

Водоснабжение, строительные системы охраны водных ресурсов

Научная статья

УДК 681.5

<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2022-4/96-101>

Р.Е. Тиганов, А.П. Панфилов, Р.А. Тихонов

ТИГАНОВ РОМАН ЕВГЕНЬЕВИЧ – аспирант, tiganov_re@dvfu.ruПАНФИЛОВ АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ – аспирант, panfilov_ap@dvfu.ru

Департамент электроники, телекоммуникации и приборостроения

Политехнический институт

ТИХОНОВ РУСЛАН АЛЕКСАНДРОВИЧ – бакалавр, tikhonov.re@students.dvfu.ru

Департамент математического и компьютерного моделирования

Институт математики и компьютерных технологий

Дальневосточный федеральный университет

Владивосток, Россия

Модель многоканальной системы контроля температуры воды в аквариумных танках

Аннотация. В статье предложена модель многоканальной системы контроля температуры в двух реализациях, проверена работоспособность систем и соответствие заданным требованиям, приведены результаты проделанной работы. Поставлена задача-по разработке удобного для пользователя и финансово эффективного решения контроля температуры в аквариумных танках больших океанариумных комплексов.

Ключевые слова: контроль температуры, одноплатный компьютер, система на кристалле, визуальный язык программирования, пользовательский интерфейс

Для цитирования Тиганов Р.Е., Панфилов А.П., Тихонов Р.А. Модель многоканальной системы контроля температуры воды в аквариумных танках // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2022. № 4(53). С. 96–101.

Введение

В нашей стране и за ее пределами строятся новые и реконструируются старые океанариумы, развивается аквакультура животных и растений. Совершенствуются традиционные пресноводные и морские аквариумы, усложняется и оптимизируется их оборудование.

Важнейшим экологическим фактором среды является температура, от которой напрямую зависят обмен веществ и развитие гидробионтов. Большинство водных организмов приспособлено к обитанию в среде с определенным температурным диапазоном, в пределах которого их метаболические процессы функционируют с наибольшей эффективностью. Отклонение параметров среды от оптимальных значений ведет к стрессовым реакциям и активации ряда защитных механизмов [2].

Вопрос контроля температуры среды обитания гидробионтов является довольно актуальным, в особенности, когда речь идет о системах жизнеобеспечения морских млекопитающих. Существует множество систем контроля и автоматического управления, построенных на базе промышленных программируемых логических контроллеров, которые характеризуются высокой стоимостью, а также громоздким программным обеспечением, что вызывает неудобства в работе специалистов диспетчерских служб. В отличие от систем автоматического управления к системам контроля не предъявляются требования применимые к системам ав-

томатического управления, а если она не является основной, то требования ограничиваются только электробезопасностью и использованием локальных сетей передачи данных. Для реализации системы контроля температуры, необходимо использовать современные гибкие решения с интуитивно понятным интерфейсом и хорошо задокументированными библиотеками программных инструментов.

Целью исследования является разработка модели многоканальной системы контроля температуры для оперативного дистанционного получения информации о состоянии систем жизнеобеспечения (СЖО) гидробионтов.

Основные задачи:

- 1) разработка системы формирования сигналов и их регистрации с использованием оборудования National Instruments;
- 2) разработка системы формирования сигналов и их регистрации с использованием одноплатного компьютера Raspberry Pi 3 и цифрового датчика температуры DS18B20;
- 3) разработка систем передачи зарегистрированных сигналов по локальной сети передачи данных;
- 4) разработка интерфейса для отображения показаний динамики изменения температуры.

1. Реализация с использованием оборудования National Instruments и среды разработки LabVIEW

Для решения поставленной задачи была построена модель системы с использованием среды разработки LabVIEW и многофункционального устройства USB 6361.

Модель данной системы состоит из следующих ключевых элементов: персональный компьютер с программным обеспечением LabVIEW [3], многофункциональное устройство USB 6361, коннекторный блок BNC–2120 [1], термопара типа К и термисторы В57045–К (рис. 1).

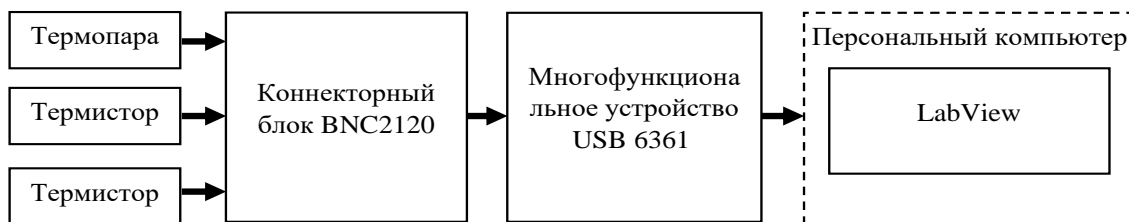


Рис. 1. Структурная схема модели многоканальной системы для мониторинга температуры

Функциональные возможности измерительных приборов в BNC–2120 построены на основе многофункционального устройства ввода–вывода (DAQ), настольной рабочей станции и программ, разработанных в среде LabVIEW. Для реализации модели с учетом всех требований технического задания, в том числе и обеспечения сетевых функций, требуется разработать виртуальные приборы, выполняющие роли серверной и клиентской части системы формирования сигналов и их регистрации (рис. 2).

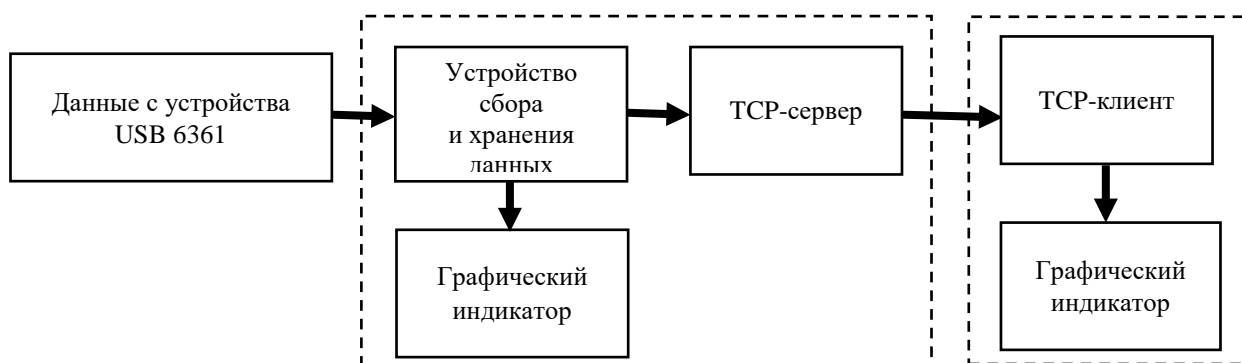


Рис. 2. Блок-схема программных модулей в среде LabVIEW

Данные, полученные с датчиков температуры, преобразованные в цифровой вид с помощью устройства USB-6361, попадают в устройство сбора и хранения данных, после чего поступают в модуль графического индикатора, где происходит построение графиков зависимости температуры исследуемого объекта от времени. В то же время устройство сбора и хранения данных посылает их в модуль TCP-сервера, предназначенного для передачи в локальной сети. Далее данные попадают в модуль TCP-клиента, передаются в модуль графического индикатора, где дублируются графики зависимости температуры исследуемого объекта от времени.

2. Реализация с использованием одноплатного компьютера Raspberry Pi 3 и цифрового датчика температуры DS18B20

Вторая реализация задач осуществлялась на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi 3 и цифрового датчика температуры DS18B20.

Raspberry Pi – это малогабаритный одноплатный компьютер, плата имеет процессор, оперативное запоминающее устройство и аппаратные порты, которые отсутствуют в стандартных компьютерах. Главной операционной системой для Raspberry Pi является Raspbian, которая основана на Debian. Хотя основной поддерживаемой операционной системой является Raspbian, можно установить и другие операционные системы, такие как Ubuntu mare, Ubuntu Core, OSMC, RIS OS, Windows 10 IoT и др. [3]. Существует несколько версий этого компьютера, которые различаются размерами, ценой и техническими характеристиками.

Система измерения температуры на основе датчика DS1820 в отличие от обычных термисторов обладает следующими преимуществами:

- датчик калиброван на заводе-производителе и выдает цифровой код температуры;
- не требует калибровки, как системы с терморезисторами, где необходима калибровка устройства;
- на точность измерений не влияет длина проводов;
- возможность хранить данные на одноплатный компьютер;
- возможность подключить несколько датчиков на один адаптер и просматривать их в окне одной программы;

Основная функция микросхемы DS18B20 [3] (рис. 3) – трансформация показаний встроенного датчика температуры в цифровой код. Это преобразование зависит от разрешения преобразования, установленного пользователем, которое настраивается от 9 до 12 бит. Если настройки не производились, то установка регистра конфигурации соответствует 12 битам.

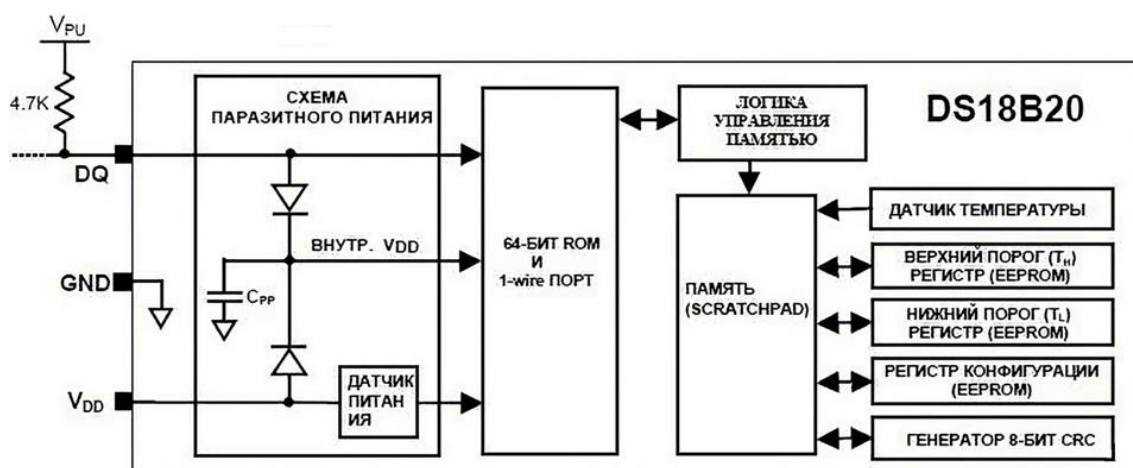


Рис. 3. Блок-схема датчика температуры цифрового DS18B20

После снятия и обработки сигнала с датчика температуры в микросхеме DS18B20 полученные данные в градусах Цельсия сохраняются в виде 16-битного числа с признаком (S), который отвечает за знак «+» или «-» температуры. Если показания температуры выше «0», то показатель S=0, если же значение температуры отрицательное, то S=1.

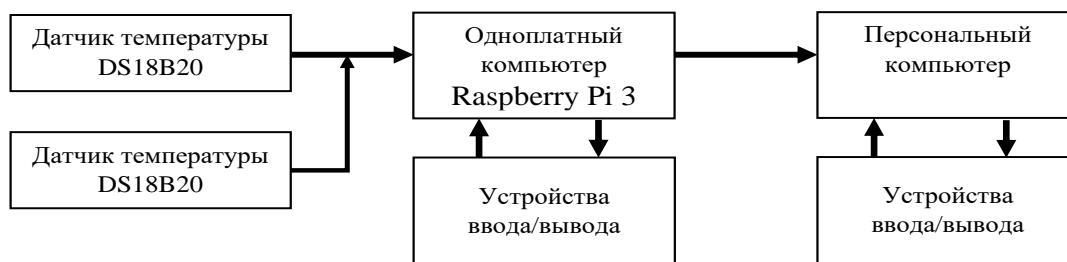


Рис. 4. Блок-схема модели многоканального измерителя температуры на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi 3

Проверка работоспособности систем

Для проверки системы были разработаны пользовательские интерфейсы в виде графиков зависимости температуры от времени. Для эксперимента использовались два персональных компьютера, подключенных к локальной сети, программное обеспечение LabVIEW, многофункциональное устройство USB 6361, коннекторный блок BNC2120 и термистор B57045-K (рис. 5).

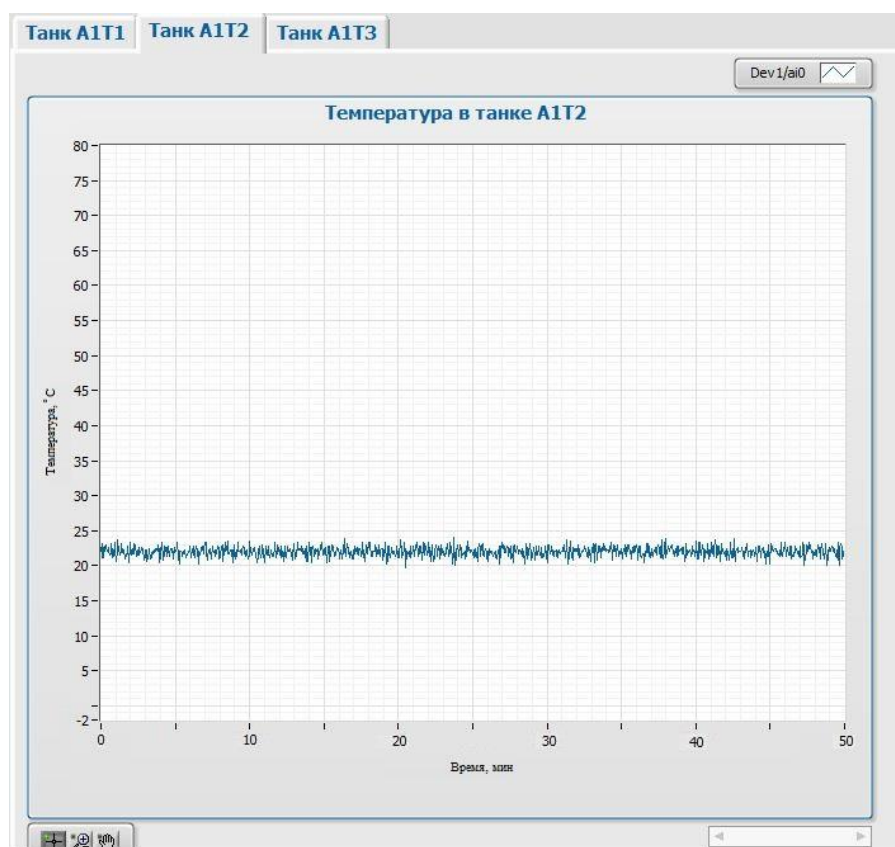


Рис. 5. Интерфейс с использованием термистора B57045-K

В ходе экспериментов было выявлено, что погрешность работы измерения – не более $0,1^{\circ}\text{C}$, что достаточно для подавляющего числа задач. Частота взятия выборок – не менее 1 раза в секунду. Потерь при передаче и записи данных выявлено не было.

Для проверки работоспособности системы на основе одноплатного компьютера Raspberry Pi был разработан интерфейс в виде графика зависимости температуры от времени и проведена проверка работы датчика с различным временем опроса.

Результаты эксперимента показали, что погрешность работы измерения не более $0,1^{\circ}\text{C}$ при периоде опроса 400 мс, что, в свою очередь, более чем в 2 раза больше измеренной в предыдущей реализации.

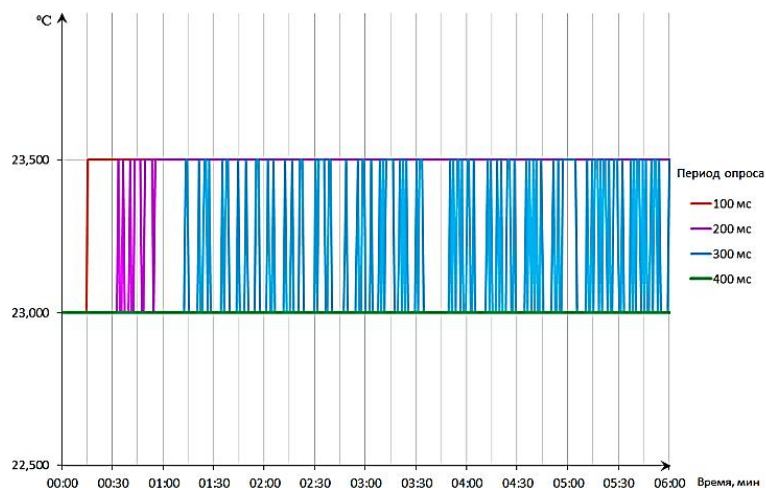


Рис. 6. Интерфейс с использованием датчика температуры DS18B20

Выводы

Разработана модель системы формирования сигналов и их регистрации с помощью оборудования National Instruments и среды разработки LabVIEW с использованием визуального языка программирования G. В данной модели была реализована передача зарегистрированных по локальной сети передачи данных, а также разработан пользовательский интерфейс с возможностью переключения между каналами для отображения показаний динамики изменения температуры. Также была предложена реализация модели многоканальной системы контроля температуры с использованием одноплатного компьютера Raspberry Pi и цифровых датчиков температуры DS18B20. Данная реализации является удобной в настройке и проведении пусконаладочных работ, так как одноплатные компьютеры представляют собой законченные вычислительные системы, которые включают процессор, память, систему питания, периферию и разъемы. Помимо этого, использование цифрового термометра DS18B20 с интерфейсом 1-wire позволяет подключить до 100 датчиков на один GPIO ввод, что может обеспечить контроль температуры всех систем жизнеобеспечения главного корпуса научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум».

Обе модели подходят для решения задач контроля температуры, их различия в стоимости решения и привязке к аппаратной базе. В решении с оборудованием National Instruments преимуществом является промышленный класс оборудования, но в то же время стоимость и возможные проблемы с приобретением данного оборудования могут быть неприемлемыми. В случае с решением на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi и цифровых датчиков температуры DS18B20 преимуществом является низкая цена аппаратной составляющей и большой инструментарий для создания программного обеспечения, но отсутствие у оборудования промышленной сертификации требует дополнительных инженерных изысканий.

Для развития данной работы и возможного внедрения в систему автоматического управления необходимы внесения конструктивных новых решений, а также проработка вопросов промышленной и информационной безопасности [4].

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Самарский А.П. Динамическое моделирование непрерывных технологических процессов в среде LabVIEW. Иваново: Изд-во Ивановского государственного химико-технологического университета, 2022. С. 8–15.
2. Cai M., Wang Y., Wang S., Wang R., Cheng L., Tan M. Predictionbased seabed terrain following control for an underwater vehiclemanipulator system. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. 2019;51:4751–4760.
3. DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer. URL: www.datasheets.maxim-ic.com/en/ds/-DS18S20.pdf – 10.09.2022.

4. Shakor Zaidoon, Fawzi Aymen. Application of LabVIEW and Genetic Algorithm for controlling of Plate Heat Exchanger. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*. 2018;(4):125–135.
5. Xu F., Wang H., Wang J., Au, K.W.S., Chen W. Underwater dynamic visual servoing for a soft robot arm with online distortion correction. *IEEE/ASME Trans. Mechatron*. 2019;24:979–989.
6. Yue C., Hong C., Ye C. Design of a wearable sensing system for a lower extremity exoskeleton. *International Conference on Mechatronics and Automation*, 2017, August 06-09, Takamatsu, Japan. P. 464–468. DOI: 10.1109/ICMA.2017.8015861

FEFU: SCHOOL of ENGINEERING BULLETIN. 2022. N 4/53

Water Supply, Building Systems for Water Resources Protectionwww.dvfu.ru/en/vestnikis

Original article

<http://doi.org/10.24866/2227-6858/2022-4/96-101>

Tiganov R., Panfilov A., Tikhonov R.

ROMAN E. TIGANOV, Postgraduate Student, tiganov_re@dvfu.ruALEXANDER P. PANFILOV, Postgraduate Student, panfilov_ap@dvfu.ru✉

Department of Electronics and Communications

Polytechnic Institute

RUSLAN A. TIKHONOV, Bachelor, tikhonov.re@students.dvfu.ru

Department of Mathematical and Computer Modeling

Institute of Mathematics and Computer Technologies

Far Eastern Federal University

Vladivostok, Russia

Model of a multi-channel water temperature control system in aquarium tanks

Abstract. The article proposes models of multichannel temperature control systems in two implementations, checks the performance of systems and compliance with specified requirements, and also presents the results of the work done. This article aims to present a user-friendly and cost-effective solution for monitoring the temperature in aquarium tanks of large aquarium complexes.

Keywords: temperature monitoring, single board computer, system on a chip, visual programming language, user interface

For citation: Tiganov R., Panfilov A., Tikhonov R. Model of a multi-channel water temperature control system in aquarium tanks. *FEFU: School of Engineering Bulletin*. 2022;(4):96–101. (In Russ.).

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

REFERENCES

1. Samarsky A.P. Dynamic modeling of continuous technological processes in the LabView environment. Ivanovo, Publishing House of the Ivanovo State University of Chemical Technology, 2022. P. 8–15. (In Russ.).
2. Cai M., Wang Y., Wang S., Wang R., Cheng L., Tan M. Predictionbased seabed terrain following control for an underwater vehiclemanipulator system. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern*. 2019;51: 4751–4760.
3. DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer. URL: www.datasheets.maximic.com/en/ds/DS18S20.pdf – 10.09.2022.
4. Shakor Zaidoon, Fawzi Aymen. Application of LabVIEW and Genetic Algorithm for controlling of Plate Heat Exchanger. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*. 2018;(4):125–135.
5. Xu F., Wang H., Wang J., Au K.W.S., Chen W. Underwater dynamic visual servoing for a soft robot arm with online distortion correction. *IEEE/ASME Trans. Mechatron*. 2019;24:979–989.
6. Yue C., Hong C., Ye C. Design of a wearable sensing system for a lower extremity exoskeleton. *International Conference on Mechatronics and Automation*, 2017, August 06-09, Takamatsu, Japan. 2017. P. 464–468. DOI: 10.1109/ICMA.2017.8015861