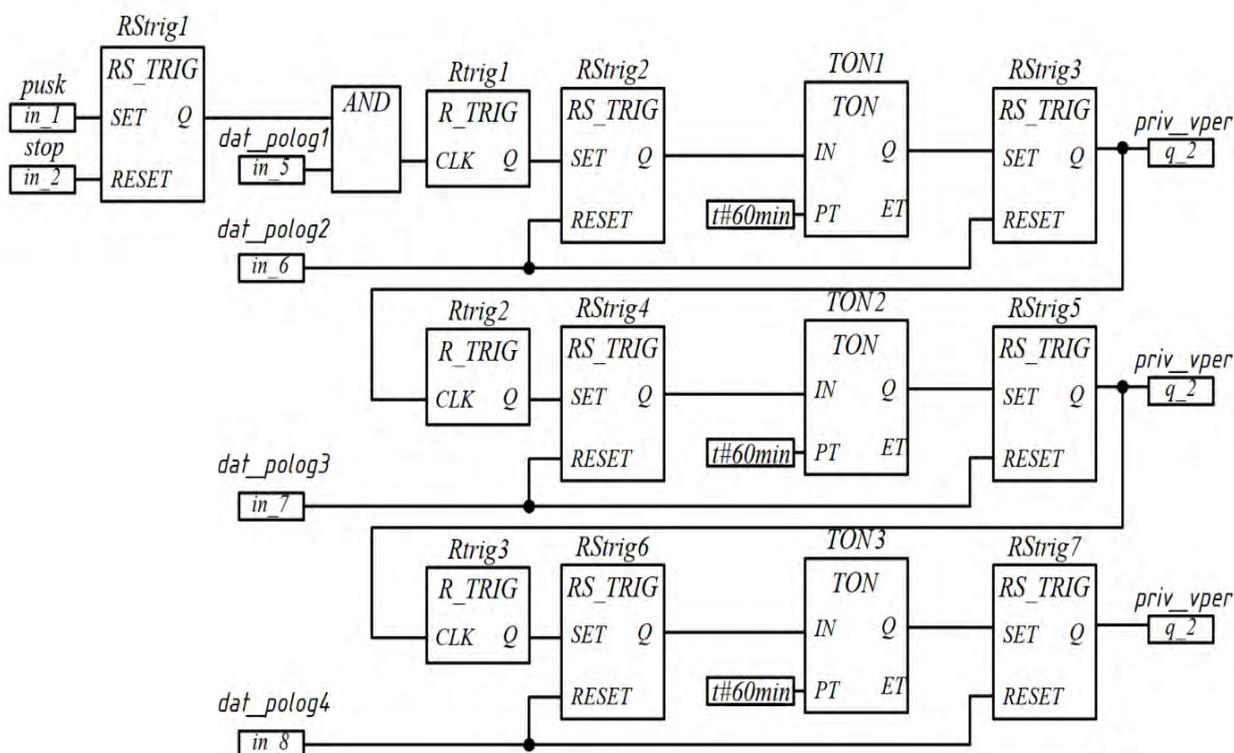


Рис. 2. Логическая схема механизма поворота яиц (прямое направление)

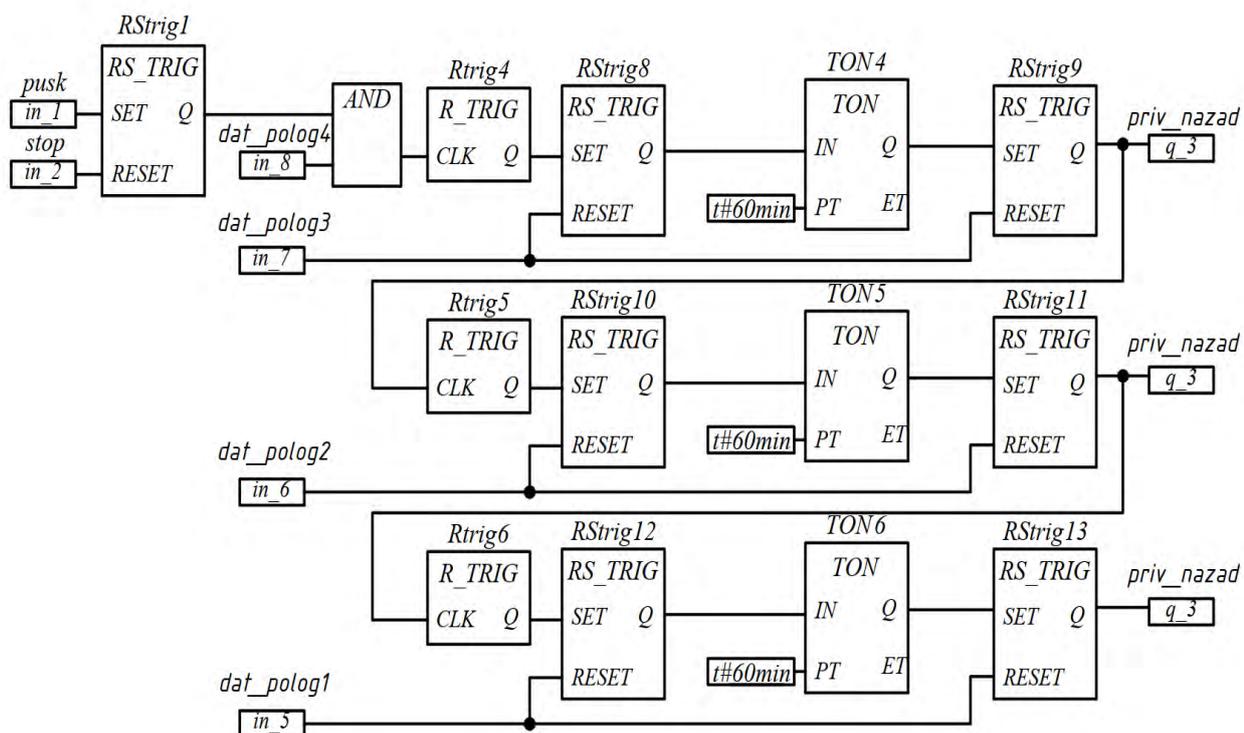


Рис. 3. Логическая схема механизма поворота яиц (обратное направление)

### Библиографический список

1. Данилов, В. Н. Повышение надёжности бытового инкубатора / В. Н. Данилов, И. И. Галимарданов. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2001.
2. Бессарабов, Б. Ф. Практикум по инкубации яиц и эмбриологии сельскохозяйственной птицы / Б. Ф. Бессарабов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 175 с. – Текст: непосредственный.
3. Третьяков, Н. П. Инкубация с основами эмбриологии / Н. П. Третьяков, Б. Ф. Бессарабов, Г. С. Крок. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 192 с. – Текст: непосредственный.
4. Щербатов, В. И. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы / В.И. Щербатов, Л. И. Смирнова, О. В. Щербатов. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 182 с. – Текст: непосредственный.
5. Руководство по технологии инкубации яиц (Management Guide) / LOHMANN TIERZUCHT GmbH, 2017. – Am Seedeich 9-11 • 27472 Cuxhaven • Germany. – 58 с. – Текст: непосредственный.
6. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSyS 2.3. – редакция RU 2.4,

для CoDeSyS v2.3.6.x. – Текст: непосредственный.

7. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – Москва: Высшая школа, 2015. – 343 с. – Текст: непосредственный.
8. Жижкина, Н. А. Анализ современных методов инкубации / Н. А. Жижкина, А. А. Редькин, Н. Н. Снигур. – Текст: непосредственный // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики / Луганский национальный аграрный университет. – 2020. – № 8-3. – С. 73-79
9. Блок управления инкубатором ИНВА-Б11132-с3. Инструкция. Техническое описание и эксплуатация. – Ессентуки: ООО НПП «ИННОВА», 2017. – 19 с. – Текст: непосредственный.
10. Электротехнологическое оборудование в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / А. П. Моисеев [и др.]. – Саратов: Амирит, 2018. – 103 с. – Текст: непосредственный.
11. Автоматизация систем управления технологическими процессами: учебное пособие / В. А. Каргин [и др.]. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с. – Текст: непосредственный.

12. Петрова, И. И. Автоматизация технологических процессов и производств: учебно-методическое пособие / И. И. Петрова, Р. В. Чернухин. – Новосибирск, 2020. – 84 с. – Текст: непосредственный.

13. Кондрашов, В. Ф. Автоматизация технологических процессов сельскохозяйственного производства: учебное пособие / В. Ф. Кондрашов; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Петрозаводский гос. ун-т». – Петрозаводск, 2008. – 47 с. – Текст: непосредственный.

14. Мишта, П. В. Автоматизация технологических процессов пищевых производств: учебное пособие / П. В. Мишта, А. В. Кузнецов; Федеральное агентство по образованию, Волгоградский гос. технический ун-т. – Волгоград, 2009. – Ч. 1.

15. Прокофьев, Е. В. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / Е. В. Прокофьев. – Екатеринбург, 2013. – 356 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Danilov V.N., Galimardanov I.I. Povyshenie nadezhnosti bytovogo inkubatora // Sbornik nauchnykh trudov Kubanskogo GAU. – Krasnodar, 2001.

2. Bessarabov B.F. Praktikum po inkubatsii iaits i embriologii selskokhoziaistvennoi ptitsy. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 175 s.

3. Tretiakov N.P., Bessarabov B.F., Krok G.S. Inkubatsiia s osnovami embriologii. – Moskva: Agropromizdat, 1990. – 192 s.

4. Shcherbatov, V.I., Smirnova L.I., Shcherbatov O.V. Inkubatsiia iaits selskokhoziaistvennoi ptitsy. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – 182 s.

5. Rukovodstvo po tekhnologii inkubatsii iaits (Management Guide) / LOHMANN TIERZUCHT

GmbH, 2017. - Am Seedeich 9-11. 27472 Cuxhaven. Germany. 58 с.

6. Rukovodstvo polzovatelia po programmirovaniiu PLK v CoDeSyS 2.3. – redaktsiia RU 2.4, dlia CoDeSyS v2.3.6.kh.

7. Sovetov, B.Ia., Iakovlev S.A. Modelirovanie sistem. – Moskva: Vysshiaia shkola, 2015. – 343 с

8. Zhizhkina N.A., Redkin A.A., Snigur N.N. Analiz sovremennykh metodov inkubatsii // Nauchnyi vestnik gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniia Luganskoi Narodnoi Respubliki. «Luganskii natsionalnyi agrarnyi universitet». – 2020. – No. 8-3. – S. 73-79.

9. Blok upravleniia inkubatorom INVA-B11132-s3. Instruktsiia. Tekhnicheskoe opisanie i ekspluatatsiia. – Essentuki: OOO NPP «INNOVA», 2017. – 19 s.

10. Elektrotekhnologicheskoe oborudovanie v selskokhoziaistvennom proizvodstve: uchebnoe posobie / A.P. Moiseev [i dr.]. – Saratov: Amirit, 2018. – 103 s.

11. Avtomatizatsiia sistem upravleniia tekhnologicheskimi protsessami: uchebnoe posobie / V.A. Kargin [i dr.]. – Saratov: Amirit, 2018. – 177 s.

12. Petrova I.I., Chernukhin R.V. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv: uchebno-metodicheskoe posobie. – Novosibirsk, 2020. – 84 s.

13. Kondrashov V.F. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov selskokhoziaistvennogo proizvodstva: uchebnoe posobie. – Petrozavodsk, 2008. – 47 s.

14. Mishta P.V., Kuznetsov A.V. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov pishchevykh proizvodstv: uchebnoe posobie. – Volgograd, 2009. – Т. 1.

15. Prokofev E.V. Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv: uchebnoe posobie. – Ekaterinburg, 2013. – 356 s.

