

УДК 639.3.043:628.93/.97

UDC 639.3.043:628.93/.97

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДКОРМКИ РЫБЫ  
ЛИЧИНКАМИ КОМАРОВ****DEVICE FOR FISH ADDITIONAL FEEDING  
ON MOSQUITO LARVAE**

Газалов Владимир Сергеевич  
д.т.н., профессор, проректор по учебной работе  
ФГБОУ ВПО АЧГАА, ведущий научный  
сотрудник отдела электроэнергетики ГНУ  
СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии

Gazalov Vladimir Sergeevich  
Dr.Sci.Tech., professor, vice rector for Academic work  
of the Azov-Black Sea State Agroengineering  
Academy, senior research staff member of the  
department of electric power engineering of State  
Scientific Institution North-Caucasus Research  
Institute of Mechanization and Electrification of  
Agriculture (SSI NCRIMEA Russagroacademy)

Шабает Евгений Адимович  
к.т.н., доцент  
*Азово-Черноморская государственная  
агроинженерная академия, Зерноград, Россия*

Shabaev Evgeny Adimovich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
*Azov-Black Sea State Agroengineering Academy,  
Zernograd, Russia*

Разработан электрооптический преобразователь с  
изменяющейся цветностью излучения в  
зависимости от температуры окружающего  
воздуха, предназначенный для подкормки рыбы  
личинками комаров. Данное устройство является  
эффективным средством электротехнологии  
экологически чистой подкормки рыбы живыми  
кормами

The electro optical transducer with changeable  
emission color depending on air temperature, which is  
destined for fish additional feeding with mosquito  
larvae, has been designed. It is the effective device of  
electrotechnics of ecological fish additional feeding  
with live feed

Ключевые слова: ПОДКОРМКА РЫБЫ, ЖИВЫЕ  
КОРМА, ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, СВЕТОДИОДНЫЙ  
ИЗЛУЧАТЕЛЬ, ПРИВЛЕЧЕНИЕ КОМАРОВ

Keywords: FISH ADDITIONAL FEEDING, LIVE  
FEED, ELECTROOPTICAL TRUNSDUCER,  
LIGHT-EMITTING DIODE, MOSQUITOES  
ATTRACTION

В настоящее время для интенсификации производства рыбных ресурсов во внутренних водоемах широко используют подкормку рыбы комбикормами. Концентрированные комбикорма не всегда сбалансированы по питательным веществам, содержат недостаточно витаминов, микроэлементов, биологически активных веществ, необходимых для размножения, развития и роста рыбы. Часто в них наблюдаются недостаток протеина и избыток углеводов. Длительное использование таких кормов приводит к нарушению обмена веществ, возникновению гипо- и гипервитаминоза. В результате снижается продуктивность прудов и увеличиваются затраты на выращивание рыбы.

Снижение расхода комбикормов и улучшение эпизоотической обстановки в прудах достигаются мероприятиями по увеличению в пищевом рационе рыбы доли живых кормов, естественной кормовой базы водоемов.

Наиболее прогрессивным из таких мероприятий является использование электрооптических преобразователей для привлечения к прудам комаров, личинки которых служат пищей для рыбы. За счет увеличения доли живых кормов повышается иммунитет рыбы, снижается заболеваемость, ускоряется прирост живой массы.

Высокой эффективностью привлечения комаров оптическим излучением обладает светодиодный электрооптический преобразователь с изменяющейся цветностью излучения [1, 2]. Данное устройство располагают над поверхностью воды, в местах доступных для рыбы и используют совместно с платформами для роения комаров. Привлеченные оптическим излучением светодиодов (СИД) комары подлетают к электрооптическому преобразователю и опускаются на плавающую платформу, которая создает благоприятные условия для кладки яиц насекомыми. Выклевывающиеся из них личинки активно поедаются рыбой.

Увеличение количества комаров, привлеченных установкой, достигается путем регулирования оптимальной (с точки зрения положительного фототаксиса) цветности излучения светодиодов в зависимости от температуры окружающего воздуха [3] в соответствии с выражениями

$$\begin{cases} x_{\text{ОПТ}} = 1,070 - 4,714 \cdot 10^{-2} t_{\text{в}} + 6,287 \cdot 10^{-4} t_{\text{в}}^2; \\ y_{\text{ОПТ}} = -0,1323 + 1,835 x_{\text{ОПТ}} - 1,896 x_{\text{ОПТ}}^2, \end{cases} \quad (1)$$

где

$x_{\text{ОПТ}}$ ,  $y_{\text{ОПТ}}$  – оптимальные координаты цветности привлекающего комаров излучения;

$t_{\text{в}}$  – температура окружающего воздуха, °С.

При повышении температуры воздуха в диапазоне, соответствующем активному лету комаров, оптимальная цветность смещается от оранжево-красных оттенков цвета в область сине-фиолетовых (рисунок 1).

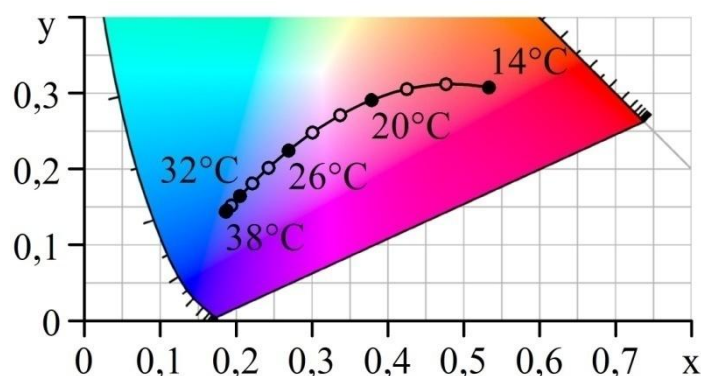


Рисунок 1 – Графическая интерпретация модели (1) на атласе цветности МКО 31

Разработанное устройство [2] осуществляет регулирование оптимальных координат цветности излучения светодиодов в соответствии с уравнениями (1) в пределах  $\Delta x = 0,5330 \dots 0,1862$  и  $\Delta y = 0,3073 \dots 0,1437$  для рабочего диапазона температур окружающего воздуха  $\Delta t_{\text{в}} = 14 \dots 38^\circ\text{C}$ .

В качестве ламп-аттрактантов в устройстве (рисунок 2) используются три мощных RGB-светодиода PL6N-3LFE с кристаллами фирмы "Cree" (США). Оптические оси СИД расположены в горизонтальной плоскости под углом  $120^\circ$ , за счет чего достигается равномерность распределения светового потока вокруг светодиодного излучателя. Цветность излучения СИД изменяется путем регулирования токов через светоизлучающие кристаллы с излучением различного цвета (R – красного, G – зеленого, B – синего). Стабилизация и ШИМ регулирование токов осуществляют линейные драйверы светодиодов MAX16803 фирмы "Maxim Integrated Products" (США).

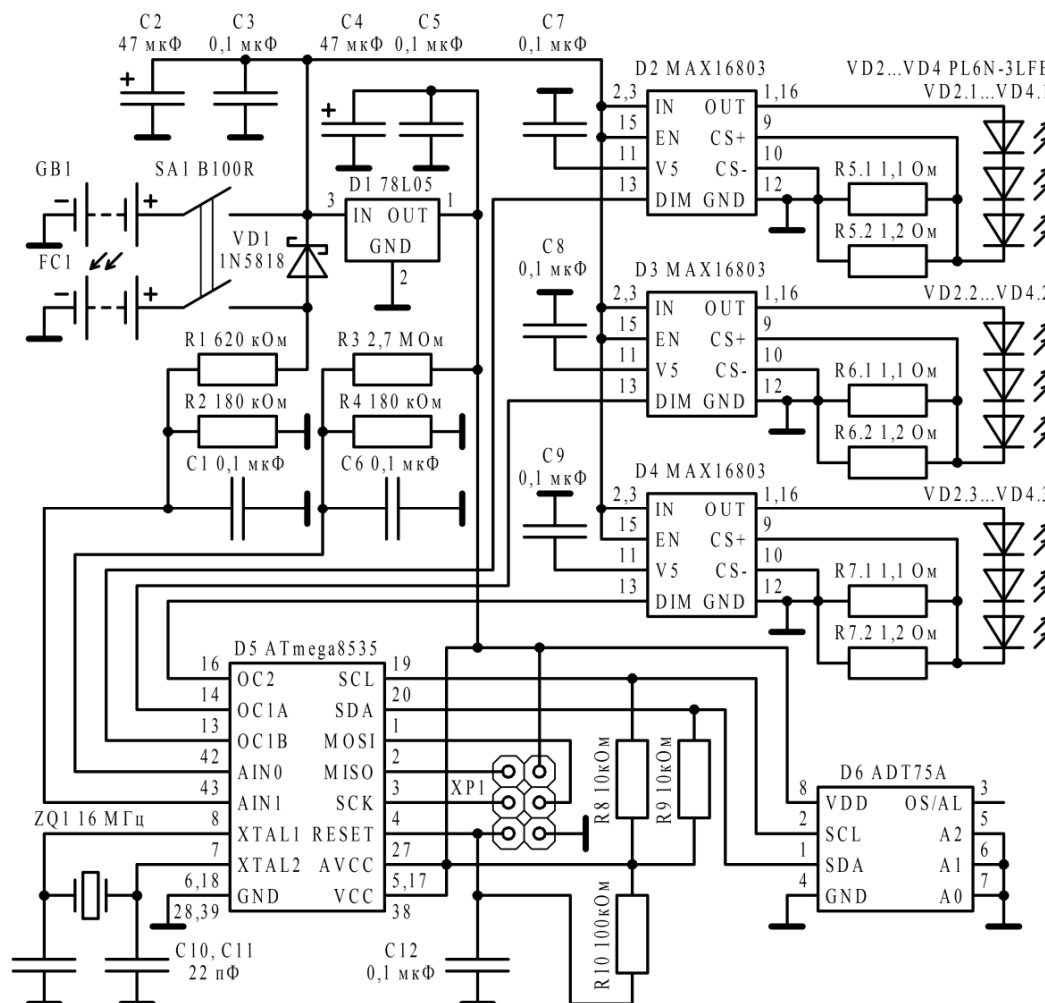


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная электрооптического преобразователя с изменяющейся цветностью излучения

На них поступают управляющие ШИМ сигналы напряжения от микроконтроллера ATmega8535 фирмы "Atmel" (США) с запрограммированными настройками регулятора цветности излучения, в качестве которых служат зависимости коэффициентов D заполнения восьми битных ШИМ импульсов (с частотой 2 кГц) для каждого из кристаллов RGB-светодиода, приведенные на рисунке 3. Контроль температуры окружающего воздуха осуществляется цифровым датчиком температуры ADT75A фирмы "Analog Devices" (США).

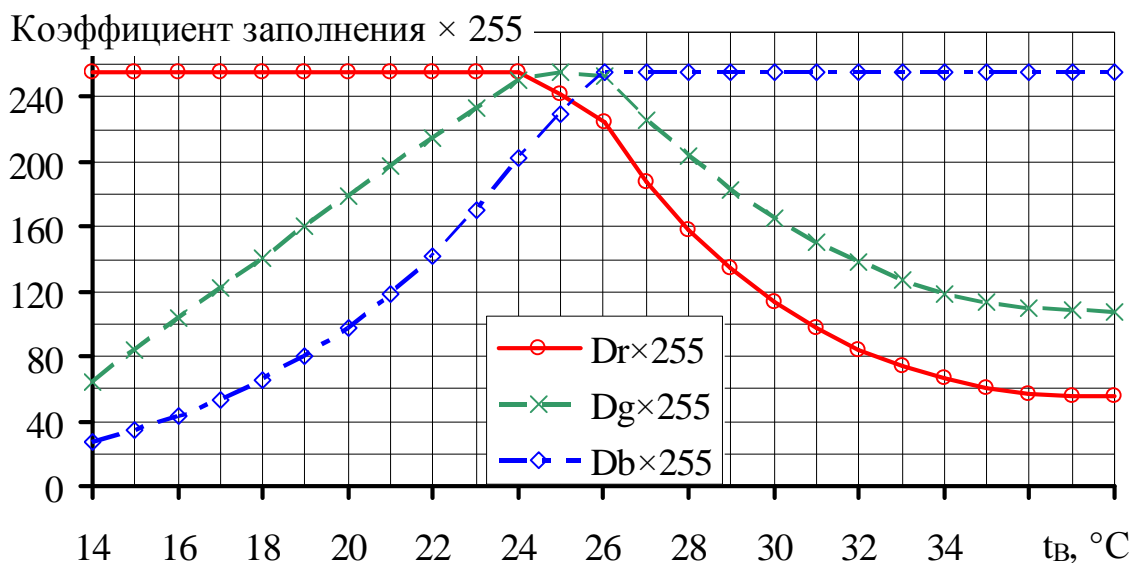


Рисунок 3 – Зависимости коэффициентов заполнения импульсов управляющих ШИМ сигналов от температуры воздуха

Установка имеет автономный источник питания на основе аккумуляторной батареи FGHL 20722 (с емкостью 7,2 А·ч и напряжением 12 В), заряжающейся от солнечного модуля MSW-12(12) (мощностью 12 Вт), который также используется в качестве датчика уровня естественной освещенности.

Таким образом, практическая реализация автоматической системы управления (АСУ) установкой и входящей в нее САУ цветностью излучения осуществлена на базе широко распространенной, недорогой, современной цифровой техники с применением микроконтроллера. Внешний вид излучателя и АСУ установки изображены на рисунке 4, где: 1 – системная плата; 2 – светодиоды излучателя; 3 – плата датчика температуры; 4 – теплоотводящая подложка платы СИД; 5 – радиатор; 6, 7 – соединительные проводники системной платы соответственно с платами светодиодов, датчика температуры; 8 и 9 – провода соединения системной платы с солнечным модулем и аккумуляторной батареей.

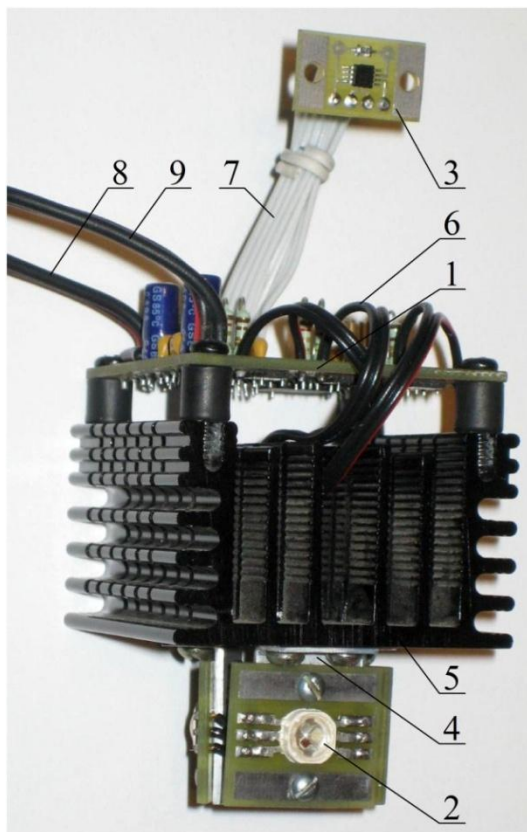


Рисунок 4 – Внешний вид излучателя и АСУ установки

Помимо регулирования цветности излучения RGB-светодиодов в зависимости от температуры воздуха микроконтроллер (МК) осуществляет следующие функции управления работой устройства:

- включение светодиодов при наступлении сумерек, в период начала активного лета комаров;
- выдержка времени работы СИД в течение вечернего лета комаров с последующим их отключением;
- выдержка времени перед включением светодиодов в утренние часы активности комаров, с последующим включением СИД;
- отключение светодиодов при наступлении рассвета;
- осуществление отключения СИД при температурах воздуха за пределами диапазона температур активного лета комаров.

Программа МК реализует алгоритм, приведенный на рисунке 5 и рисунке 6.

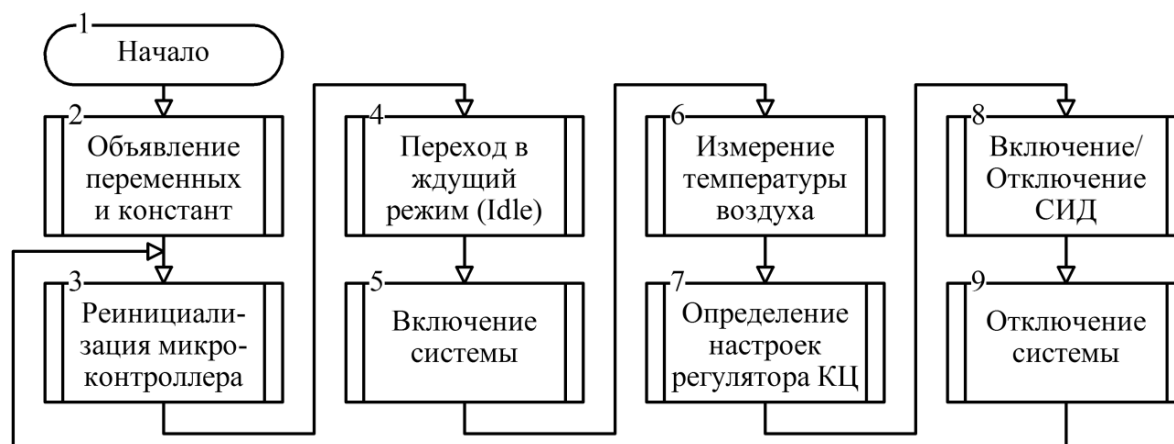


Рисунок 5 – Блок-схема внешнего алгоритма работы устройства

После инициализации микроконтроллер переходит в режим Idle пониженного электропотребления. При наступлении сумерек по сигналу от солнечного модуля МК активизируется аналоговым компаратором (АК), производит опрос датчика температуры, формирует управляющие сигналы, что приводит к включению светодиодов на период активного лета комаров. На рассвете сигналом АК прекращается генерация сигналов управления, отключаются светодиоды и после реинициализации микроконтроллер переходит в ждущий режим. Программный "сброс" МК один раз в сутки предусмотрен с целью повышения стабильности работы устройства при его длительной эксплуатации в автономном режиме. Переменные и константы, используемые во внутреннем алгоритме управления работой устройства (см. рисунок 6), приведены в таблице.

Объявление переменных и констант осуществляется в блоках 2-6 (см. рисунок 6). Реинициализация микроконтроллера производится в блоках между точками 1 и 2.

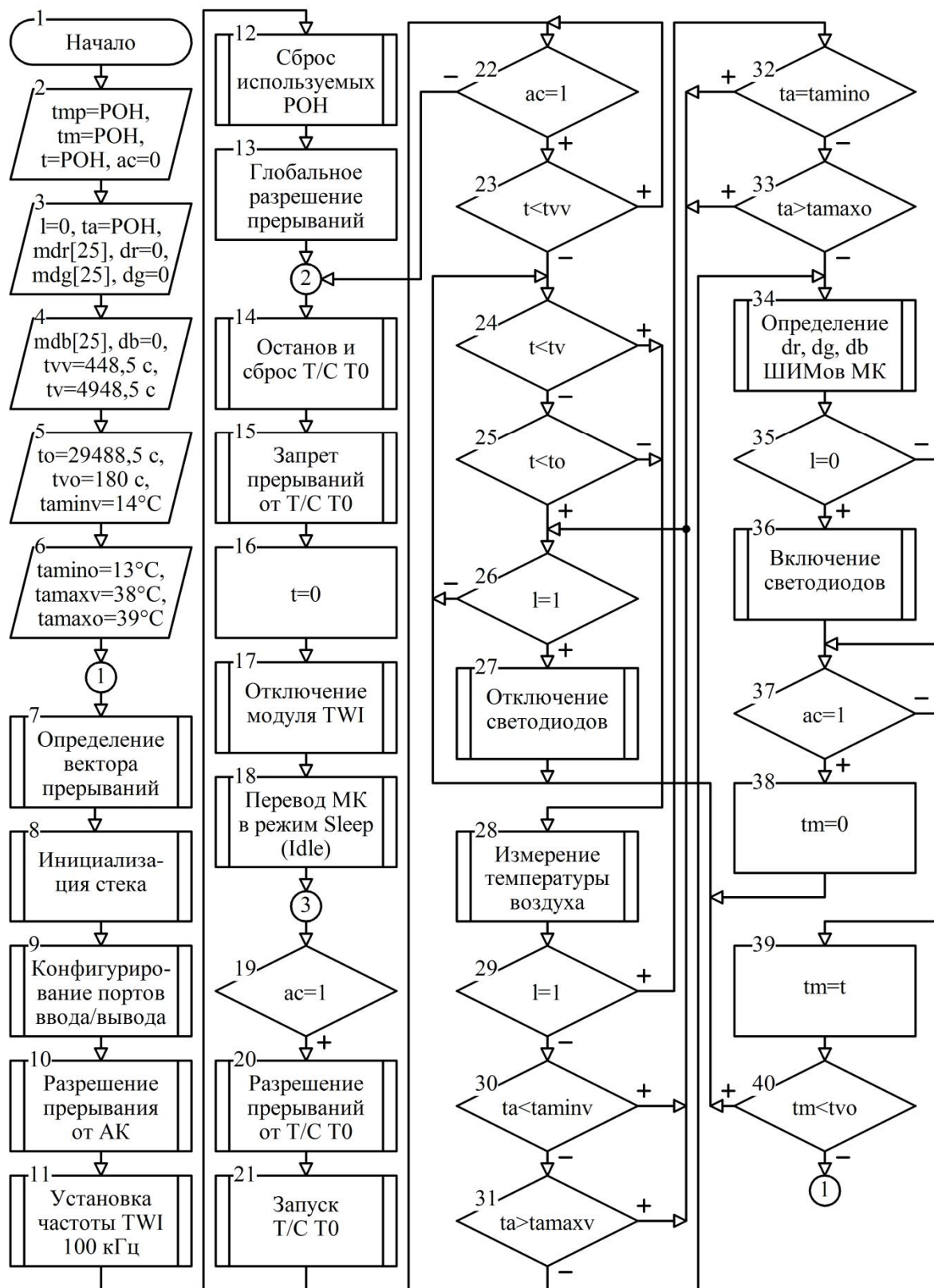


Рисунок 6 – Блок-схема внутреннего алгоритма работы устройства



Таблица – ИМЕНА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ, КОНСТАНТ И  
ИХ ЗНАЧЕНИЯ

Имя	Значение	Назначение
tmp	*	временная переменная 1
tm	*	временная переменная 2, для операций со временем
t	*	переменная счета времени в машинных циклах
ac	*	состояние АК (ac=1 – потемнело, ac=0 – посветлело)
l	*	состояние СИД (l=1 – светят; l=0 – не светят)
ta	*	температура воздуха
dr, dg, db	*	ширина импульсов ШИМ R-, G- и B-кристалла
tvv	448,5 с	время выдержки включения при срабатывании АК
tv	4948,5 с	время работы СИД
to	29488,5 с	время отключения СИД
tvo	180 с	время выдержки при срабатывании АК
mdr[25]	*	массив констант ШИМ сигналов R-кристалла
mdg[25]	*	массив констант ШИМ сигналов G-кристалла
mdb[25]	*	массив констант ШИМ сигналов B-кристалла
taminv	14°C	минимальная температура воздуха включения СИД
tamino	13°C	минимальная температура воздуха отключения СИД
tamaxv	38°C	максимальная температура воздуха включения СИД
tamaxo	39°C	максимальная температура воздуха отключения СИД

Сразу после "сброса" МК происходит его переход в "ждущий режим" Idle, этому соответствует последовательность операций между точками 2 и 3. Продолжение выполнения программного кода микроконтроллером после точки 3 (см. рисунок 6) возможно только после его "пробуждения" по прерыванию от аналогового компаратора, при смене состояния АК с 0 на 1. После выхода МК из режима Idle осуществляется

включение таймера/счетчика (Т/С) T0 и по его прерыванию происходит счет времени в машинных циклах путем инкрементирования переменной t.

Отстройка от затенения солнечного модуля случайными помехами и временная задержка включения системы реализована блоками 22 и 23, отключение светодиодов во время ночной паузы осуществляется блоками 24 и 25, а при температуре воздуха за пределами рабочего диапазона – блоками 30-33, в которых реализован гистерезис по измеряемой температуре в 1°C с целью четкого включения и отключения СИД (см. рисунок 6).

При отключении светодиодов происходит останов и отключение таймеров/счетчиков T1 и T2, формирующих управляющие сигналы МК, с последующей установкой низкого уровня на их выходах.

Опрос микроконтроллером датчика температуры производится через интерфейс TWI в режиме Master. Ширина импульсов управляющих ШИМ сигналов определяются по температуре воздуха выборкой из массивов данных mdr[25], mdg[25] и mdb[25] настроек регулятора цветности излучения. Включение светодиодов производится запуском таймеров/счетчиков T1 и T2 в режиме быстрого восьми битного ШИМ.

При отключении системы по сигналу аналогового компаратора в блоках 39 и 40 (см. рисунок 6) производится 3-х минутная задержка времени с целью отстройки от случайного освещения солнечных модулей. В соответствии с приведенными выше алгоритмами на языке программирования Assembler в среде AVR Studio разработана программа управления устройством. В ходе производственных испытаний электрооптического преобразователя с изменяющейся цветностью излучения установлена работоспособность и полная функциональность устройства для подкормки рыбы личинками комаров. Разработанные алгоритмы способствуют поддержанию требуемой цветности излучения RGB-светодиодов, привлекающего комаров, позволяют обеспечить

автономный режим работы устройства, повысить его надежность и снизить эксплуатационные издержки.

Проведенные производственные эксперименты [1] подтвердили повышение эффективности на 21...33% разработанного способа [3] привлечения комаров оптическим излучением при изменении координат цветности излучения в соответствии с моделью (1), по сравнению с контролем (при стабилизации координат цветности излучения на уровне  $X_{\text{опт}}=0,2294$  и  $Y_{\text{опт}}=0,2366$ ) [4].

При использовании электрооптического преобразователя с изменяющейся цветностью излучения для подкормки рыбы личинками комаров на 2 га водоема с кратностью посадки рыбы равной пяти достигнуты следующие технико-экономические результаты:

- снижение расхода комбикормов на кормление рыбы до 2890 кг;
- годовая экономия денежных средств 21,5 тыс. руб.;
- чистый дисконтированный доход за 9 лет 120,9 тыс. руб.;
- индекс доходности 10,2;
- срок окупаемости 0,66 года.

Таким образом, примененные технологии и технические средства для разработанного устройства обеспечивают экологически чистую подкормку рыбы живыми кормами, что позволяет повысить качество кормления рыбы за счет увеличения доли живых кормов (личинок комаров) в пищевом рационе рыбы, существенно сократить расход комбикормов на кормление рыбы и получить значительный экономический эффект от внедрения установки в рыбоводческих хозяйствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шабаев, Е.А. Повышение эффективности привлечения комаров электрооптическим преобразователем с изменяющейся цветностью излучения для подкормки рыбы [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02: защищена 26.12.2008: утв. 03.04.2009 /Шабаев Евгений Адимович. – Зерноград, 2008. – 160 с.

2. Газалов, В.С. Электрооптический преобразователь с изменяющейся цветностью излучения [Текст] /В.С. Газалов, Е.А. Шабаев //Механизация технологических процессов в животноводстве: технологии, машины, оборудование: сб. науч. тр. международной научно-технической конференции "Ресурсосберегающие технологии и инновационные проекты в АПК" (14-15 апреля 2009 г., г. Зерноград) /ВНИПТИМЭСХ. – Зерноград, 2009. – С. 148-158.

3. Способ привлечения комаров оптическим излучением [Текст]: пат. RU 2384054 С1 Рос. Федерация: А01К 61/00 /Газалов В.С., Бабенко А.А., Шабаев Е.А.; заявитель и патентообладатель Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. – №2008135075/12; заявл. 27.08.2008; опубл. 20.03.2010, Бюл. №8.

4. Электрооптический преобразователь для подкормки рыбы [Текст]: пат. RU 2250609 С1 Рос. Федерация: А 01 К 61/00. /Газалов В.С., Щербаева Э.В., Шестаковская Е.В., Казарникова А.В., Каменцева О.М., Богачева Г.А.; заявитель и патентообладатель Азово-Черномор. гос. агроинж. акад. – №2004109737/12; заявл. 30.03.2004; опубл. 27.04.2005, Бюл. №12.