

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

Л. П. Скрипко, А. А. Скрипко

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

Представлена автоматизированная замкнутая система водоснабжения на базе промышленных контроллеров «ОВЕН», позволяющая решить задачи создания необходимой среды обитания рыб, увеличения темпа роста популяции, рационального использования производственных площадей, проведения экспериментов по селекции рыб, улучшению их характеристик. Необходимость создания разнообразных режимов работы автоматизированной системы замкнутого водоснабжения, в частности температурных режимов, уровня концентрации кислорода, периода кормления и т. д., учтена при создании программного комплекса, написанного на языке FBD. Разработанная система включает в себя нижний, средний и верхний уровни. Контроль работы системы замкнутого водоснабжения осуществляется мониторингом. Кормление рыб автоматизировано. Осуществляется постоянная очистка воды, что приводит к уменьшению количества используемой воды, экономии затраченных средств, отвечает принципам рационального использования природных ресурсов, бережного отношения к экологии. Управление системой осуществляется на базе персонального компьютера с помощью пакета MasterSCADA.

Ключевые слова: контроллер, замкнутые системы водоснабжения, автоматизированная система, температурный режим, очистка.

Для цитирования: Скрипко Л. П., Скрипко А. А. Автоматизация системы замкнутого водоснабжения для объектов аквакультуры // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 3. С. 49–55. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-3-49-55.

Введение

Одной из главных задач государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса» является улучшение среды, в которой обитают рыбы, и увеличение их разнообразия путем выведения новых пород, наиболее приспособленных к современным условиям рыборазведения [1]. Астраханский край имеет все условия для разведения рыб и увеличения рыбных запасов в водоемах. С этой целью в рыбных хозяйствах создаются условия для восстановления численности естественной популяции, а также выведения новых пород ценных рыб. В бассейнах предприятий аквакультуры должна быть чистая вода, насыщенная кислородом, достаточная освещенность, определенная температура. Проблему чистой воды в емкостях для рыб решают с помощью биофильтров с нитрифицирующими бактериями, которые перерабатывают отходы жизнедеятельности рыб, образуя нитраты. Очистка от твердых нерастворимых частиц производится с помощью механических фильтров. Аэрацию, повышение концентрации кислорода в воде и удаление углекислого газа поддерживают с помощью оксигенаторов. Следующим этапом является обеззараживание воды. В процессе очистки температура воды в бассейне падает, ее необходимо довести до температуры, соответствующей биотехническому нормативу. Нагреватель может создать определенную температуру в аквариуме [2].

Основные функции системы замкнутого водоснабжения – это создание среды, необходимой для обитания данной породы рыб, увеличения темпа роста популяции; рациональное использование производственной площади. Контроль работы системы замкнутого водоснабжения осуществляется при помощи мониторинга. Кормление рыб автоматизировано.

В замкнутом цикле водоснабжения происходит постоянная очистка воды, что позволяет уменьшить объем используемой воды, экономить вложенные в производство средства, рационально использовать природные ресурсы, проявить бережное отношение к экологии.

Сама система должна устанавливаться в хорошо проветриваемом месте, а температура окружающего воздуха не должна превышать $+5^{\circ}\text{C}$. Это связано с тем, что в процессе работы системы замкнутого водоснабжения используются средства контроля химической, биологической и механической очистки. Для очистки сточных вод используются различные методы. Во время флотации сточные воды из установки подвергаются химической обработке, при этом следует наблюдать за тем, чтобы соленость воды не превышала характеристики требований к воде для установки замкнутого водоснабжения [3].

Материалы исследования

Актуальность темы определяется необходимостью разработки разнообразных режимов функционирования автоматизированной системы замкнутого водоснабжения для проведения экспериментов по селекции рыб, в частности температурных режимов, режимов концентрации кислорода, кормления и пр. На рис. 1 продемонстрирована автоматизированная система замкнутого водоснабжения.

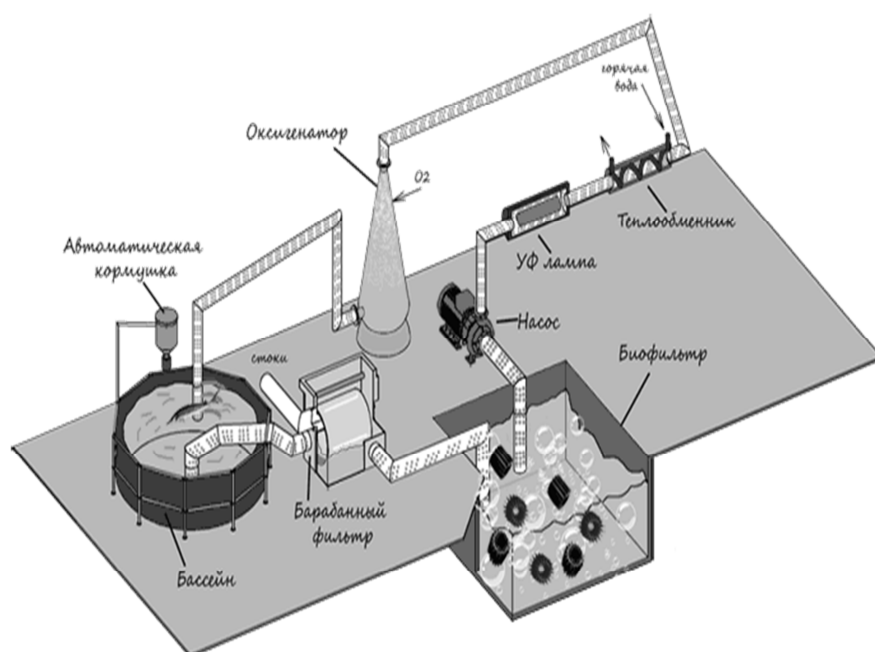


Рис. 1. Схема автоматизированной системы замкнутого водоснабжения

Цель нашего проекта – разработать инновационную программу, создающую оптимальные условия для эффективного разведения любых видов рыб, исследования этих условий; проведения генетических экспериментов с использованием автоматизированной системы замкнутого водоснабжения на основе промышленных контроллеров «ОВЕН» в программной среде MasterSCADA.

В данной работе предлагается к рассмотрению автоматизированная система замкнутого водоснабжения на основе промышленных контроллеров «ОВЕН» и программное обеспечение для ее функционирования. Программный пакет, написанный на языке FBD, позволяет решать целый ряд важнейших задач аквакультуры.

Научная новизна работы – в возможности создания необходимых динамических режимов системы для правильного развития эмбрионов и эффективного развития различных типов рыб (сомовых, осетровых, карповых, лососевых). Ранее можно было создавать только стационарные фиксированные режимы. Также рассматривается возможность автоматического переключения режимов в зависимости от поставленных задач, чего не было в предыдущих системах. Появилась функция лазерного излучения необходимой мощности с нужной периодичностью на эмбрионы для их генетической модификации, разработан архив данных о работе системы [4].

Автоматизированная система замкнутого водоснабжения, предлагаемая авторами, выполняет функции поддержания необходимых уровней воды в бассейнах рыбной фермы, контроля и поддержания уровней кислорода, нитратов, необходимых для данного типа рыб, а также требуемой температуры. Система предназначена для автоматизированного управления системой работы больших рыбных ферм. На рис. 2 показан результат работы по разработке такой системы.

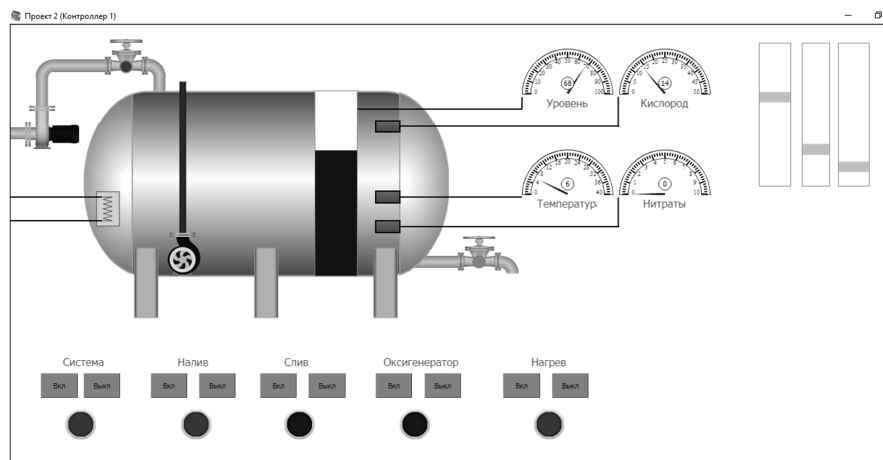


Рис. 2. Система, разработанная в программной среде MasterSCADA

Система включает в себя нижний, средний и верхний уровни (рис. 3).

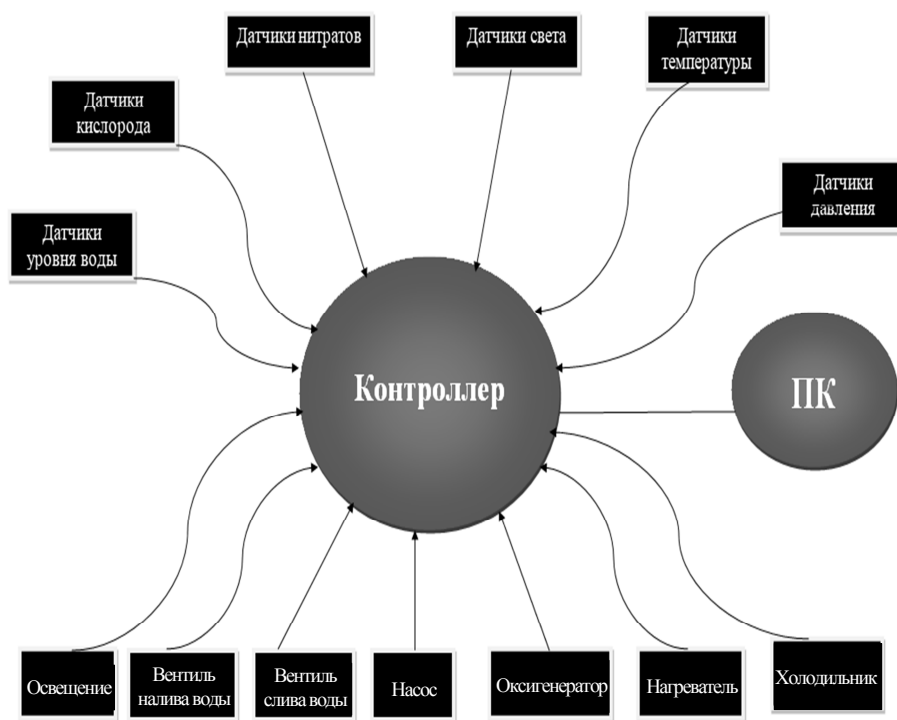


Рис. 3. Структурная схема автоматизированной системы замкнутого водоснабжения

На нижнем уровне – насос, вентиль налива и слива воды, оксигенатор, нагреватель. Также здесь расположены датчики насосов, уровня нитратов, освещения, уровня воды, температуры и давления. Датчик уровня воды позволяет отслеживать тот уровень воды, который необходим в бассейне с определенным количеством рыбы. Датчик нитратов отвечает за очистку воды. Свет рыбе необходим для ориентации в пространстве и нахождения корма в водоеме. Бионормативной температурой для выращивания осетровых рыб от 500 до 1 500 г является значение 20–23 °С. Эта температура поддерживается датчиком температуры.

Средний уровень включает в себя контроллер «ОВЕН» и модули расширения. Модуль ввода/вывода данных позволяет осуществить преобразование сигналов, которые поступают с датчиков и преобразуются в цифровую форму. Они передают материал компьютеру или программируемому контроллеру. Обязательно должны быть исполнительные устройства. Их задача – превратить входной сигнал в выходной, воздействующий на объект управления.

На верхнем уровне расположены программный компьютер, электронно-вычислительные машины и система управления персональным компьютером с использованием пакета MasterSCADA. Для передачи данных с удаленных объектов на центральный диспетчерский пункт может быть использован любой из доступных каналов связи: коммутируемые линии, радиоканал, беспроводной Ethernet, сотовая связь (GPRS, SMS), спутниковая связь [5].

Алгоритм программы обеспечивает автоматический контроль и управление параметрами системы. В качестве примера на рис. 4 представлены компоненты алгоритма, отвечающие за поддержание необходимого температурного режима.

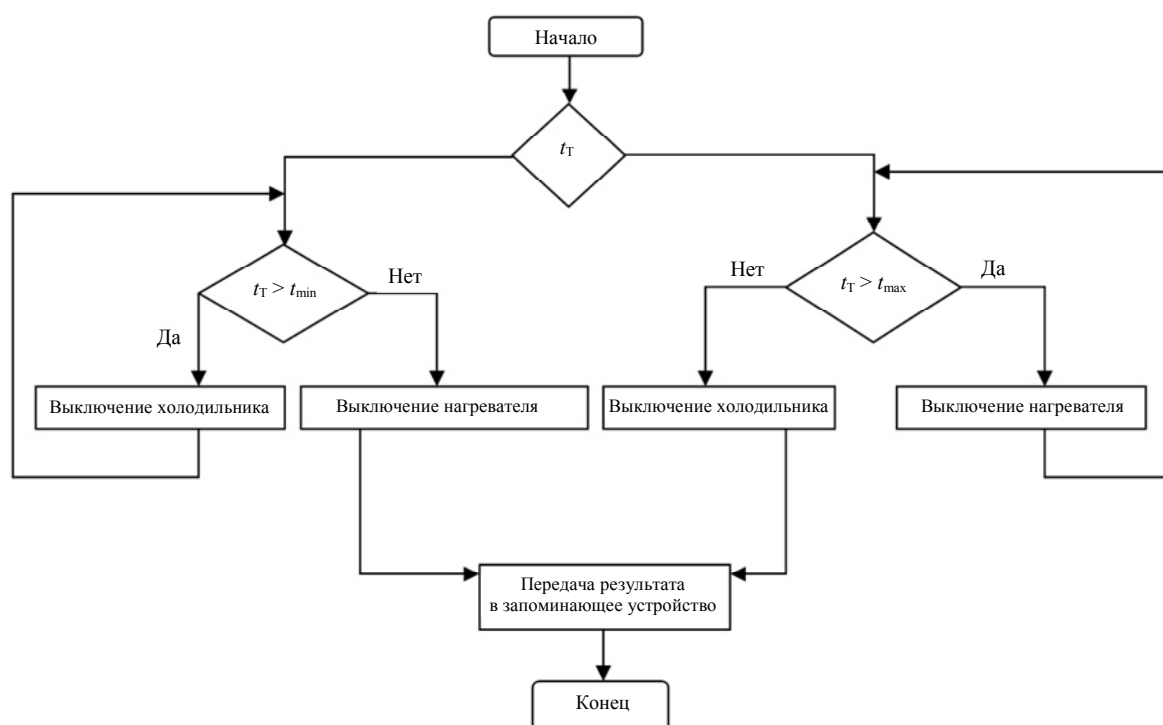


Рис. 4. Блок-схема алгоритма поддержания необходимой температуры аквасистемы

Нами проведен сравнительный анализ существующих контроллеров, необходимых для создания автоматизированных систем замкнутого водоснабжения (табл.).

Сравнительные характеристики существующих пакетов программ

Промышленные контроллеры	Выносная и настенная модель	Возможность работать с нестандартными протоколами по COM порту	Стоимость	Модификации	Язык программирования
«ОВЕН»	Есть	Есть	5 000–33 000 руб.	Есть; ПЛК с большим количеством I/O	Несколько
Schneider Electric			10 000–250 000 руб.		
Segnetics и Pixel		Нет (что-то может получиться через linux у SMH2gi, но сама среда программирования такой возможности не даст)	10 000–25 000 руб.		
Siemens		Есть	38 000–440 289 руб.		

Работа выполнялась на пробной версии программной среды MasterSCADA. На рис. 5 представлен вариант написания программы в программной среде MasterSCADA [6].

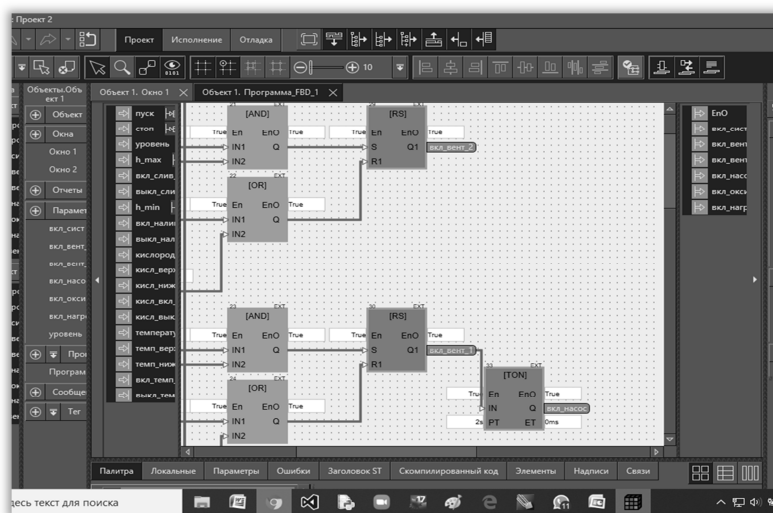


Рис. 5. Окно программы в программной среде MasterSCADA

Для дальнейшего выполнения наших работ необходимы профессиональное программное обеспечение MasterSCADA, программируемые устройства (контроллер «ОВЕН ПЛК160 [M02]»), силовые и коммутационные устройства, контрольно-измерительные приборы, соответствующие датчики.

В план реализации нашего проекта входят следующие этапы:

- апробация;
- анализ и определение эффективности работы предлагаемой системы установки замкнутого водоснабжения;
- анализ рынка сбыта и разработка бизнес-плана, обязательным пунктом является закупка профессиональной версии MasterSCADA 4D;
- написание пакета программ и их отладка;
- тестирование пакета программ, составление проектной документации, инструкции по эксплуатации.

Выявлены возможные партнеры и организации, заинтересованные в реализации данного проекта:

- Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук совместно с МГУ им. Ломоносова;
- Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург);
- Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук;
- Астраханский государственный технический университет;
- Калининградский государственный технический университет;
- Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет;
- все рыбные фермы РФ и ближнего зарубежья.

Заключение

На сегодняшний день существует острая необходимость в автоматизированных системах замкнутого водоснабжения для рыбных хозяйств в Астраханской области. На мировом рынке существуют подобные стационарные системы. В России получили распространение только маленькие аквариумы, а для больших ферм автоматизированные системы управления еще не созданы.

При разведении новых пород существенным фактором является поддержание определенных условий в аквариумах. Созданная нами автоматизированная система замкнутого водоснабжения поможет осуществлять контроль за всеми необходимыми параметрами аквасистемы, такими как уровень воды в бассейне, необходимая температура, степень насыщения воды кислородом, количество нитратов, освещенность, давление. Немаловажным фактором является доступность и небольшие энергетические затраты проекта. Это связано с перекрытием потерь оборотной воды и устранением минерализации. Экономия водных ресурсов, сокращение производственного расхода воды, а следовательно, и уменьшение загрязнения водоемов способствуют решению одной из главных экологических проблем.

Представлена структурная схема, алгоритм работы и программа работы. Предлагаемая модель может быть реализована для восстановления популяций, исчезающих в реках Каспийского бассейна; для увеличения и разнообразия рыбной продукции при минимальных энергетических затратах; для очистки водоемов.

Разработанная система приблизительно в 10 раз дешевле зарубежных аналогов при том же объеме выполняемых функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Об утверждении* государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса»: Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 314. URL: <https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/gosprogramma-razvitiya-rybohozyajstvennogo-kompleksa/> (дата обращения: 29.03.2021).
2. *Аквапоника* – технология сельского хозяйства будущего: сб. информ. материалов. Белгород: ОГАУ «ИКЦ АПК», 2015. 4 с.
3. *Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М.* Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие в 3 т. М.: Изд-во АСВ, 2003. Т. 1. 288 с.
4. *ГОСТ 21.404-85.* Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. М.: Стандартинформ, 2007. 16 с.
5. *Понимание языков программирования IEC61131-3.* URL: https://www.proasutp.com/articles/plc/understanding_the_iec61131_3_programming_languages.html (дата обращения: 29.03.2021).
6. *Игонин А. А., Крючков А. Н., Илюхин В. Н., Гимадиев А. Г.* Лабораторный практикум по программируемым логическим контроллерам. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. 75 с.

Статья поступила в редакцию 19.04.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила Петровна Скрипко – канд. пед. наук, доцент; доцент кафедры физики; Астраханский государственный технический университет; Россия, 414056, Астрахань; skripkoanastasia@mail.ru.

Анастасия Андреевна Скрипко – студентка, направление подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; Астраханский государственный технический университет; Россия, 414056, Астрахань; skripkoanastasia@mail.ru.



AUTOMATION OF CLOSED WATER SUPPLY SYSTEM FOR AQUATIC ORGANISMS

L. P. Skripko, A. A. Skripko

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The article describes the automated closed water supply system based on industrial controllers OWEN, which allows creating the necessary fish habitat, increasing the population growth rate, rational use of production areas, conducting experiments on fish breeding, improving their characteristics. The need to develop the different modes of the system operation, in particular, temperature modes, oxygen concentration levels, feeding periods, etc., was taken into account when creating a software package written in the programming language FBD. The developed system includes lower, middle and upper levels. Control over the operation of the closed water supply system is carried out by monitoring. Fish feeding process is automated. Water purification is carried out in the non-stop regime, which decreases the amount of water used, lowers the costs and meets the principles of rational use of natural resources protecting the environment. It is possible to

create the necessary dynamic modes of the system for the correct development of embryos and the effective development of various fish species and the possibility of using laser radiation of the required power. The system is controlled by a personal computer using the MasterSCADA package.

Key words: controller, closed water supply systems, automated system, temperature control, purification.

For citation: Skripko L. P., Skripko A. A. Automation of closed water supply system for aquatic organisms. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*. 2021;3:49-55. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2021-3-49-55.

REFERENCES

1. *Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii «Razvitie rybokhoziaistvennogo kompleksa»*. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15 aprelya 2014 g. № 314* [On the approval of the State program of the Russian Federation “Development of the fisheries complex”. Decree of the Government of the Russian Federation No. 314 of April 15, 2014]. Available at: <https://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/gosprogramma-razvitiya-rybohozyajstvennogo-kompleksa/> (accessed: 29.03.2021).
2. *Akvaponika – tekhnologiya sel'skogo khoziaistva budushchego: sbornik informatsionnykh materialov* [Aquaponics as agricultural technology of the future: Compendium]. Belgorod, OGAU «IKTs APK», 2015. 4 p.
3. Zhurba M. G., Sokolov L. I., Govorova Zh. M. *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzhenii: uchebnoe posobie v 3 t.* [Water supply. Design of systems and structures: tutorial in 3 volumes]. Moscow, Izd-vo ASV, 2003. V. 1. 288 p.
4. GOST 21.404-85. *Sistema proektnoi dokumentatsii dlia stroitel'stva. Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov. Oboznacheniia uslovnye priborov i sredstv avtomatizatsii v skhemakh* [GOST 21.404-85. System of design documents for construction. Automation of technological processes. Symbols of conventional devices and automation equipment in the diagrams]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 16 p.
5. *Ponimanie iazykov programmirovaniia IEC61131-3* [Understanding of programming languages IEC61131-3]. Available at: https://www.proasutp.com/articles/plc/understanding_the_iec61131_3_programming_language.html (accessed: 29.03.2021).
6. Igonin A. A., Kriuchkov A. N., Iliukhin V. N., Gimadiev A. G. *Laboratornyi praktikum po programmirovaniyu logicheskikh kontrollеров* [Laboratory workshop on programmable logic controllers]. Samara, Izd-vo Samar. gos. aerokosm. un-ta, 2011. 75 p.

The article submitted to the editors 19.04.2021

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ludmila P. Skripko – Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Physics; Astrakhan State Technical University; Russia, 414056, Astrakhan; skripkoanastasia@mail.ru.

Anastasia A. Skripko – Student, training area “Infocommunication Technologies and Communication Systems”; Astrakhan State Technical University; Russia, 414056, Astrakhan; skripkoanastasia@mail.ru.

