

УДК 635-154

UDC 635-154

4.3.1 – технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 - technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОРКОВИ НА КОРМ КРОЛИКАМ

DEVELOPMENT OF A HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR GROWING CARROTS FOR RABBIT FOOD

Котелевская Елена Анатольевна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 788 241

РИНЦ SPIN-код: 6276-1524

9183119059@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Kotelevskaya Elena Anatolyevna

Cand.Tech.Sci.,docent

Scopus Author ID: 788 241

RSCISPIN-code: 6276-1524

9183119059@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Семеницкий Алексей Дмитриевич

Студент

alex943234@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

Semenitsky Alexey Dmitrievich

Student

alex943234@mail.ru

I.T. Trublin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Статья рассматривает современное состояние и перспективы развития кролиководства в Краснодарском крае. Выделяя его как одно из самых многообещающих направлений животноводства в России, за счет высокой плодовитости кроликов, раннего развития и экономической привлекательности их разведения. Анализ статистических данных показал рост поголовья кроликов в различных формах хозяйствования, в связи с этим для повышения эффективности работы предприятия и их рентабельности, а также повышения производительности труда требуется внедрение автоматизированных систем технологических процессов. Основной целью исследования является: разработка программно-аппаратного комплекса, способного эффективно выращивать морковь на корм

The article examines the current state and prospects of rabbit breeding in the Krasnodar region. Highlighting it as one of the most promising areas of animal husbandry in Russia, due to the high fertility of rabbits, early development and the economic attractiveness of their breeding. Analysis of statistical data has shown an increase in the number of rabbits in various forms of management, and therefore the introduction of automated process systems is required to increase the efficiency of the enterprise and its profitability, as well as to increase labor productivity. The main purpose of the research is to develop a hardware and software complex capable of efficiently growing carrots for food

Ключевые слова: КРОЛИК, ПРОЦЕССА, МОРКОВЬ, ПРОДУКЦИЯ, МЯСО, ФЕРМЫ, КОРМА, СЕЛЕКЦИЯ, ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕПЛИЦА, МИКРОКЛИМАТ, УРОЖАЙНОСТЬ, ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС

Keywords: RABBIT, PROCESS, CARROT, PRODUCTS, MEAT, FARMS, FEED, BREEDING, TECHNOLOGY, AUTOMATION, GREENHOUSE, MICROCLIMATE, YIELD, HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-208-042>

Введение. Кролиководство в Краснодарском крае - одно из самых перспективных направлений животноводства. Кролики отличаются

<http://ej.kubagro.ru/2025/04/pdf/42.pdf>

высокой плодовитостью, ранним развитием и низкой стоимостью кормов. Пищевая ценность крольчатины очень высока: 90% белка кроличьего мяса переваривается.

В рамках реализации стратегии развития отечественного животноводства прогнозируется интенсификация производства продукции кролиководства в Российской Федерации. Администрацией хозяйств, специализирующихся на разведении кроликов различных форм собственности, разработана комплексная программа по увеличению объёмов производства мясной продукции (таблица 1).

Таблица 1. поголовье кроликов в РФ, тыс. год [1].

Категория хозяйств	Год						
	2022	2018	2013	2008	2003	1998	1993
Крестьянские (фермерские) хозяйства	241,3	320,7	154,4	82,0	46,3	18,0	44,7
Хозяйства населения	2259,0	2760,3	2780,5	1867,7	1537,2	1066,6	2565,1
Сельскохозяйственные организации	827,2	481,1	275,6	198,1	130,5	65,0	378,5
Хозяйства всех категорий	3327,6	3562,1	3210,6	2147,8	1714,1	1149,6	2988,3

На научно-практической конференции специалистов отрасли было апробировано и утверждено федеральное программно-целевое планирование, ориентированное на формирование эффективных производственных кластеров в секторе малых семейных и средних фермерских хозяйств Российской Федерации до 2025 года. Данный программный документ в настоящее время находится на стадии рассмотрения в Правительстве Российской Федерации.

Прогностические расчёты, представленные в концепции, демонстрируют потенциальное увеличение объёмов производства кроличьего мяса до 108 000 тонн в год к 2025 году. Реализация данного показателя будет способствовать укреплению продовольственной безопасности государства и формированию ежегодного экономического эффекта в размере приблизительно 30 миллиардов рублей.

Социально-экономический эффект программы включает создание дополнительных рабочих мест в сельской местности, обеспечение стабильного дохода для 50 000 личных подсобных хозяйств и 3500 мелких фермерских хозяйств, а также диверсификацию перерабатывающей промышленности.

В Краснодарском крае осуществляется селекционно-племенная работа с различными породами кроликов, в том числе серый и белый великан, советская шиншилла, венский голубой, серебристый, бабочка, чёрный и бурый. Данные породы характеризуются высокими показателями продуктивности и качественными характеристиками мясной продукции.

Успешное разведение кроликов в Краснодарском крае требует оригинального кормления со всеми необходимыми питательными веществами, витаминами и минералами. Также важно обеспечить комфортные условия для выращивания и защиту от болезней и вредителей.

В последние годы в Краснодарском крае появились крупные фермы, использующие новейшие технологии разведения кроликов. Это повышает эффективность производства и обеспечивает высокое качество продукции.

Краснодарский край - лидирующий сельскохозяйственный регион Российской Федерации, обладающий устойчивыми кормовыми ресурсами и различными возможностями для развития кролиководства [1]. Одной из причин этого стал выпуск регламента с 2012 года по африканской чуме в

свиноводстве. Вследствие, количество свиней значительно снизилось, но одновременно появились альтернативные возможности для развития животноводства.

Анализ существующих рыночных тенденций демонстрирует формирование благоприятных условий для существенного расширения емкости рынка продукции кролиководства, что в контексте политики импортозамещения обуславливает высокую инвестиционную привлекательность проектов в данной отрасли животноводства.

В качестве успешного примера реализации производственного потенциала в данной сфере может быть рассмотрена специализированная кролиководческая ферма, расположенная в станице Брюховецкой. Данное предприятие демонстрирует стабильную производственную деятельность, обеспечивая ежегодный объем производства мясной продукции в размере 1 500 тонн.

Согласно актуальным данным, сельскохозяйственное предприятие ООО «Брюховецкий кролик» располагает следующей производственной инфраструктурой:

- Комплекс из 10 производственных зданий;
- Фонд поголовья, насчитывающий более 40 000 особей;
- Маточное поголовье, включающее более 4 000 крольчих;
- Убойный цех;
- Складские помещения вместимостью 80 тонн для хранения охлажденной и замороженной продукции;
- Производственная линия для упаковки готовой продукции.

Представленная инфраструктура предприятия обеспечивает полный производственный цикл от разведения животных до выпуска готовой

продукции, что способствует эффективной организации производственного процесса и минимизации операционных издержек.

Правильное питание важно для долгой и здоровой жизни кроликов. Кроликам необходим сбалансированный рацион, содержащий все необходимые питательные вещества, витамины и минералы.

Основными компонентами рациона кролика являются различные корма.

Зеленый корм как основа рациона кроликов. В нем много витаминов, минералов и клетчатки. Трава (клевер, люцерна, молодые листья пшеницы, одуванчик), овощи (морковь, свекла), листья капусты и салата. Грубые корма являются источником клетчатки, необходимой для нормального пищеварения кроликов [2]. В качестве грубого корма можно использовать сено, солому и ветки деревьев (кроме абрикосов, вишни и персиков). Сочные корма включают в себя множество витаминов и минералов, используются корнеплоды (морковь, свеклу, картофель) и силос. Концентрированные корма являются источником белка, жира, углеводов, витаминов и минералов. Состоят из зерновых (овес, ячмень, кукуруза), бобовых (горох, чечевица), отрубей и шрот. Витаминно-минеральные добавки являются дополнительным источником витаминов и минералов. В их состав входят: мел, костная мука, рыбий жир и дрожжи.

Рацион кролика изменчив в зависимости от его возраста и физиологического состояния, а также породы, к примеру, беременным и кормящим самкам требуется больше питательных веществ, а молодняку - больше витаминов и минералов для развития и роста.

Также важно разнообразить рацион вашего кролика. Это поможет предотвратить проблемы со здоровьем и обеспечить кролика всеми необходимыми питательными веществами.

Рекомендации по рациону питания кроликов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Примерный рацион питания кроликов.

Половозрастная группа кроликов	% корма в рационе			
	Зеленые	Грубые	Мясные	Концентраты
Взрослые	50-60	20-30	10-20	5-10
Для беременных и кормящих самок	50-60	20-30	20-30	10-20
Молодым животным	50-60	20-30	10-20	10-20

Из проанализированных данных можно сделать вывод, что кролиководство в Краснодарском крае не только распространено, но и активно развивается.

В современной агроиндустрии активно применяются автоматизированные тепличные комплексы, оборудованные специализированными датчиками и системами контроля микроклимата. Ключевыми параметрами, требующими регулирования, являются температура воздуха, уровень углекислого газа и режим орошения почвы.

Для обеспечения максимальной продуктивности тепличного комплекса необходимо реализовать комплексное автоматизированное управление, при котором все системы работают согласованно. Это позволяет создать оптимальные условия для роста растений и увеличить урожайность.

Одним из элементов автоматизации является система проветривания, основанная на использовании гидравлических механизмов. Открытие форточек осуществляется с помощью гидроцилиндров и гибкого штока,

работа которых основана на принципе объёмного расширения при повышении внутренней температуры.

В целях создания оптимального микроклимата в теплицах и обеспечения необходимых условий для роста и развития растений применяются разнообразные технологические системы. К ним относятся:

- Система климат-контроля в теплице представляет собой интегрированный комплекс технических средств, который включает в себя датчики температуры, нагревательные элементы, системы кондиционирования воздуха и электромагнитные реле. Все компоненты соединены с центральным блоком управления, который анализирует полученные данные и регулирует температурные параметры воздуха в помещении для создания оптимальных условий выращивания растений.
- Автополив: осуществляется по распределительным трубкам непосредственно из бака. Системы капельного орошения являются наиболее экономически эффективными и позволяют достичь высоких результатов в росте и развитии растений. Кроме того, через систему капельного орошения можно вносить жидкие удобрения, регулируя процесс с помощью датчиков влажности почвы.
- Регулировка интенсивности освещения в теплице осуществляется путём активации и деактивации источников искусственного света, особенно актуальна для зимних теплиц, где длительность естественного светового дня существенно сокращена.
- Контроль уровня углекислого газа: датчики сигнализируют блоку управления о превышении концентрации углекислого газа, что может негативно сказаться на развитии

растений. В ответ на сигнал система может инициировать проветривание или запуск системы воздухообмена.

Поддержание искусственных климатических параметров в теплицах требует значительных затрат на обслуживание и содержание систем. Для обеспечения быстрой окупаемости инвестиций важно достичь стабильной урожайности и высокого качества выращенных овощей.

Оптимизация всех систем агротехнического комплекса с целью максимизации продуктивности позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы, включая затраты на рабочую силу, техническое обслуживание, энергопотребление и системы ирригации.

Функционирование автоматизированной системы климатического контроля в тепличном хозяйстве осуществляется посредством интеграции следующих подсистем:

Температурный режим:

- Мониторинг термодинамических показателей воздушной среды и почвенного слоя.
- Обеспечение оптимальных условий для ускорения вегетационного периода и развития корневой системы.
- Достижение повышения урожайности на 48%.
- Дифференцированное размещение датчиков в многозонных системах отопления.
- Поддержание температурных градиентов с точностью до $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Освещенность:

- Интеграция фотометрических датчиков.
- Оптимизация энергопотребления на 20-25%.

- Автоматическое регулирование затеняющих устройств.
- Модуляция интенсивности солнечной радиации для оптимизации фотосинтетических процессов.

Влажность:

- Комплексный мониторинг влагосодержания в почве и воздушной среде.
- Учёт параметров окружающей среды.
- Адаптивное регулирование уровня влажности.

Вентиляция:

- Автоматическое управление системой аэрации.
- Мониторинг концентрации CO₂.
- Учёт метеорологических параметров (скорость и направление ветра).

Ирригация и питание:

- Программируемое управление системой полива.
- Учет фотопериодических факторов.
- Компенсация температурных воздействий.
- Оптимизация режима внесения удобрений.

Данная система обеспечивает комплексную автоматизацию процессов климатического контроля с учётом физиологических потребностей культивируемых растений и позволяет достичь максимальной эффективности тепличного производства при минимизации эксплуатационных затрат.

Практическим применением программно-аппаратного комплекса является его рекомендованное использование в автоматическом выращивании и уходе за растениями. В результате комплекс в

автоматическом режиме определяет температуру и влажность почвы, обеспечивая оптимальный полив и обогрев (различные виды и сорта культур имеют разную оптимальную влажность и температуру почвы). Например, для оптимального выращивания моркови необходимо поддерживать постоянную влажность и температуру, что достигается с помощью систем автоматического открывания окон и кондиционирования воздуха. Для автоматизации полива растений используются водяные насосы, работа которых осуществляется с помощью сервоприводов.

С помощью такого программно-аппаратного комплекса можно выращивать любые культуры и грибы в автоматическом режиме и с минимальными затратами.

Цель исследования - разработка автоматизированного оборудования для выращивания кормовых культур (моркови) для кроликов, позволяющее значительно сократить расходы на содержание и кормление.

Материалы и методы. Необходимую информацию для выращивания моркови в теплицах получили из открытых источников: влажность и температура почвы и воздуха, температура воды полива, световой день (таблица 3).

Таблица 3. Оптимальные условия микроклимата для моркови.

Световой день	12 часов
Температура воздуха	20°C
Влажность воздуха	75%
Температура грунта	18°C
Влажность почвы	65%
Температура полива воды	20°C

В процессе разработки устройства были использованы различные компоненты, включая микроконтроллер Arduino Mega, датчики для измерения температуры, влажности воздуха и атмосферного давления (BME-280), датчик времени (RTC 1307), терморезисторы (NTC 3950), датчики уровня влажности почвы и уровня жидкости, шаговый двигатель (28BYJ-48), сервопривод (SG-90), светодиоды с напряжением питания 5 В, резисторы с сопротивлением 10 кОм, фоторезистор (GL-5528) и модуль MOSFET (IRF 520).

Спроектировали аппаратный комплекс с использованием необходимых датчиков и модулей (рисунок 1).

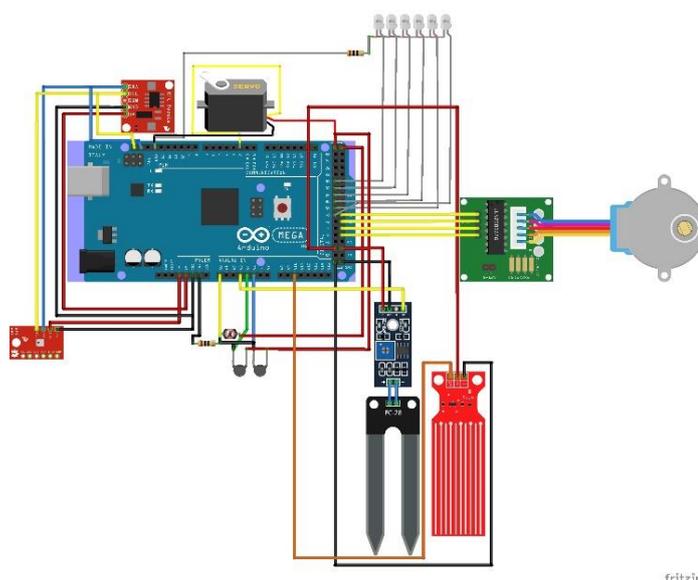


Рисунок 1 - Принципиальная схема программно-аппаратного комплекса

Разработали блок-схему будущей программы (рисунок 2; рисунок 3).

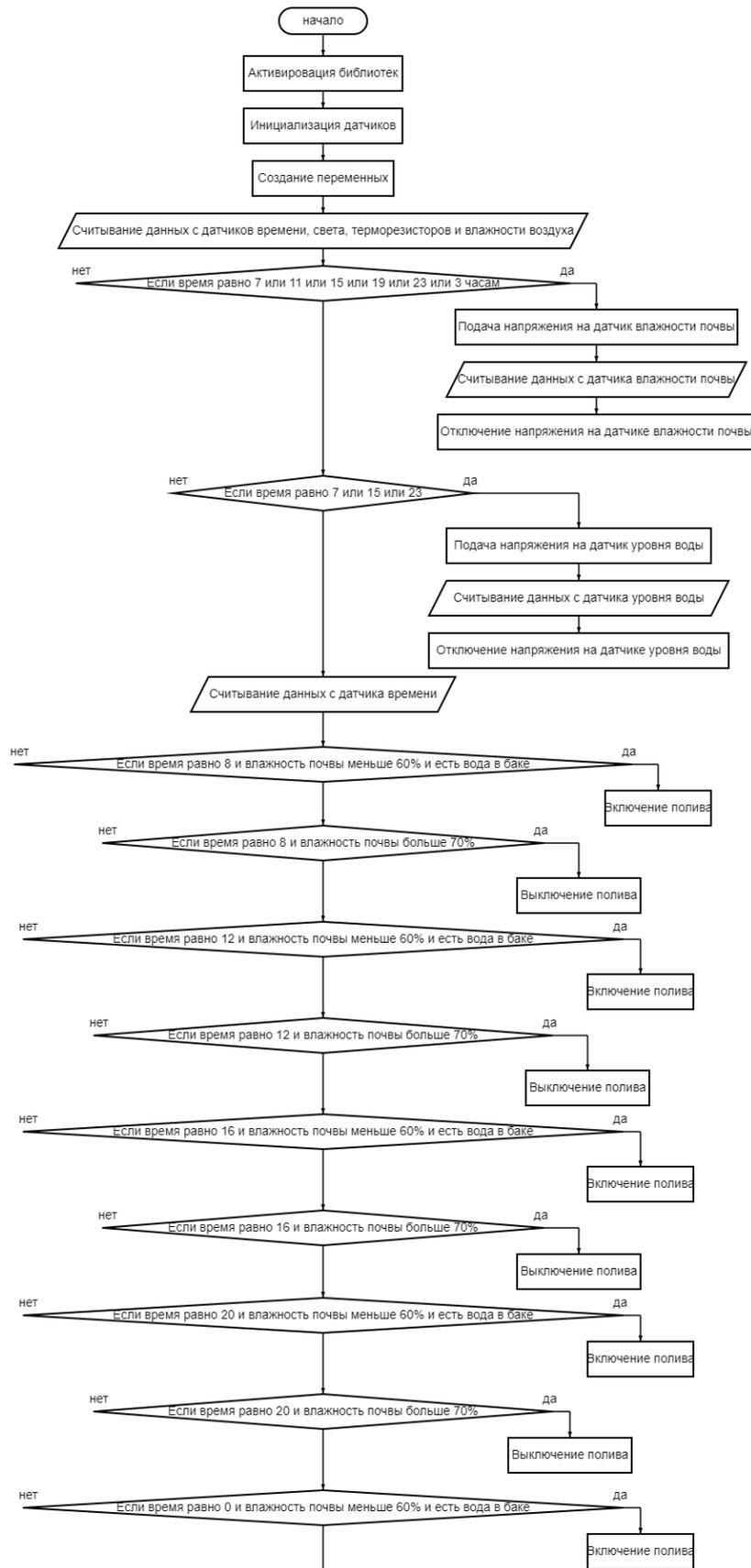


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма работы

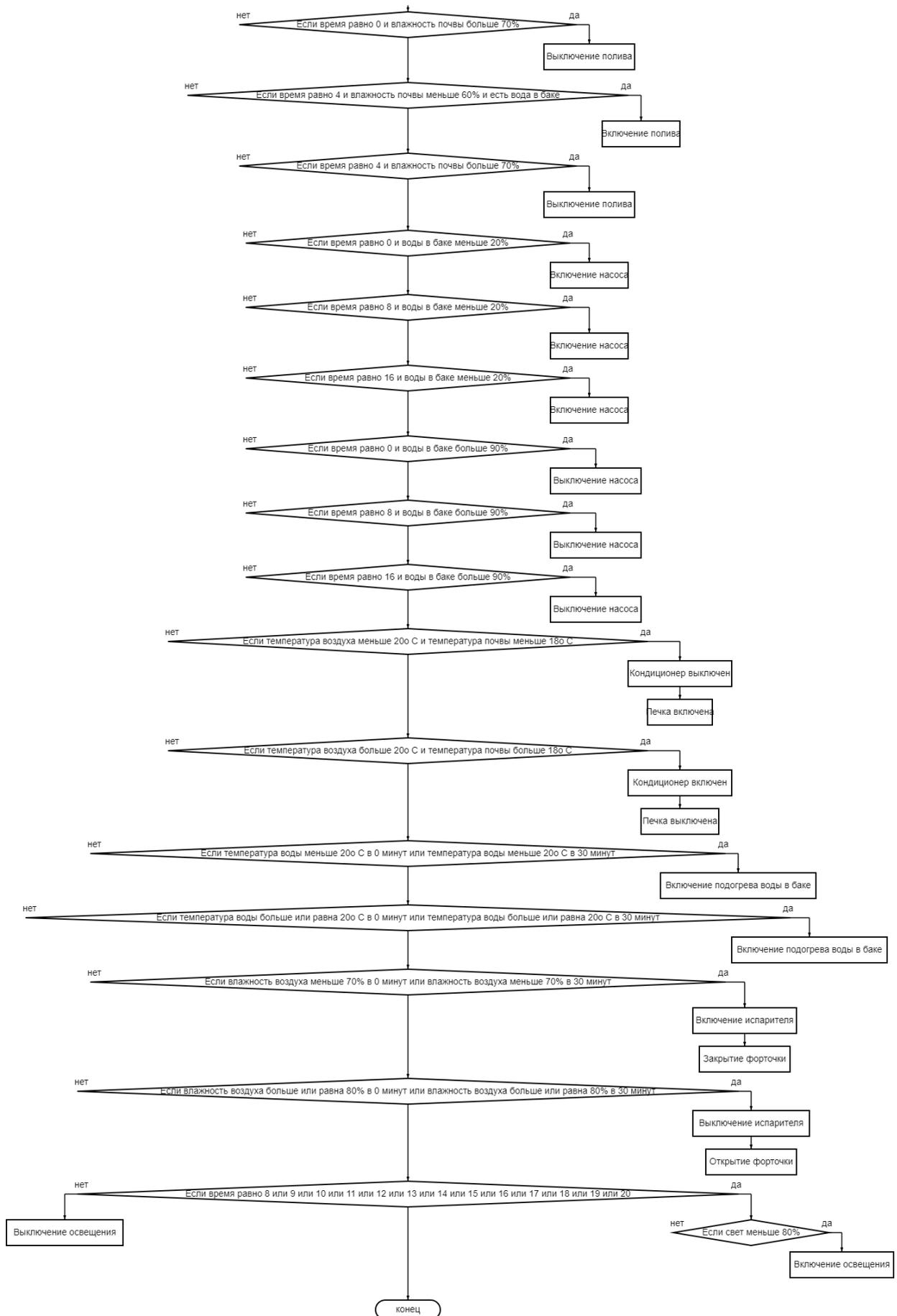


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма работы

Представляем листинг отлаженной программы на языке программирования C++ (рисунок 4; рисунок 5; рисунок 6).

```

#include <Servo.h>
#include <EEPROM.h>
#include "RTClib.h"
RTC_DS1307 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Bc", "Bn", "Bz", "Cp", "Cz", "Bn", "Cb"};
#include <Wire.h>
#include <LCD_1602_RUS.h>
LCD_1602_RUS lcd(0x27, 16, 2);
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
Adafruit_BME280 bme;
#define b 4090
#define r 10
#define water A10
#define mosfet 3
#define PIN_PHOTO_SENSOR A0
#define joysX A14
#define joysY A15
#define swPin 53
#define tPochV A4
#define tvnesh A5
#define V1ajPoch A3
#define vccV1aj 51
#define Konder 30
#define Pechka 32
#define PodogrevVody 34
#define Nasos 36
#define vccWater 46
#define Ispar 38
#define servoPin 2
Servo Servo1;
int V1ajPoch1;
int V1aj;
float temp3;
float tempV;
long a1;
float tempP;
long a;
boolean zn;
int X;
int Y;
int Water;
boolean flag4 = 1;
int flag1;
boolean flag2;
boolean flag3;
int Svet;
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    bme.begin();
    rtc.begin();
    pinMode(swPin, INPUT);
    digitalWrite(swPin, HIGH);
    pinMode(mosfet, OUTPUT);
    pinMode(vccV1aj, OUTPUT);
    digitalWrite(vccV1aj, LOW);
    pinMode(Konder, OUTPUT);
    digitalWrite(Konder, LOW);
    pinMode(Pechka, OUTPUT);
    digitalWrite(Pechka, LOW);
    pinMode(PodogrevVody, OUTPUT);
    digitalWrite(PodogrevVody, LOW);
    pinMode(Nasos, OUTPUT);
    digitalWrite(Nasos, LOW);
    pinMode(vccWater, OUTPUT);
    digitalWrite(vccWater, LOW);
    pinMode(Ispar, OUTPUT);
    digitalWrite(Ispar, LOW);
    pinMode(joysX, INPUT);
    pinMode(joysY, INPUT);
    pinMode(water, INPUT);
    EEPROM.get(0, flag3);
    EEPROM.get(1, flag2);
    EEPROM.get(2, flag1);
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    Servo1.attach(servoPin);
    Servo1.write(0);
}
void back() {
    #define in1 41
    #define in2 43
    #define in3 45
    #define in4 47
    pinMode(in1, OUTPUT);
    pinMode(in2, OUTPUT);
    pinMode(in3, OUTPUT);
    pinMode(in4, OUTPUT);
    for ( int sch = 0; sch<2500; sch++){
        digitalWrite(in1, LOW);
        digitalWrite(in2, LOW);
        digitalWrite(in3, HIGH);
        digitalWrite(in4, HIGH);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, LOW);
        digitalWrite(in2, HIGH);
        digitalWrite(in3, HIGH);
        digitalWrite(in4, LOW);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, HIGH);
        digitalWrite(in2, HIGH);
        digitalWrite(in3, LOW);
        digitalWrite(in4, LOW);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, HIGH);
        digitalWrite(in2, LOW);
        digitalWrite(in3, LOW);
        digitalWrite(in4, HIGH);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, LOW);
        digitalWrite(in2, LOW);
        digitalWrite(in3, LOW);
        digitalWrite(in4, LOW);
    }
}
void forward() {
    #define in1 41
    #define in2 43
    #define in3 45
    #define in4 47
    pinMode(in1, OUTPUT);
    pinMode(in2, OUTPUT);
    pinMode(in3, OUTPUT);
    pinMode(in4, OUTPUT);
    for ( int sch = 0; sch<2500; sch++){
        digitalWrite(in1, HIGH);
        digitalWrite(in2, LOW);
        digitalWrite(in3, LOW);
        digitalWrite(in4, HIGH);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, HIGH);
        digitalWrite(in2, HIGH);
        digitalWrite(in3, LOW);
        digitalWrite(in4, LOW);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, LOW);
        digitalWrite(in2, HIGH);
        digitalWrite(in3, HIGH);
        digitalWrite(in4, LOW);
        delay(3);
        digitalWrite(in1, LOW);
        digitalWrite(in2, LOW);
        digitalWrite(in3, HIGH);
        digitalWrite(in4, HIGH);
        delay(3);
    }
}

```

Рисунок 4 – Листинг программы

Список литературы:

1. Федорова Е. В. Поголовье сельскохозяйственных животных в Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 15.03.2025).

2. Туманова, М. И. К вопросу по совершенствованию технических средств измельчения прессованных грубых кормов / М. И. Туманова // Инновационные тенденции развития российской науки : материалы X Международной научно-практической конференция молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ, Красноярск, 22–23 марта 2017 года. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2017. – С. 191-193. – EDN YPGZQD.

References:

1. Fedorova E. V. Pogolov'e sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh v Rossijskoj Federacii // Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (data obrashhenija: 15.03.2025).

2. Tumanova, M. I. K voprosu po sovershenstvovaniju tehnicheskikh sredstv izmel'chenija pressovannyh grubyh kormov / M. I. Tumanova // Innovacionnye tendencii razvitija rossijskoj nauki : materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencija molodyh uchenyh, posvjashhennoj Godu jekologii i 65-letiju Krasnojarskogo GAU, Krasnojarsk, 22–23 marta 2017 goda. Tom Chast' I. – Krasnojarsk: Krasnojarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017. – S. 191-193. – EDN YPGZQD.