



**Абдрахманов В. Х.**  
**Abdrakhmanov V. Kh.**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры  
«Инфокоммуникационные  
технологии  
и наноэлектроника»,  
ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный  
университет»,  
г. Уфа,  
Российская Федерация



**Важдаев К. В.**  
**Vazhdaev K. V.**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры  
«Инфокоммуникационные  
технологии  
и наноэлектроника»,  
ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный  
университет»,  
доцент кафедры  
«Водоснабжение  
и водоотведение»,  
ФГБОУ ВО «Уфимский  
государственный нефтяной  
технический университет»,  
г. Уфа,  
Российская Федерация



**Салихов Р. Б.**  
**Salikhov R. B.**

доктор физико-  
математических наук,  
профессор,  
заведующий кафедрой  
«Инфокоммуникационные  
технологии  
и наноэлектроника»,  
ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный  
университет»,  
г. Уфа,  
Российская Федерация

УДК 681.518.3

## РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WI-FI МОДУЛЕЙ ESP8266 И LPWAN ТЕХНОЛОГИЙ

Исследование возможности применения сетевых технологий в агропромышленном комплексе с разработкой конкретных технических решений в настоящее время является весьма актуальной задачей. В статье рассматриваются и обосновываются следующие основные цели исследования в сфере производства молочной продукции — исследование возможностей повышения качества молочной продукции с помощью современных сетевых электронных технологий учета молока, исследование возможностей контроля по сети и мониторинга работы автоматов промывки, предназначенных для управления процессом промывки доильной аппаратуры. Предлагается разработка и внедрение сетевых технологий в области молочного животноводства, которая позволила бы решить задачу автоматизации и мониторинга доильного оборудования. Предлагаются технические решения для дистанционного контроля по сети и мониторинга количества (а возможно и качества) подоенного доильным оборудованием молока, что позволит предотвратить его неконтролируемое разбавление производителем. Для этого производится модернизация блоков учета молока, применяемых в составе доильного оборудования на фермах и летних дойках, — дополнительно вводится модуль для подключения к сети (например, Wi-Fi модуль или радиомодуль (модем) технологии LPWAN), разрабатывается специальное программное обеспечение. Также возможна реализация дистанционного контроля по сети и мониторинг работы автоматов промывки, предназначенных для управления процессом промывки доильной аппаратуры. Для этого производится их модернизация — дополнительно вводится модуль для подключения к сети (например, Wi-Fi модуль или радиомодуль (модем) технологии LPWAN), разрабатывается

специальное программное обеспечение, причем есть возможность реализовать большинство блоков этого устройства также на базе платформы Arduino. Для контроля качества промывки мы предлагаем ввести логгирование (журналирование) проводимых автоматом промывки операций (дата и время промывки, длительность промывки, длительность ополаскивания, объем воды для ополаскивания, дозировка моющих средств, температура моющего раствора) с выдачей результата через сеть.

**Ключевые слова:** Интернет вещей (IoT), Wi-Fi модуль ESP8266, среда разработки Arduino IDE, LPWAN технологии, электронные технологии учета молока, автоматы промывки доильной аппаратуры.

## DEVELOPMENT OF AUTOMATION FACILITIES USING WI-FI MODULES ESP8266 AND LPWAN TECHNOLOGIES

The study of the possibility of using network technologies in the agro-industrial complex with the development of specific technical solutions is currently a very urgent task. The article examines and justifies the following main objectives of the research in the field of dairy production: researching the possibilities of improving the quality of dairy products using modern electronic milk accounting technologies, researching the possibilities of monitoring the network and monitoring the operation of rinse machines designed to control the washing process of milking equipment. It is proposed to develop and implement network technologies in the field of dairy farming, which would solve the problem of automation and monitoring of milking equipment. Technical solutions are offered for remote monitoring of the network and monitoring the quantity (and possibly the quality) of milk milked by milking equipment, which will prevent its uncontrolled dilution by the manufacturer. To do this, the milk accounting units used in the milking equipment on farms and summer milking are modernized—an additional module is added to connect to the network (for example, a Wi-Fi module or a radio module (modem) of LPWAN technology), special software is being developed. It is also possible to implement remote monitoring over the network and monitor the operation of rinse machines designed to control the washing process of milking equipment. To do this, they are upgraded — an additional module is added to connect to the network (for example, a Wi-Fi module or a radio module (modem) of LPWAN technology), special software is developed, and most units of this device can also be implemented on the Arduino platform. To control the quality of washing, we propose to enter logging (logging) of the automatic washing operations (washing date and time, washing time, rinse time, rinse water volume, detergent dosage, detergent solution temperature) and output through the network.

**Key words:** Internet of Things (IoT), Wi-Fi module ESP8266, Arduino IDE development environment, LPWAN technologies, electronic milk accounting technologies, washing machines for milking equipment.

### *1. Актуальность научной проблемы исследования*

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) [1] в сельском хозяйстве решает несколько главных задач, среди которых сокращение операционных расходов, себестоимости выращивания продукции, ресурсосбережение, улучшение урожайности, выявление проблемных зон земельных участков и т.д. Для решения этих задач используются беспилотники, сети Интернета вещей, спутниковые технологии, самоуправляемая спецтехника и различные телематические сервисы. «Минсельхоз, Минпромторг и Мин-

комсвязи Российской Федерации получили поручение разработать план мероприятий по внедрению «интернета вещей» в агропромышленном комплексе», — пишут «Ведомости» со ссылкой на протокол совещания у вице-преьера Аркадия Дворковича [2]. Ведомства должны подготовить предложения по обеспечению доступа в Интернет на землях сельхозназначения в Воронежской области, Ставропольском и Краснодарском краях. Они также должны разработать порядок строительства объектов связи на этих землях. Источники издания при этом не уточнили, в какие сроки и за чей счет могут быть

внедрены новые технологии. Концепция «интернета вещей» предполагает создание вычислительной сети из физических объектов («вещей»), которые могут самостоятельно обмениваться данными друг с другом и с внешней средой. Автоматизация с помощью современных сетевых электронных технологий особенно актуальна для развития малого предпринимательства в сельском хозяйстве, т.е. малых фермерских хозяйств. Это обусловлено тем, что в малых фермерских хозяйствах часто не хватает рабочих рук — при малых объемах производства невыгодно нанимать много работников, а стандартные решения в области автоматизации обычно ориентированы на крупные производства или требуют больших вложений. Между тем, для решения проблем повышения качества и экологичности продукции необходимо развивать именно малые фермерские хозяйства, которые могут выпускать продукцию малыми партиями с большей гарантией качества и экологичности, и, соответственно, доверие покупателей к ним больше.

В информационно-измерительных системах контроля для цифровых систем управления используются различные типы преобразователей. В последнее время в таких системах все чаще используются бесконтактные типы преобразователей в силу их неоспоримых преимуществ [3–7].

Качество молочной продукции — широко обсуждаемая проблема в средствах массовой информации. Молоко часто неконтролируемо разбавляется, а необходимая жирность обеспечивается добавлением какого либо дешевого масла (пальмового, например). Для решения этой проблемы необходимы и административные меры, и техническое переоснащение молочного производства. Если контролировать в реальном времени с использованием сетевых технологий поступающее из доильного оборудования количество молока, то решение этой проблемы облегчается. Кроме того, на качество молока может оказывать влияние качество промывки доильного оборудования. Для контроля качества промывки мы предлагаем ввести логгирование (журналирование) проводимых автоматом промывки операций (дата и время

промывки, длительность промывки, длительность ополаскивания, объем воды для ополаскивания, дозировка моющих средств, температура моющего раствора) с выдачей результата через сеть.

## 2. Предлагаемые методы и подходы к решению задач исследований

Рассмотрим основные предлагаемые технические решения. Wi-Fi модули ESP8266 [8], который широко используется в технологиях «Интернета вещей» (IoT), технологиях «Умного дома» ввиду своей известности среди разработчиков на платформе Arduino и дешевизны (около 2...3 USD с доставкой от китайских производителей).

На данный момент выпускается 13 модификаций модулей ESP8266. Наиболее удачным и популярным модулем является ESP8266-07, приведенный на рисунке 1.

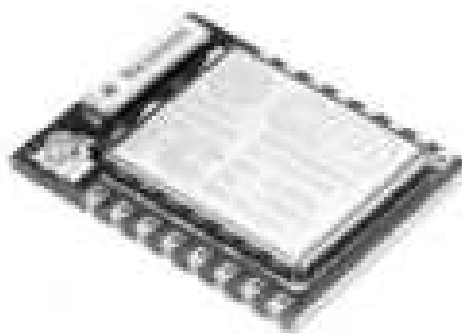


Рисунок 1. Wi-Fi модуль ESP8266-07 производства компании Espressif

Модуль может использоваться в качестве Wi-Fi шилда для Arduino, либо как самостоятельное микроконтроллерное устройство. Как и плата Arduino, модуль ESP8266 имеет свои программируемые выводы (GPIO), которые можно использовать для управления внешними устройствами, получения данных с различных датчиков. Программирование Wi-Fi модуля на базе микросхемы ESP8266 возможно с использованием среды разработки Arduino IDE, если загрузить туда программу «ESP8266» [9]. Это позволит писать программы (sketch) с помощью известных для контроллера Arduino функций и библиотек и запускать их прямо на ESP8266, без внешней платы Arduino. Программа «ESP8266» поставляется с библиотеками, которые позволяют через интерфейс Wi-Fi с

помощью протоколов IP, TCP, UDP обмениваться данными с WEB, SSDP, mDNS и DNS серверами, использовать flash-память для создания файловой системы, обеспечить работу с SD картами, сервоприводами, работать с периферийными устройствами по шинам SPI и I2C.

Под модуль ESP8266 имеется множество разработанного свободно распространяемого программного обеспечения; например, для управления устройствами со смартфонов на базе iOS и Android можно использовать облачный сервис Blynk [10]. На рисунке 2 приведена панель инструментов Widget Box облачного сервиса Blynk и пример окна iOS или Android приложения.



**Рисунок 2.** Панель инструментов Widget Box облачного сервиса Blynk и пример окна iOS или Android приложения

Сеть Wi-Fi достаточно широко распространена, т.к. любой смартфон может служить точкой доступа к сети Wi-Fi, и, кроме того, широко распространены роутеры сети Ethernet с подключением по Wi-Fi и редко когда в сельском поселении нет мобильной связи или сети Интернет. Но есть удаленные населенные пункты, где такое подключение невозможно, также зачастую летняя дойка (в случае необходимости мониторинга доильного оборудования) или пасека достаточно удалены от сельского поселения и там нет мобильной связи или сети Интернет. Кроме того, может быть необходимо автономное питание (например для использования в улье

или для использования радиомодуля в составе датчика влажности почвы в полевых условиях). Дальность же сети Wi-Fi невелика — не более десятков метров и сам модуль достаточно много потребляет, т.к. технология рассчитана на малые расстояния и достаточно высокие скорости передачи. В таких случаях оптимальным решением будет использовать технологию LPWAN [11], ввиду ее следующих преимуществ:

- большая дальность передачи радиосигнала по сравнению с другими беспроводными технологиями [12], используемыми для телеметрии, — GPRS или ZigBee, достигает 10...15 км;

- низкое энергопотребление у конечных устройств, благодаря минимальным затратам энергии на передачу небольшого пакета данных.

- высокая проникающая способность радиосигнала в городской застройке при использовании частот субгигагерцового диапазона;

- высокая масштабируемость сети на больших территориях;

- отсутствие необходимости получения частотного разрешения и платы за радиочастотный спектр, вследствие использования нелицензируемых частот (ISM band).

На рисунке 3 приведена сравнительная характеристика существующих беспроводных технологий передачи данных.

Динамично развивается российская телекоммуникационная компания «СТРИЖ Телематика» — разработчик автоматизированных решений на базе собственной LPWAN технологии [13]. Компания имеет собственное производство радиомодулей и базовых станций, занимается построением национальной LPWAN сети для подключения различных энергоэффективных устройств, приборов и датчиков. В основе беспроводного LPWAN протокола энергоэффективной связи Marcato 2.0 (рисунок 4), разработанного «СТРИЖ Телематика», лежит передача радиосигнала с применением узкополосного метода в нелицензируемой полосе частот 868 МГц. Протокол позволяет передавать небольшие пакеты данных на дальние расстояния.

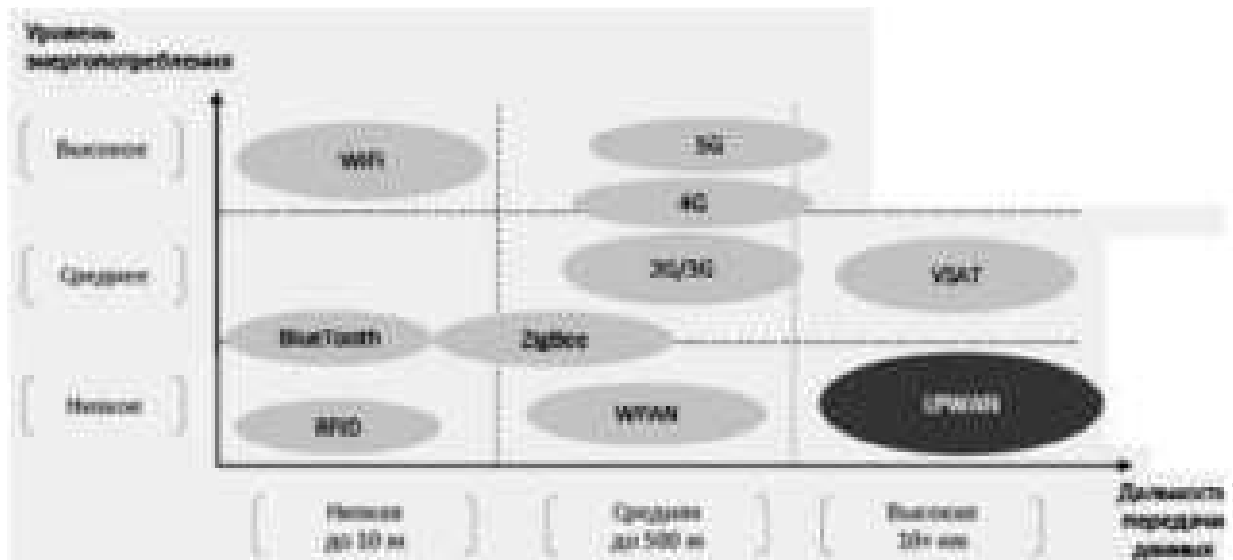


Рисунок 3. Позиционирование сегмента LPWAN сервисов

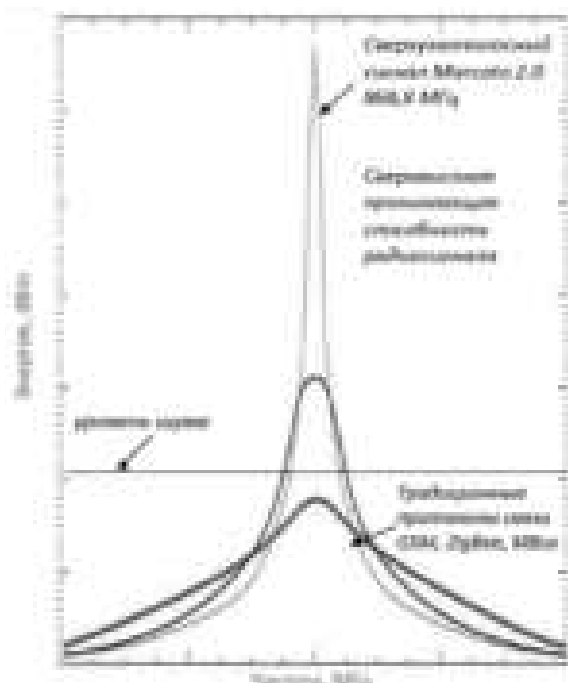


Рисунок 4. Сверхузкополосный сигнал Marcato 2.0 868,8МГц

На рисунке 5 приведены разработанные «СТРИЖ Телематика» встраиваемый радиомодуль (модем) LPWAN и универсальный радиомодем Тиффани с батарейным питанием (продолжительность автономной работы до 40 лет) [8]. Максимальная дальность передачи — до 50 км, минимальная скорость передачи — от 10 бит/с (bps) — причем чем меньше скорость тем больше дальность, минимальная стоимость радиомодуля — не более 2 USD. Конечно, стоимость решения с помощью LPWAN техноло-

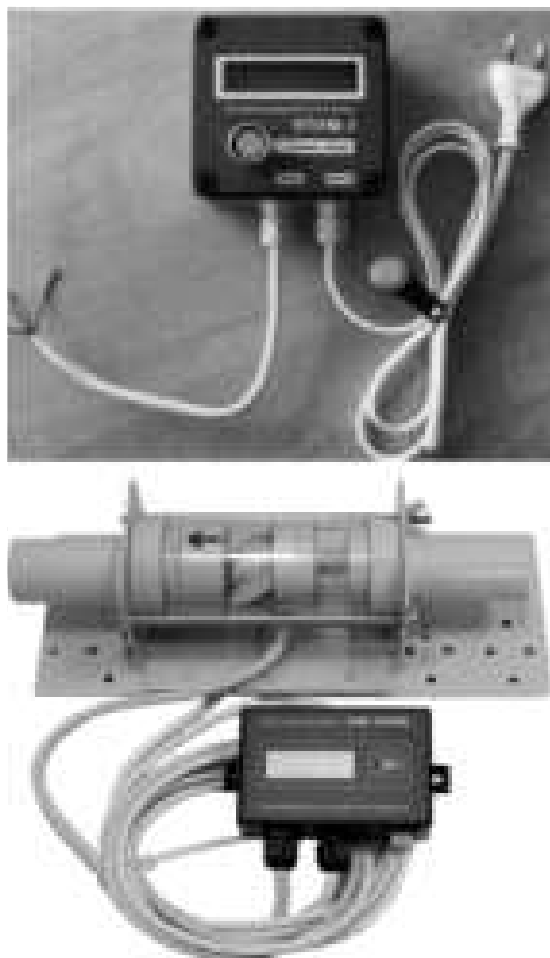


Рисунок 5. Встраиваемый радиомодуль (модем) LPWAN и универсальный радиомодем Тиффани от «СТРИЖ Телематика»

гии будет больше и, прежде всего, из-за необходимости развертывания сети с монтажом базовых станций, вместо использования имеющейся сети сотовой связи или сети Интернет.

Предлагается разработка и внедрение сетевых технологий в области молочного животноводства, которая позволила бы решить задачу автоматизации и мониторинга доильного оборудования. Предлагаются технические решения для дистанционного контроля по сети и мониторинга количества (а возможно и качества) подоенного доильным оборудованием молока, что позволит предотвратить его неконтролируемое разбавление производителем. Для этого производится модернизация блоков учета молока [14] (при-

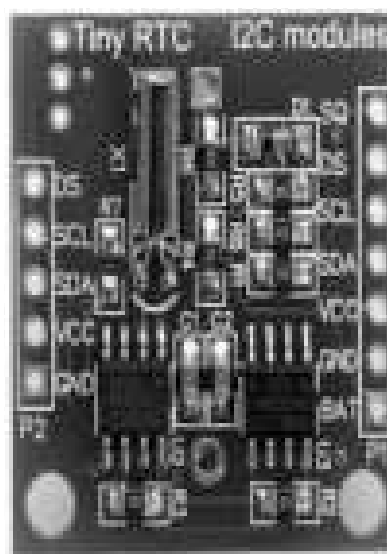
веден на рисунке б), применяемых в составе доильного оборудования на фермах и летних дойках — дополнительно вводится модуль для подключения к сети (например Wi-Fi модуль [15] (рисунок 1) или радиомодуль (модем) [13] технологии LPWAN [6]), разрабатывается специальное программное обеспечение.



**Рисунок 6.** Устройства порционного учета молока УПУМ-1 и СМ-16

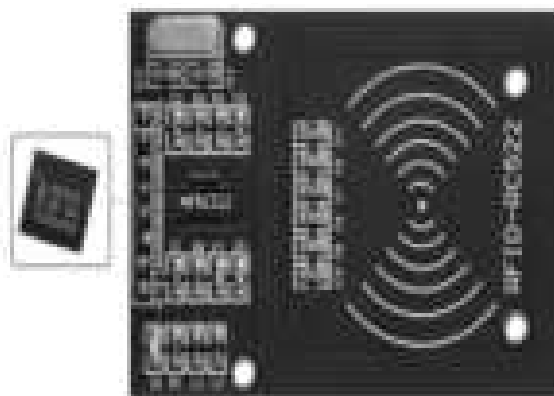
Обычно блок учета молока при доении в молокопровод имеет возможность подключения нескольких каналов от порционных датчиков молока, стандартный двухстрочный ЖК-дисплей, возможность сброса показаний от RFID-считывателя. Есть возможность реализовать это устройство на базе платформы Arduino, используя имеющиеся стандартные модули, и добавив Wi-Fi модуль ESP8266 [15], например, реализовать мониторинг показаний по сети. При этом можно обойтись (хотя бы на стадии макетного образца) без трудоемких процессов разработки принципиальной схемы, разводки печатной платы,

сборки макета, а разработка и отладка собственного программного обеспечения упрощается за счет использования свободно распространяемой среды разработки Arduino IDE, широко известной и с большим количеством библиотек. Также предлагается для ведения журнала надоев добавить блок часов реального времени RTC [16] (рисунок 7) на базе DS1307 (подключаемый по протоколу I2C) — это может быть особенно важно в случае отсутствия возможности для беспроводной связи, тогда информация будет просто сохраняться в имеющемся в составе модуля EEPROM AT24C32.



**Рисунок 7.** Блок часов реального времени RTC DS1307 с EEPROM AT24C32

Предлагается использовать готовый блок RFID-считывателя [17] на базе ИМС MFRC522 (приведен на рисунке 8).

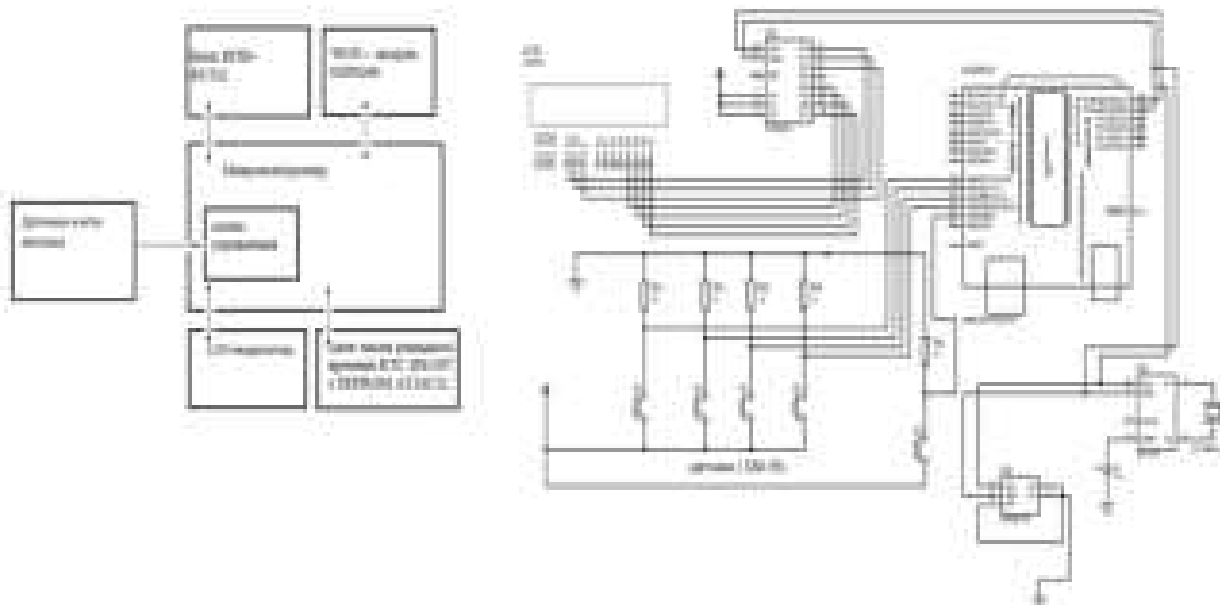


**Рисунок 8.** Блок RFID-RC522

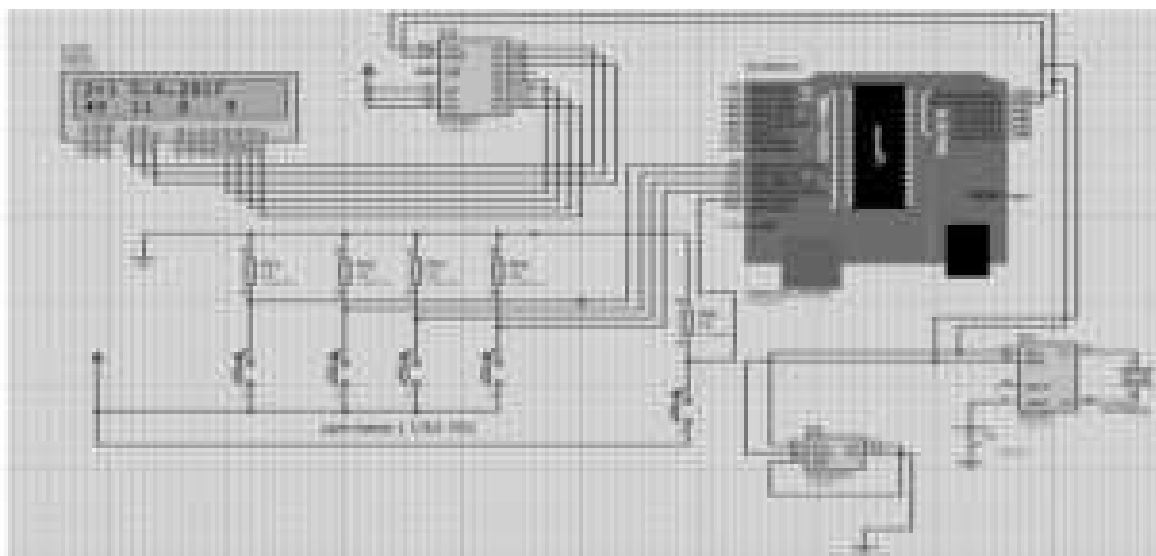
Была разработана структурная и принципиальная схемы устройства (приведены на рисунке 9).

Работа устройства проверена в среде моделирования Proteus, работающая модель приведена на рисунке 10.

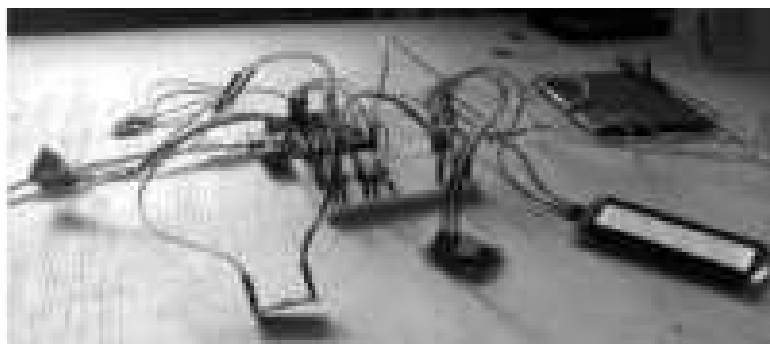
Схема собрана на платформе Arduino и проверена в «железе». Разработанный макетный образец блока учета молока приведен на рисунке 11.



**Рисунок 9.** Структурная и принципиальная схемы блока учета молока



**Рисунок 10.** Модель блока учета молока собранная в среде моделирования Proteus



**Рисунок 11.** Макетный образец блока учета молока

Также возможна реализация дистанционного контроля по сети и мониторинг работы автоматов промывки [17], предназначенных для управления процессом промывки доильной аппаратуры (на рисунке 12 приведены одни из наиболее известных и применяемых в России устройств). Для этого производится их модернизация, — дополнительно вво-

дится модуль для подключения к сети (например Wi-Fi модуль [15] (рисунок 1) или радиомодуль (модем) [11] технологии LPWAN [8]), разрабатывается специальное программное обеспечение, причем есть возможность реализовать большинство блоков этого устройства также на базе платформы Arduino.



**Рисунок 12.** Автоматы промывки молокопроводов АПБ-1 и UNIWASH-3 (производства датской компании SaC)

Для контроля качества промывки мы предлагаем ввести логгирование (журналирование) проводимых автоматом промывки операций (дата и время промывки, длительность промывки, длительность ополаскивания, объем воды для ополаскивания, дозировка моющих средств, температура моющего раствора) с выдачей результата через сеть. Предлагается использовать блок часов реального времени RTC DS1307 с EEPROM AT24C32 [16] (приведен на рисунке 7). Управление клапанами подачи воды для ополаскивания, дозировки моющих средств (кислотного и щелочного раствора) предлагается реализовать на готовых релейных модулях для Arduino. Измерение уровня жидкости в баке осуществляется кондуктометрическим способом — для этого понадобилось разработать собственную схему с двумя датчиками, развести печатную плату измерителя. Кроме того, необходимы отдельное гальваноизолированное питание для блока кондуктометрического датчика, микроконтроллерной части, релейного блока и, соот-

ветственно, была разработана печатная плата блока питания. Также в устройстве требуются индикация и функциональная клавиатура — использовался стандартный ЖК-дисплей LCD16x2 на базе контроллера HD44780 и готовая герметичная матричная клавиатура 4x4.

Работа устройства проверена в среде моделирования Proteus (приведена на рисунке 13), затем схема собрана и проверена в «железе». Устройство собрано с использованием элементов платформы Arduino и разработаны печатные платы на отдельные блоки устройства — блок управления датчиками уровня воды (на рисунке 14 приведен его сборочный чертеж) и блок питания.

Разработанный макетный образец автомата промывки молокопроводов приведен на рисунке 15. Устройство получилось оптимальным по цене и функциональным по возможностям и может быть широко использовано для автоматизации малых ферм и частными лицами.



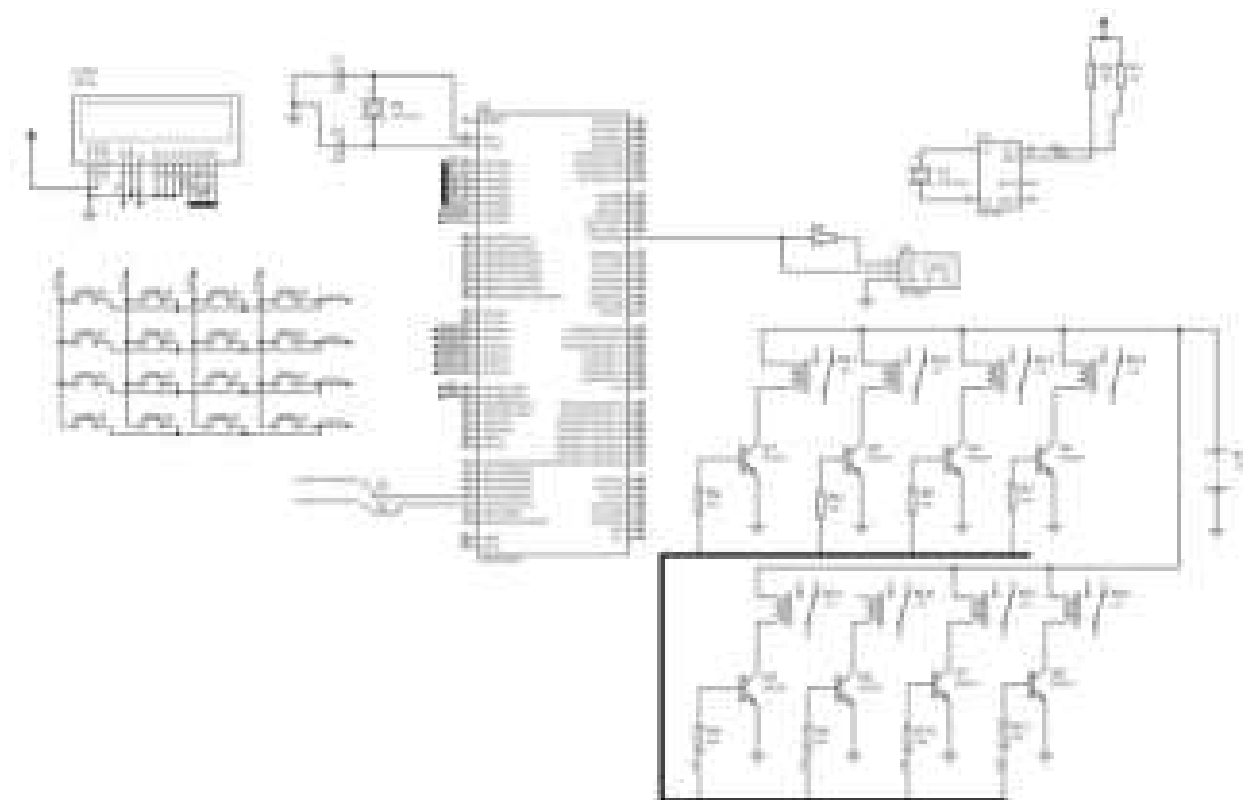


Рисунок 13. Модель блока учета молока, собранная в среде моделирования Proteus

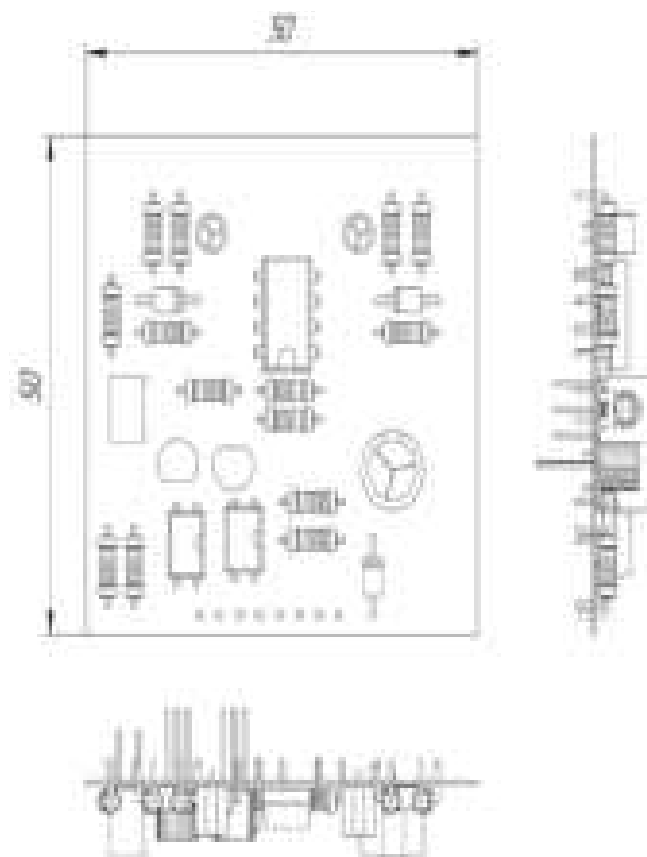


Рисунок 14. Сборочный чертеж блока управления датчиками уровня воды

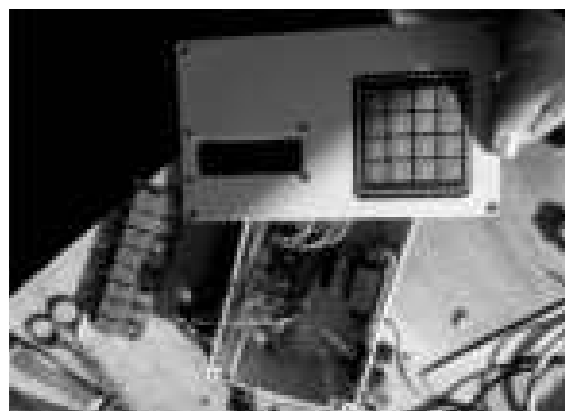


Рисунок 15. Макетный образец автомата промывки молокопроводов

### 3. Ожидаемые результаты исследований и разработок

Коллектив разработчиков планирует осуществить проверку реализуемости идеи контроля качества молочной продукции с использованием сетевых технологий. При использовании результатов исследований при решении прикладных задач в регионе появятся следующие потенциальные возможности:

— Реализация проекта повысит конкурентоспособность агропромышленного производства в Республике Башкортостан и будет способствовать продвижению в других регионах РФ республиканских брендов про-

дуктов питания на основе сельскохозяйственного сырья, производимого в республике;

— Появится возможность контроля качества молочной продукции с использованием сетевых технологий;

— Потенциальная возможность развития студенческих инициатив через инновационные проекты в области интернета вещей в агросекторе на базе существующих или вновь созданных технопарков и бизнес-инкубаторов в рамках совместных проектов ведущих вузов республики. Предполагается активное привлечение студентов в исследования при реализации проекта.

### Список литературы

1. Интернет\_вещей [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей).

2. Сельскому хозяйству необходим интернет вещей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2016/12/14/669472-selskomu-hozyaistvu-internet-veschei>.

3. Ураксеев М.А., Важдает К.В. Акустооптические датчики физических величин. Уфа: Уфимск. гос. акад. экономики и сервиса, 2008. 111 с.

4. Важдает К.В., Губайдуллин А.Г. Волоконно-оптические датчики на акустооптическом эффекте // Приборы и системы управления, контроль, диагностика. 2011. № 2. С. 36–40.

5. Важдает К.В. Акустооптические устройства и их применение в приборах и информационно-измерительных системах // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10. № 1. С. 148–151.

6. Ураксеев М.А., Важдает К.В. Акустооптические преобразователи: теоретические предпосылки и новые разработки // Датчики и системы. 2000. № 1. С. 35–37.

7. Ураксеев М.А., Важдает К.В. Акустооптические датчики // Датчики и системы. 1999. № 5. С. 45–48.

8. ESP8266 Module WIFI for Arduino [Electronic Resource]. Available at: <http://www.ebay.com/itm/ESP8266-Receive-AP-STA-Hot-Wireless-Send-Transceiver-Module-WIFI-For-Arduino>.

9. Platform with iOs and Android apps to control Arduino, ESP8266, Raspberry Pi and similar microcontroller boards over the Internet [Electronic Resource]. Available: <https://github.com/blynkkk/blynk-server>.

10. LPWAN [Online]. Available: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LPWAN>.

11. Важдает К.В., Абдрахманов В.Х., Салихов Р.Б. Интеллектуальная система жилых зон на основе информационно-измерительных систем управления // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2016. № 2, Т. 12. С. 70–75.

12. LPWAN-технология «СТРИЖ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://strij.tech/tehnologiya-strizh>.

13. Устройство порционного учета молока УПУМ-1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://soyuz-agro.ru/index.php/uchet-moloka>.

14. Arduino I2C RTC DS1307 AT24C32 [Electronic Resource]. Available at: <http://www.ebay.com/itm/170910326110>.

15. Arduino IDE для ESP8266: краткий обзор реализованных в настоящее время функций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esp8266.ru/arduino-ide-esp8266/#func>.

16. Arduino M5 RC522 mfrc-522 RFID [Electronic Resource]. Available at: <http://www.ebay.com/itm/252386514224>.

17. Автомат промывки АПБ-1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://soyuz-agro.ru/index.php/promyvka-oborudovaniya>.

## References

1. Internet Things [Electronic Resource]. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_web](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_web).
2. Agriculture needs the Internet of things [Electronic Resource]. Available: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2016/12/14/669472-selskomu-hozyaistvu-internet-veschei>.
3. Urakseev M.A., Vazhdaev K.V. Acousto-optical sensors of physical quantities. Ufa: Ufa State Academy of Economics and Service, 2008. 111 p.
4. Vazhdaev K.V., Gubaydullin A.G. Fiber Optic Sensors on Acousto-Optical Effect // Instruments and Control Systems, Control, Diagnostics. 2011. № 2. p. 36–40.
5. Vazhdaev K.V. Acousto-Optical Devices and Applications in Devices and Data-Measuring Systems // Oil and Gas Business. 2012. Vol. 10. № 1. P. 148–151.
6. Urakseev M.A., Vazhdaev K.V. Acousto-Optical Transducers: Theoretical Background and New Developments // Sensors and Systems. 2000. № 1. P. 35–37.
7. Urakseev M.A., Vazhdaev K.V. Acousto-Optical sensors // Sensors and Systems. 1999. № 5. P. 45–48.
8. ESP8266 Module WIFI for Arduino [Electronic Resource]. Available at: <http://www.ebay.com/itm/ESP8266-Receive-AP-STA-Hot-Wireless-Send-Transceiver-Module-WIFI-For-Arduino>.
9. Platform with iOs and Android Apps to Control Arduino, ESP8266, Raspberry Pi and Similar Microcontroller Boards over the Internet [Electronic Resource]. Available at: <https://github.com/blynkkk/blynk-server>.
10. LPWAN [Electronic Resource]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LPWAN>.
11. Vazhdaev K.V., Abdrakhmanov V.Kh., Salikhov R.B. Intellectual System of Residential Zones on the Basis of Information-Measuring Control Systems // Electrical and information systems and systems. 2016. № 2, Vol. 12. 2016.
12. LPWAN-Technology «STRIZH» [Electronic Resource]. Available at: <https://strij.tech/tehnologiya-strizh>.
13. UMPO-1 Milk Portioning Device [Electronic Resource]. Available at: <http://soyuz-agro.ru/index.php/uchet-moloka>.
14. Arduino I2C RTC DS1307 AT24C32 [Electronic Resource]. Available at: <http://www.ebay.com/itm/170910326110>.
15. Arduino IDE for ESP8266: a Brief Overview of the Functions Currently Implemented [Electronic Resource]. Available at: <https://esp8266.ru/arduino-ide-esp8266/#func>.
16. Arduino M5 RC522 mfrc-522 RFID [Electronic Resource]. Available at: <http://www.ebay.com/itm/252386514224>.
17. Automatic Washing Machine APB-1 [Electronic Resource]. Available at: <http://soyuz-agro.ru/index.php/promyvka-oborudovaniya>.