

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «УМНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ В ЛИЧНОМ ПОДСОБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ «УМНОГО КУРЯТНИКА»

Рузаков М.А.

г. Челябинск, МБОУ «Лицей № 11», 7 класс

Руководитель: Рузаков А.А., г. Челябинск, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», к.п.н., доцент, заведующий кафедрой информатики, информационных технологий и методики обучения информатике

Многие жители крупных городов имеют дачи, садовые и загородные участки, и в летний период они могут практически каждый день заниматься личным подсобным хозяйством (ЛПХ), например, получением куриных яиц, которые считаются куда полезнее, чем магазинные. Так в чем же отличия [5]?

Для содержания птиц используются две основные системы: интенсивная и экстенсивная. В крупном промышленном производстве яиц применяется интенсивная система содержания птиц: птица содержится в клетках, подача корма, уборка навоза и другие процессы механизированы и / или автоматизированы. А в ЛПХ распространена экстенсивная система: условия содержания птиц приближаются к естественным, производство яиц и мяса приурочено к теплomu сезону. Птица имеет возможность ежедневно бывать на улице: греться на солнышке, щипать травку, собирать по земле мелких насекомых и другие питательные и полезные вещества. В яйцах домашних курочек чувствуется насыщенный, глубокий аромат, в нем чувствуется здоровье и вольная жизнь. И, наконец, ни с чем не сравнимые вкусовые качества [5, 13]!

Но при экстенсивной системе содержания птиц повышается трудоемкость операций, связанных с их содержанием, затрудняется механизация сбора яиц, раздачи кормов, уборки птичника и т.д.

Благодаря распространению систем «Умный дом» по всему миру, в том числе и в Российской Федерации, «умные» технологии начинают использовать не только в крупных промышленных предприятиях, но в фермерских и подсобных хозяйствах, в том числе и в личных.

Применяя «умные» технологии, каждый сможет стать фермером и получать экологически чистые продукты, не прилагая усилий. Все за вас сделают «умные» технологии, вам останется лишь собирать плоды своего хозяйства [10].

Актуальность темы исследования обусловлена высоким потенциалом развития «умных» технологий и отсутствием приме-

нения подобных технологий в большинстве ЛПХ.

Цель работы: разработка аппаратно-программного комплекса «Умный курятник» на основе платформы Arduino.

Объект исследования: особенности содержания кур-несушек в ЛПХ.

Предмет исследования: программирование систем кормления, освещения и вентиляции для модели «Умного курятника».

Задачи работы:

1. Проанализировать типовые проблемы содержания кур-несушек в ЛПХ;
2. Выбрать подлежащие реализации системы содержания кур-несушек;
3. Создать модель «Умного курятника»;
4. Подобрать датчики и другие устройства для реализации выбранных систем «Умного курятника»;
5. Запрограммировать выбранные системы «Умного курятника».
6. Сформулировать выводы по результатам работы.

«Умный курятник» строится на базе Arduino – торговой марки аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированной на непрофессиональных пользователей. Проект «Умного курятника» будет разрабатываться постепенно и корректироваться на протяжении всего его существования.

Основными источниками информации будут являться материалы книг по содержанию кур-несушек и ресурсы интернет по сборке и программированию различных систем на базе Arduino.

При подготовке данной работы мною были изучены 16 источников литературы.

Выполнив анализ содержания кур-несушек в ЛПХ, были выбраны следующие системы, подлежащие реализации: поения, кормления, освещения и вентиляции. Была построена модель «Умного курятника» из ориентированной стружечной плиты (ОСП-3) и составлен алгоритм работы «Умного курятника». Управление выбранными системами «Умного курятника» реализова-

но путем программирования контроллера Arduino UNO в среде Arduino IDE 1.8.5.

Содержание кур-несушек в личном подсобном хозяйстве

О пользе деревенских яиц ходят легенды. Вкусные, натуральные, правильные – так говорят о них. Так в чем же действительно заключается отличие деревенских яиц от домашних?

При интенсивной системе содержания птиц, используемой в крупном промышленном производстве, птица содержится в клетках, подача корма, уборка навоза и другие процессы механизированы и / или автоматизированы.

В ЛПХ применяется экстенсивная система содержания птиц, при которой условия содержания птиц приближаются к естественным. Птица имеет возможность ежедневно бывать на улице: греться на солнышке, щипать травку, собирать по земле мелких насекомых и другие питательные и полезные вещества.

Но все это требует ручного труда, так как при экстенсивной системе содержания птиц повышается трудоемкость операций, связанных с их содержанием, затрудняется механизация сбора яиц, раздачи кормов, уборки птичника и т.д. Фермерские и большие приусадебные хозяйства используют элементы промышленного содержания птицы в сочетании с элементами экстенсивной системы.

Распространение систем «Умный дом» по всему миру, в том числе и в Российской Федерации, способствуют применению «умных» технологий не только в крупных промышленных предприятиях, но в фермерских и подсобных хозяйствах, в том числе и в личных.

Пензенцы Денис Лобанов и Василий Моисеев смогли разработать и внедрить систему, которая позволяет сделать значительный шаг в непромышленном производстве яиц. Разработанный ими «Умный курятник» позволяет содержать десять кур и обеспечивает их жизнедеятельность в течение месяца без вмешательства человека. Беспроводные датчики, размещенные по периметру курятника, собирают все измеримые параметры микроклимата: влажность, давление, уровень воды, корма и так далее, а приводящие модули изменяют. Например, система сама поддерживает в курятнике нужную температуру, в определенное время выдает корм и воду. Также в системе налажен процесс автоматической уборки помета. Для максимальной экологичности птицы сидят не в клетках, а свободно передвигаются по курятнику. Пол курятника сделан из сет-

ки, под ним – наклонное покрытие, и весь помет смывается струями воды [10].

Для того, чтобы курицы-несушки продуктивно несли яйца, необходимо поддерживать в курятнике нужную температуру, в определенное время кормить и поить их, обеспечить необходимую продолжительность светового дня, регулярно проветривать помещение, а также осуществлять уборку помета и собирать яйца [13].

Выполнение подобных операций силами хозяев ЛПХ приводит к необходимости их постоянного присутствия на данном участке с утра до вечера, что вследствие сказывается на их здоровье и низкой производительности труда [8].

Грамотная автоматизация позволит снизить труд хозяев ЛПХ, а также избавить их от необходимости постоянного присутствия на данном участке, осуществлять контроль только, например 1 раз в неделю (в выходные дни).

В работе нашей системы будем ориентироваться на поддержание автономной работы курятника в течение одной недели. Также будет ориентироваться на небольшое количество птицы – 4–5 голов: 3–4 несушки и 1 петух (что вполне достаточно для средней семьи). Для содержания подобного количества птицы подойдет небольшой по размерам курятник, так как на 1 кв. м. площади рекомендуется размещать не более 4 птиц.

Выделим основные типовые системы курятника: поения, кормления, освещения, вентиляции, уборки помета и сборки яиц.

Уборку помета и сборку яиц можно осуществлять в осенне-зимнее время 1 раз в неделю. Таким образом, автоматизации подлежат следующие основные системы курятника: поения, кормления, освещения и вентиляции.

Система поения

Обеспечение кур-несушек свежей и чистой водой в достаточном количестве одна из главнейших задач современной технологии содержания птиц. Куры болезненно реагируют даже на временное отсутствие воды. Если половину дня они лишены воды, яйценосность прекращается и восстанавливается только через 20 дней. Взрослым курам на сутки требуется до 1 литра воды. Вода в поилках должна быть проточной, чистой и прохладной [13].

Сегодня наиболее популярной системой поения является ниппельная система (рис. 1), так как она проста в использовании, более технологична, служит максимально долго и качественно в любых условиях. Она является универсальной и до-

пускается её использование как в клетках, так и при бесклеточном содержании птицы. Самое главное преимущество ниппельной системы поения – это ее экономичность, она в 50 раз экономнее обычных поилок [7, 12].



Рис. 1. Ниппель

Для выбранного нами количества птиц будет достаточным использование 1 поилки и 19-литровой емкости с водой на неделю.

Система кормления

Качество яиц напрямую зависит от рациона питания несушек, качества и количества пищи. На современных птицефабриках система кормления кур-несушек отлажена, птица получает корм, который состоит из нескольких составляющих, все строго дозировано и по расписанию. Единственная характеристика, по которой отличаются друг от друга птицефабрики – тип питания кур-несушек. Это может быть сухое, влажное и комбинированное питание. На птицефабриках наиболее часто используется сухой тип кормления кур-несушек, так как он менее хлопотный и затратный, чем остальные. Такой тип питания осуществляется с помощью полнорационного сухого комбикорма, который состоит из натуральных компонентов, либо натуральные компоненты заменены синтетическими аналогами. Обычно используются комбикорма с повышенным содержанием белка, иногда с добавлением различных витаминно-минеральных комплексов, которые обеспечивают здоровье несушкам и качество яиц, производимых ими. Кормление кур несушек сухими кормами на птицефабриках происходит 2 раза в день [6].

Для автоматизации системы кормления несушек можно использовать достаточно по объему емкость с сухим полнорационным комбикормом (например ПК-1), обеспечив дозированную подачу корма 2 раза в сутки: утром в 7:00 часов и вечером в 19:00 часов. В качестве системы подачи корма можно использовать шнековый механизм подачи корма, в который корм можно подавать через канализационные трубы и соединительные элементы диаметром 32 или 50 мм. Дозиро-

вание корма регулируется заданием времени работы двигателя шнекового механизма.

Одной несушке требуется 120–130 граммов сухого корма в сутки, т.е. для 4 кур-несушек потребуется около 3,5 кг в неделю.

Система освещения

Колебания длительности светового дня и величины освещенности могут вызвать полное прекращение яйцекладки у несушек. Это становится очень важным в осенне-зимнее время, когда продолжительность естественного светового дня сокращается до 7–8 часов. Для кур-несушек этой продолжительности будет недостаточно, поэтому продолжительность светового дня необходимо доводить до 13–14 часов в сутки с помощью более раннего включения утром и позднего выключения вечером. Для этих целей можно применить освещение с помощью электрических ламп. Интенсивность освещения должна составлять 6 ватт на 1 кв. м. площади, равномерно по всей площади пола. Лампы подвешиваются на высоте 1,8–2 м от пола. При площади курятника 6 кв. м. достаточным будет использование одной лампочки на 60 ватт [13].

Проанализируем изменение продолжительности светового дня для г. Челябинска в 2019 г. [14]. В период с 29 августа по 12 апреля продолжительность естественного светового дня будет 14 и менее часов в сутки.

Продолжительность работы системы освещения утром и вечером зависит от уровня освещенности. Освещение можно включать утром в 06:00, а выключать по достижению определенного уровня освещенности. Вечером, как только уровень освещенности снизится до определенного значения освещение будет включено, а по достижению 20:00 – выключено.

Система вентиляции

Вентиляция воздуха в курятнике также является одной из важных задач. Она обеспечивает доступ свежего воздуха в курятник и удаление вредных аммиачных паров из помещения.

Повышенное содержание углекислого газа, аммиака и сероводорода могут привести к заболеваниям и гибели кур. Повышенное содержание углекислого газа вызывает у птиц замедление дыхания, раздражает кожу и слизистые оболочки, вызывает вялость, снижает аппетит и продуктивность. Аммиак и сероводород являются результатом гниения помета. Аммиак – ядовитый газ, он снижает устойчивость организма, поражает конъюнктиву глаз, слизистую оболочку дыхательных путей, нервную систе-

му, вызывает паралич дыхательных путей и приводит к гибели кур. Сероводород еще более опасен, так как ведет к кислородному голоданию и гибели птиц. Птицы в летнее время неохотно заходят в загазованные помещения, оставаясь ночевать на свежем воздухе [13]. В нашем курятнике будем включать систему вентиляции 2 раза в день на 5 минут: утром в 9:00 часов, и вечером – в 17:00 часов.

Реализация проекта «умного курятника» с помощью аппаратно-программных средств Arduino

Arduino – это марка аппаратного и программного обеспечения для создания простых систем автоматизации и робототехники для непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из свободной программной оболочки для написания программ, компиляции и программирования аппаратного обеспечения. Аппаратная составляющая – это серия плат, продаваемых официальным производителем, а также третьими лицами. Полностью открытая архитектура системы позволяет вам свободно копировать или добавлять линейку продуктов Arduino [3, 9].

Для нашего проекта будем использовать плату Arduino UNO. Данная плата имеет 14 цифровых входов / выходов (6 из которых могут использоваться как выходы широтно-импульсной модуляции), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP (для программирования в готовом устройстве по последовательному протоколу) и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить плату к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание 7–12 вольт при помощи адаптера или батареи [1, 9].

Так как работа всех наших систем зависит от текущей даты / времени, а плата Arduino UNO не имеет встроенных часов, то необходимо использовать часы реального времени DS3231 [2]. Модуль имеет автономное питание, поэтому при отключении питания – дата / время не сбрасываются, а продолжают учитываться.

Для подключения часов реального времени DS3231 к плате Arduino UNO необходимо на пин VCC подать питание 5 вольт. Если на этот пин не поступает напряжение, то часы переходят в спящий режим. Пин GND служит для подключения к земле. Пин SCL (через этот пин по интерфейсу I2C происходит обмен данными с часами) необходимо подключить к пину A5 платы Arduino UNO, а пин SDA (через этот пин передаются данные с часов) – к пину A4.

Следующий фрагмент кода необходим для подключения данного модуля:

```
#include <iarduino_RTC.h> //подключение библиотеки iarduino_RTC.h
iarduino_RTC time(RTC_DS3231); //создаем объект для работы с модулем DS3231
```

Затем необходимо в функции *setup()* скетча проинициализировать данный модуль командой *time.begin()*. Также нужно один раз, при первом запуске скетча установить правильное время командой *time.setTime(10,35,19,24,3,19,0)* – где 10 – секунды, 35 – минуты, 19 – часы, 24 – день, 3 – месяц, 19 – год, 0 – день недели (0 – воскресенье, 6 – суббота).

Для получения текущего времени используется команда *time.getTime()*. После этого можно узнать текущий месяц – *time.month*, день – *time.day*, часы – *time.hours*, минуты – *time.minutes*, секунды – *time.seconds*.

Информацию о текущей дате / времени будем выводить на экран жидкокристаллического дисплея. Подключение экрана жидкокристаллического дисплея производится в соответствии с материалами сайта «Подключение текстового дисплея к Arduino» [11].

Данный дисплей позволяет выводить 2 строки текста по 16 символов каждая.

Дисплей подключается к следующим пинам платы Arduino UNO: 2 (вывод 14), 3 (вывод 13), 4 (вывод 12), 5 (вывод 11), 11 (вывод 6) и 12 (вывод 4). Также нужно подать питание 5 вольт на выводы 2 и 15, а выводы 1, 3, 5 и 16 подключить к земле.

Следующий фрагмент кода необходим для подключения дисплея:

```
#include <LiquidCrystal.h> //подключение библиотеки LiquidCrystal.h
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //создаем объект для работы с дисплеем
```

Затем необходимо в функции *setup()* скетча проинициализировать данный модуль командой *lcd.begin(16,2)*.

Для вывода информации на экран необходимо воспользоваться командами: *lcd.setCursor(0, 0)* – для установки курсора в 0-й столбец 0-й строки и *lcd.println(«Text»)* для вывода текста.

Для подключения лампы освещения и вентилятора необходимо использовать реле (рис. 2).

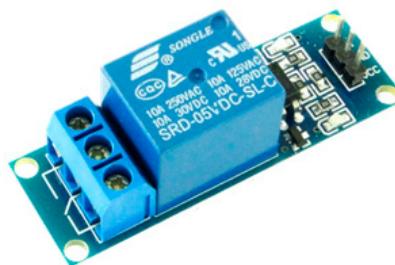


Рис. 2. Реле

На пин реле VCC нужно подать питание 5 вольт, пин GND служит для подключения к земле, а пин IN (вход) подключаем к 8-му цифровому выходу. 8-й цифровой выход будет использоваться для управления работой системы освещения, если подать на него высокий уровень сигнала, то реле замкнет силовые контакты и, следовательно, включится система освещения. Второе реле подключим к 9-му цифровому выходу и будем с помощью него управлять работой вентилятора.

Т.к. для работы системы освещения необходимо анализировать уровень освещенность, то необходимо использовать фоторезистор. Фоторезистор подключается к аналоговому входу A1 платы Arduino UNO, использование фоторезистора описано в эксперименте 5 «Ночной светильник» [16].

Питание 5 Вольт подается на фоторезистор через резистор сопротивлением 10 кОм. Уровень освещенности меняется от 0 (темно) до 1023 (светло), его значение будем выводить на жидкокристаллический экран.

Также на дисплей будем выводить температуру внутри курятника. Для измерения температуры воспользуемся термистором на 10 кОм. Данный термистор подключается к аналоговому входу A0 платы Arduino UNO, использование термистора описано в эксперименте 16 «Метеостанция» [15]. Питание 5 Вольт подается на термистор через резистор сопротивлением 10 кОм.

В качестве кормушки будем использовать шнековый механизм (рис. 3), приводом которого будет служить шаговый двигатель 28BYJ-48 и драйвер ULN2003 (рис. 10) [4]. Шаговый двигатель подключается к следующим пинам платы Arduino UNO: 6 (вывод IN1), 7 (вывод IN2), 10 (вывод IN3), и 13 (вывод IN4). Также нужно подать питание 5 вольт на вывод «+ 5-12V», а вывод «-5-12V» подключить к земле.

Следующий фрагмент кода необходим для подключения шагового двигателя в программе:

```
#include <Stepper.h>           //подключе-
ние библиотеки Stepper.h
Stepper korm(2048, 6, 10, 7, 13); //соз-
даем объект для работы с двигателем
```

Затем необходимо в функции *setup()* скетча установить скорость 15 оборотов / минуту командой *korm.setSpeed(15)*. Для поворота шагового двигателя на 1 оборот необходимо выполнить команду *korm.step(-2048)*.

Алгоритм работы систем «Умного курятника» представлен на рисунке 4.

Программный код – самая важная часть проекта, т.к. без программного кода система не будет работать и выполнять нужные нам функции. Код написан в программе Arduino IDE версии 1.8.5.

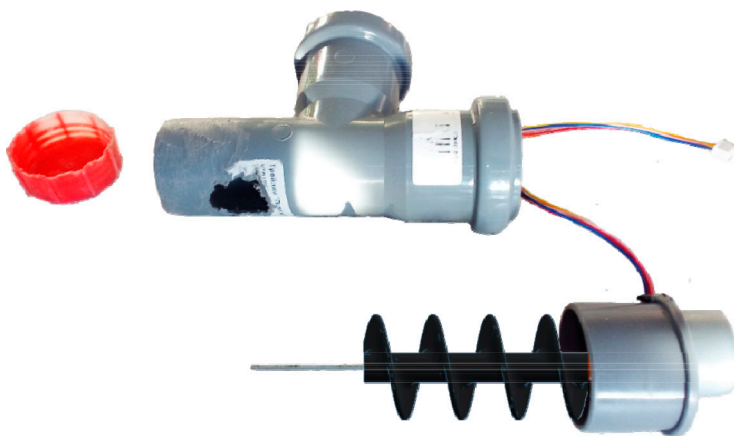


Рис. 3. Шнековый механизм системы кормления

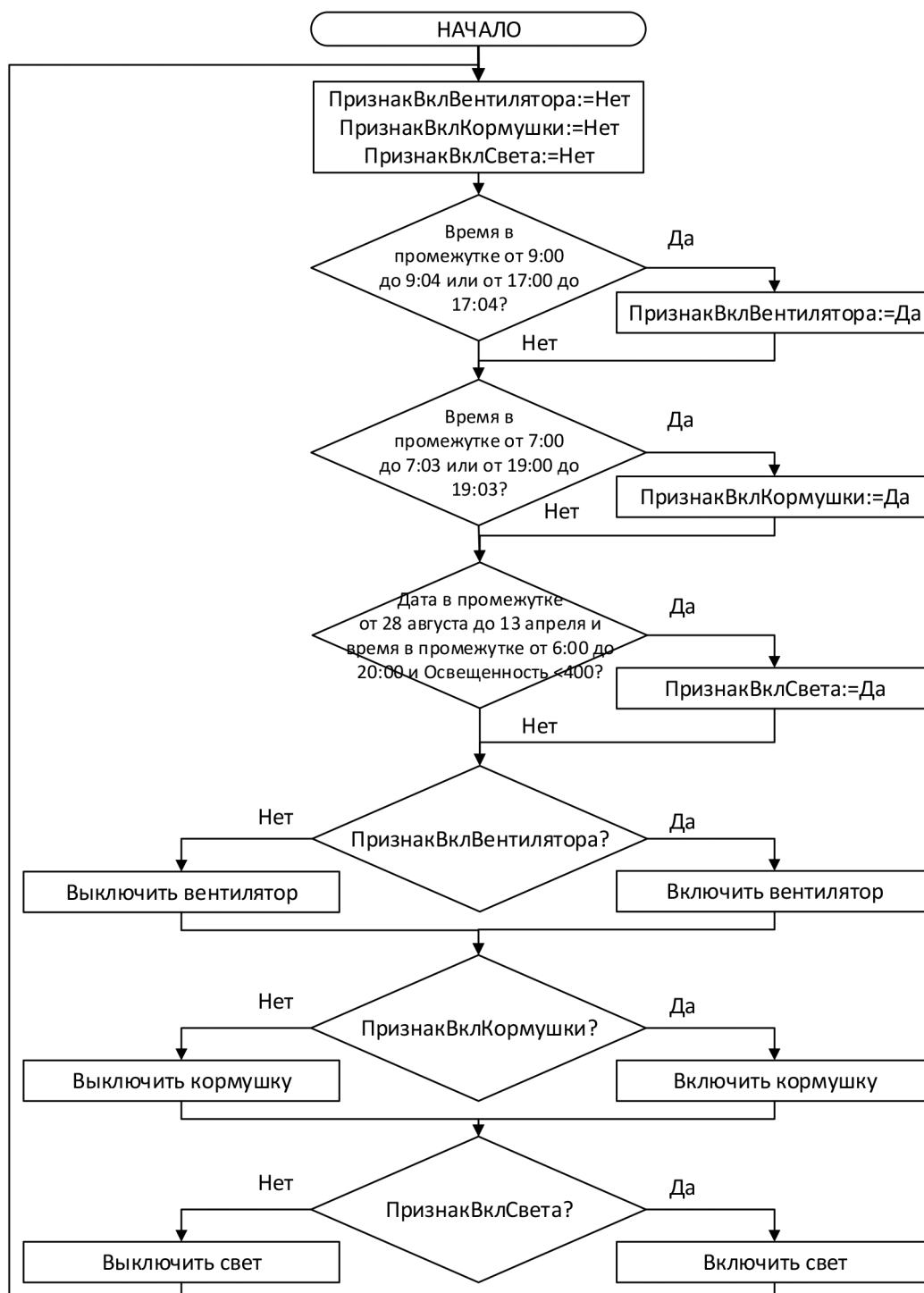


Рис. 4. Алгоритм работы систем «Умного курятника»

```

Программный код:
#include <iarduino_RTC.h> //подключение библиотеки iarduino_RTC.h
#include <LiquidCrystal.h> //подключение библиотеки LiquidCrystal.h
#include <Stepper.h> //подключение библиотеки Stepper.h
iarduino_RTC time(RTC_DS3231); //создаем объект для работы с модулем DS3231
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2); //создаем объект для работы с дисплеем
Stepper korm(2048,6,10,7,13); //создаем объект для работы с двигателем
bool PriznakVklVent = false; //признак включения вентилятора
bool PriznakVklKorm = false; //признак включения двигателя системы кормления
bool PriznakVklSvet = false; //признак включения света
bool b = true; //для мигаания :
void setup() //начальная настройка
{
  time.begin(); //начало работы со временем
  //time.setTime(10,49,12,24,3,19,0); //первоначальная установка времени: 10 сек, 49 мин,
12 час, 24, марта, 2019 года, воскресенье
  lcd.begin(16, 2); //размер экрана: 16 символов в 2 строки
  pinMode(8,OUTPUT); //пин 8 для освещения
  pinMode(9,OUTPUT); //пин 9 для вентилятора
  korm.setSpeed(15); //максимальная скорость 15 оборотов в минуту
}
int temperatura() //перевод сопротивления термистора, подключенного к пину A0 в градусы
{
  double t;
  t=log(((10240000/analogRead(0))-10000));
  t=1/(0.001129148+(0.000234125+(0.0000000876741*t*t))*t);
  t=t-273.15;
  return round(t);
}
void loop() //бесконечная работа
{
  if(millis()%1000==0) //если прошла 1 секунда
  {
    //вывод времени
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print(time.getTime(«d.m»));
    lcd.setCursor(6,0); lcd.print(time.getTime(«H»));
    lcd.setCursor(8,0);
    if (b) lcd.print(«:»); else lcd.print(« »); //мигаем «:»
    b=!b;
    lcd.setCursor(9,0); lcd.print(time.getTime(«i»));
    //вывод температуры
    lcd.setCursor(13,0); lcd.print(temperatura());
    lcd.setCursor(15,0); lcd.print(char(0x99));
    //вывод уровня освещенности
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print(analogRead(1));
    PriznakVklVent=false;
    PriznakVklKorm=false;
    PriznakVklSvet=false;
    if ((time.Hours==9)||((time.Hours==17)) if ((time.minutes>=0)&&(time.minutes<=4))
PriznakVklVent=true;
    if ((time.Hours==7)||((time.Hours==19)) if ((time.minutes>=0)&&(time.minutes<=3))
PriznakVklKorm=true;
    int den=((time.month-1)*30.25f+0.5f)+time.day; //перевести текущую дату в номер дня с
начала года, -1 т.к. месяцы нумеруются с 1
    if ((den<=103)||((den>=240)) if ((time.Hours>=6)&&(time.Hours<=20)) if
(analogRead(1)<400) PriznakVklSvet=true;
    if (PriznakVklSvet) digitalWrite(8,LOW); else digitalWrite(8,HIGH);
    if (PriznakVklVent) digitalWrite(9,LOW); else digitalWrite(9,HIGH);
    if (PriznakVklKorm) korm.step(-2048); //повернуть на 2048 шага – 1 оборот
  }
}

```

На рис. 5 показана готовая модель «Умного курятника», с размещенными внутри датчиками и другими устройствами, а на рис. 6 – реально работающая система, обеспечивающая автономную работу курятника в течение 1–2 недель для 4 кур.

Продолжительность работы системы освещения определяется в зависимости от текущей даты и уровня освещенности таким образом, чтобы световой день составлял 14 часов. Кормление осуществляется 2 раза в день, также 2 раза в день осуществляет

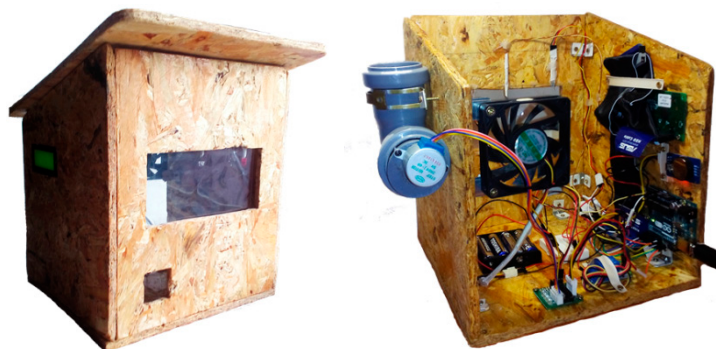


Рис. 5. Модель «Умного курятника»



Рис. 6. Реальный курятник

Заключение

В результате данной работы был выполнен анализ типовых проблем при содержании кур-несушек в личном подсобном хозяйстве. «Умные» технологии позволяют автоматизировать большинство рутинных операций.

Для наглядности работы выбранных систем «Умного курятника» изготовлена модель из ориентированной стружечной плиты. В данной модели реализованы следующие основные системы: поения, кормления, освещения и вентиляции. Все основные параметры работы систем выводятся на экран жидкокристаллического дисплея.

ся включение системы вентиляции. Корректная работа модели «умного курятника» обеспечивается компьютерной программой, реализованной в среде Arduino IDE версии 1.8.5.

Полученные результаты используются в реальной работающей системе, обеспечивая автономную работу курятника в течение 1–2 недель для 4-х кур.

Дальнейшим развитием проекта может являться возможность удаленного мониторинга работы основных систем «Умного курятника».

Список литературы

1. Arduino Uno Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. – <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>. – Дата обращения: 24.03.2019.
2. Arduino для начинающих. Урок 11. Подключение модуля часов реального времени DS3231. Занимательная робототехника [Электронный ресурс]. – <http://edurobots.ru/2017/05/arduino-real-time-clock-ds3231/>. – Дата обращения: 24.03.2019.
3. Амперка – Arduino, Raspberry Pi, электронные модули и робототехника [Электронный ресурс]. – <http://amperka.ru/>. – Дата обращения: 24.03.2019.
4. Ардуино: шаговый двигатель 28BYJ-48 и драйвер ULN2003 [Электронный ресурс]. – <http://robotclass.ru/tutorials/arduino-stepper-28byj-48-uln2003/>. – Дата обращения: 24.03.2019.
5. В чем разница между домашними и заводскими яйцами? [Электронный ресурс]. – <https://kurinyjdom.ru/kurinye-yaitsa/v-chem-raznitsa-mezhdu-domashnimi-i-zavodskimi-yaitsami.html>. – Дата обращения: 24.03.2019.
6. Куры-несушки: кормление на птицефабриках [Электронный ресурс]. – <http://www.8lap.ru/section/kury/kury-nesushki-kormlenie-na-ptitsefabrikakh/>. – Дата обращения: 24.03.2019.
7. Ниппельные системы поения [Электронный ресурс]. – <http://bigherdsman.com.ua/catalog/item/17>. – Дата обращения: 24.03.2019.

8. Омельченко Д.А. Интеллектуальные системы как средство автоматизации личного подсобного хозяйства / Д.А. Омельченко, Е.В. Фешина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: XI Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края: сб. ст. / отв. за вып. А.Г. Кошаев. – Краснодар: Куб ГАУ, 2017. – С. 267–268.
9. Основы программирования микроконтроллеров / А. Бачинин, В. Панкратов, В. Наколряков. – М.: ООО «Амперка», 2013. – 207 с.
10. Пензенцы разработали «умный курятник» – Пенза-пресс [Электронный ресурс]. – <http://penza-press.ru/lenta-novostey/127250/penzency-razrabotali-umnyj-kuryatnik>. – Дата обращения: 24.03.2019.
11. Подключение текстового экрана к Arduino [Амперка – Вики] [Электронный ресурс]. – <http://wiki.amperka.ru/%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F:%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%8D%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B%D0%B0>. – Дата обращения: 24.03.2019.
12. Системы ниппельного поения [Электронный ресурс]. – http://www.sherl.su/oborudovanie_ptitsevodstvo/systempoeniya/nippelnoeroenie. – Дата обращения: 24.03.2019.
13. Слуцкий И. Самый полный справочник птицевода / И. Слуцкий. – М.: АСТ, 2016. – 320 с.
14. Солнечный календарь Челябинска, Россия на 2019 год – 365 wiki [Электронный ресурс]. – <http://ru.365.wiki/world/russia/chelyabinsk/sun/calendar/>. – Дата обращения: 24.03.2019.
15. Эксперимент 16. Метеостанция [Амперка – Вики] [Электронный ресурс]. – <http://wiki.amperka.ru/%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82-arduino:%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F>. – Дата обращения: 24.03.2019.
16. Эксперимент 5. Ночной светильник [Амперка – Вики] [Электронный ресурс]. – <http://wiki.amperka.ru/%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82-arduino:%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA>. – Дата обращения: 24.03.2019.