

УДК 681.532.7

DOI 10.17513/snt.40090

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОСВЕЧИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

Юшков И.С., Гришин В.В., Сиркин К.К.

*ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск,
e-mail: dead.holly52@yandex.ru*

В статье приведены результаты исследования и разработки аварийных алгоритмов и трех режимов управления автоматизированной системой электродосвечивания растений в тепличном комплексе. Комплекс технических средств системы автоматизации состоит из нижнего, среднего и верхнего уровней. Комплекс средств нижнего уровня производит автоматический сбор сигналов с технологического оборудования и выдачу управляющих сигналов на исполнительные устройства. Комплекс средств среднего уровня осуществляет автоматический сбор данных с периферийных устройств, первичную обработку сигналов и выдачу массива собранных данных на верхний уровень. Комплекс средств верхнего уровня реализует автоматический сбор информации с программируемого логического контроллера системы управления и отображение на экранах операторной панели. Система электродосвечивания растений предусматривает три режима работы: местный, ручной и автоматический. Управление в ручном режиме осуществляется через операторную панель. Управление в местном режиме производится через устройства управления, расположенные непосредственно в щитах досветки. В автоматическом режиме система управления получает данные от шкафа управления досветкой по протоколу ModbusTCP. Разработаны три защитных алгоритма для автоматизированной системы, которые позволяют быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации.

Ключевые слова: автоматизация, электродосвечивание, программируемые логические контроллеры, шкаф управления освещением, автомат, связь

AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ADDITIONAL ILLUMINATION OF PLANTS

Yushkov I.S., Grishin V.V., Sirkin K.K.

*Mordovia State University named after N.P. Ogarev, Saransk,
e-mail: dead.holly52@yandex.ru*

The article presents the results of research and development of emergency algorithms and three control modes for an automated system of electric lighting of plants in a greenhouse complex. The complex of technical means of the automation system consists of lower, middle and upper levels. A set of lower-level tools automatically collects signals from technological equipment and outputs control signals to actuators. A set of medium-level tools automatically collects data from peripheral devices, primary signal processing and outputs an array of collected data to the upper level. The complex of top-level tools automatically collects information from the programmable logic controller of the control system and displays it on the screens of the operator panel. The electric lighting system of plants provides three modes of operation: There are three possible modes of operation of the electric lighting system: local, manual and automatic. Manual operation is carried out through the operator panel. Local control is performed through control devices located directly in the illumination panels. In automatic mode, the control system receives data from the lighting control cabinet via the ModbusTCP protocol. Three security algorithms have been developed for the automated system, which make it possible to respond quickly and effectively to emergency situations.

Keywords: automation, electrical illumination, programmable logic controllers, lighting control cabinet, automatic machine, communication

Введение

В современном мире существует ряд проблем, связанных с круглогодичным выращиванием различных культур. Для улучшения пищеварительных процессов и получения различных естественных витаминов необходимо круглогодично потреблять овощи и фрукты.

Сегодня большое внимание уделяется поиску перспективных решений в области выращивания овощных культур. В результате анализа существующего тепличного комплекса выявлены недостатки, связанные с низкой производительностью и высокой затратой человеческих усилий на данное

производство, соответственно, целью исследования является разработка автоматизированной системы досвечивания растений. Для решения поставленной цели использовался комплексный подход, который содержал в себе анализ и обобщение данных научно-технической литературы по проблеме исследования.

Автоматизация технологического процесса [1, с. 19] досвечивания растений преследует цель уменьшения трудовых затрат, а также получения наибольшего количества урожая в год и снижения его себестоимости. Поэтому **целями исследования** стали разработка защитных алгоритмов

для бесперебойной работы системы в аварийных ситуациях и улучшение функциональности управления технологическим процессом путем разработки трех режимов работы: местного, дистанционного и автоматического.

Материалы и методы исследования

Основным элементом системы является программируемый логический контроллер (далее – ПЛК), который и управляет всеми процессами и компонентами системы [2, с. 4–10].

Комплекс технических средств системы автоматизации имеет три уровня [3, с. 2].

Нижний уровень осуществляет:

- автоматический сбор сигналов с технологического оборудования (состояние автоматов защиты линии, состояние контактов, состояние режима управления);
- выдачу управляющих сигналов на исполнительные устройства – щиты досвечивания (команды работы в 50% мощности и команда работы в 100% мощности досветки) [4, с. 6, 7];
- цифровую обработку принятых сигналов;
- диагностику линий связи с модулями ввода/вывода.

В состав нижнего уровня входят:

- интерфейсные модули модели Siemens ET200MP для подключения различного оборудования к сети контроллера;
- модули ввода/вывода сигналов модели Siemens S7-1500, модули, необходимые для подключения датчиков, для сбора информации с устройств и для управления ими.

Средний уровень осуществляет:

- автоматический сбор данных с периферийных устройств (датчиков влажности, температуры, состояние вентиляции);
- первичная обработка сигналов, математическая обработка данных по заданным алгоритмам.

В состав среднего уровня входит упомянутый выше программируемый логический контроллер модели Siemens SIMATIC S7-1500, который располагается в электро-техническом шкафу. Также в этот уровень входит следующее оборудование:

- шкаф управления освещением – основной управляющий шкаф системы автоматического электродосвечивания растений на базе ПЛК, который выполняет функцию управления и диспетчеризации работы оборудования, преобразования и контроля команд системы микроклимата в отделениях с растениями, сбор данных от систем мониторинга технологического процесса электродосвечивания растений.

Обеспечивает согласованное функционирование оборудования и передачу данных на сервер системы управления;

- щиты ввода/вывода – используются в качестве ведомых устройств и обеспечивают управление щитами досветки (ЩД) растений. Они не имеют своего ПЛК, команды управления поступают от главного шкафа управления освещением посредством протокола Profibus.

Верхний уровень осуществляет:

- автоматический сбор информации с ПЛК системы управления;
 - реализацию необходимых математических вычислений (расчет необходимой мощности);
 - обмен информацией с вышестоящим уровнем АСУ по каналам стандартной интерфейсной связи [5, с. 21–24];
 - контроль и управление текущим уровнем доступа персонала (использование паролей);
 - диагностику связи между отдельными элементами системы.
- В состав верхнего уровня системы управления входят:
- операторная панель Siemens TP1200 Comfort;
 - SCADA система [6, с. 9–13].

Результаты исследования и их обсуждение

Система электродосвечивания растений предусматривает три режима работы:

- местный режим;
- ручной режим;
- автоматический режим.

Местный режим. В данном режиме контроль состояния и управления оборудованием досвечивания производится с помощью органов управления, расположенных непосредственно на щитах досветки. Панель оператора в данном случае осуществляет индикацию текущего состояния оборудования и вывод аварийных сообщений, функции управления заблокированы. При возникновении внештатной ситуации система досвечивания сохранит свое текущее состояние до вмешательства оператора.

Ручной режим. В данном режиме контроль состояния и управления оборудованием производится с помощью панели оператора. При активации оператором какого-либо органа управления разверткой ЩД происходит проверка необходимых для включения условий:

- 1) наличие сети 380 В;
- 2) все автоматические выключатели в ЩД включены;
- 3) переключатель режимов работы щита находится в положении «Дистанционный».

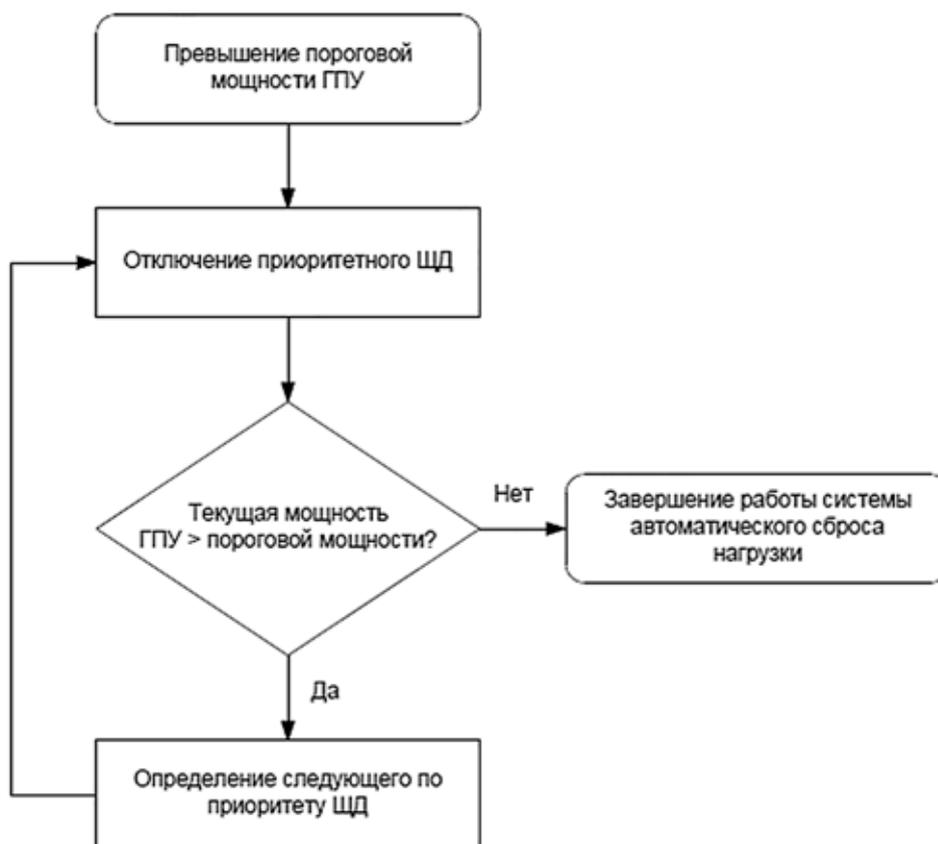


Рис. 1. Алгоритм работы системы при превышении пороговой мощности ГПУ

После проверки необходимых условий происходит включение ЩД. При возникновении аварийной ситуации системы генерации мощности в энергоцентре происходит мгновенное отключение щитов досветки.

Автоматический режим. В данном режиме система управления по протоколу ModbusTCP [7, с. 400–420] получает данные от шкафа управления и синхронизации с машинами выработки электроэнергии в энергоцентре. На основе этих данных производится циклический расчет доступной энергии для системы электродосвечивания, так как от энергии напрямую зависит мощность досветки. Управление щитами досветки в автоматическом режиме осуществляется по командам системы микроклимата. При поступлении команды от данной системы начинается пошаговое включение досветки по направлениям. При этом скорость включения направлений досветки не превышает 125 кВт за 5 секунд. При достижении доступной мощности процесс включения останавливается в ожидании автоматического поступления дополнительной энергии от энергоцентра.

Благодаря разработанному алгоритму система обладает защитой использо-

емых газопоршневых установок (ГПУ) и растений. Наибольший вред выращиваемым культурам наносит резкий перепад с пиковой освещенности на минимальную, что, собственно, и происходит при критической аварии на ГПУ.

Система аварийного сброса нагрузки предусматривает 2 алгоритма работы:

- 1) полный сброс мощности ГПУ при аварии (рис. 1);
- 2) плавная разгрузка ГПУ при превышении пороговой мощности (рис. 2).

Благодаря такой реакции системы на аварийное отключение ГПУ не происходит лавинного отключения всех ГПУ, что, соответственно, не позволит резко отключиться всей системе, как результат, не произойдет критического перепада освещенности.

На рисунке 3 представлен алгоритм плавного запуска системы. Плавный старт необходим для продления службы ГПУ и исключения перегрузки.

Благодаря такой реакции системы на аварийное отключение ГПУ не происходит лавинного отключения всех ГПУ, что, соответственно, не позволит резко отключиться всей системе, как результат, не произойдет критического перепада освещенности.

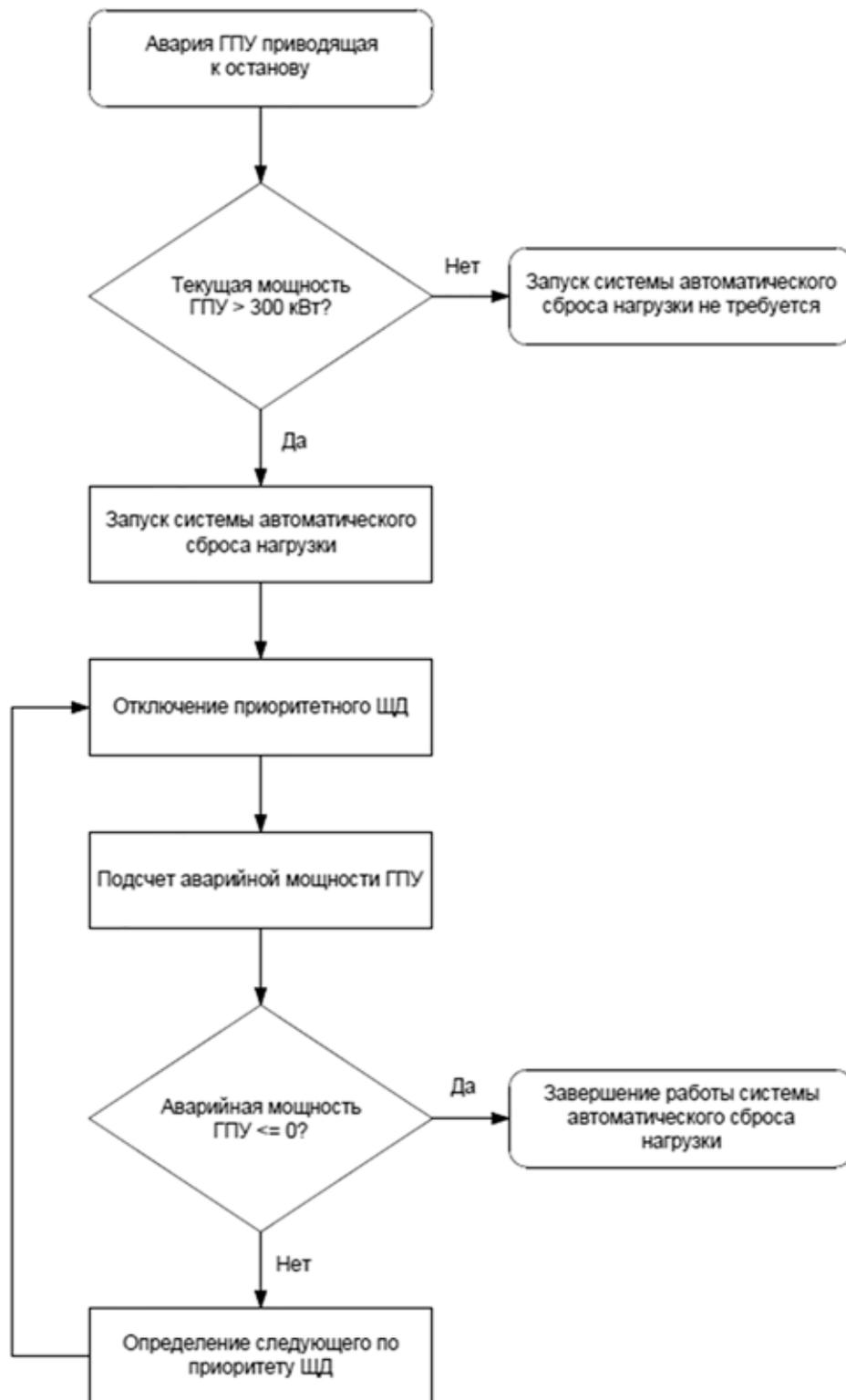


Рис. 2. Алгоритм работы системы при аварии ГПУ

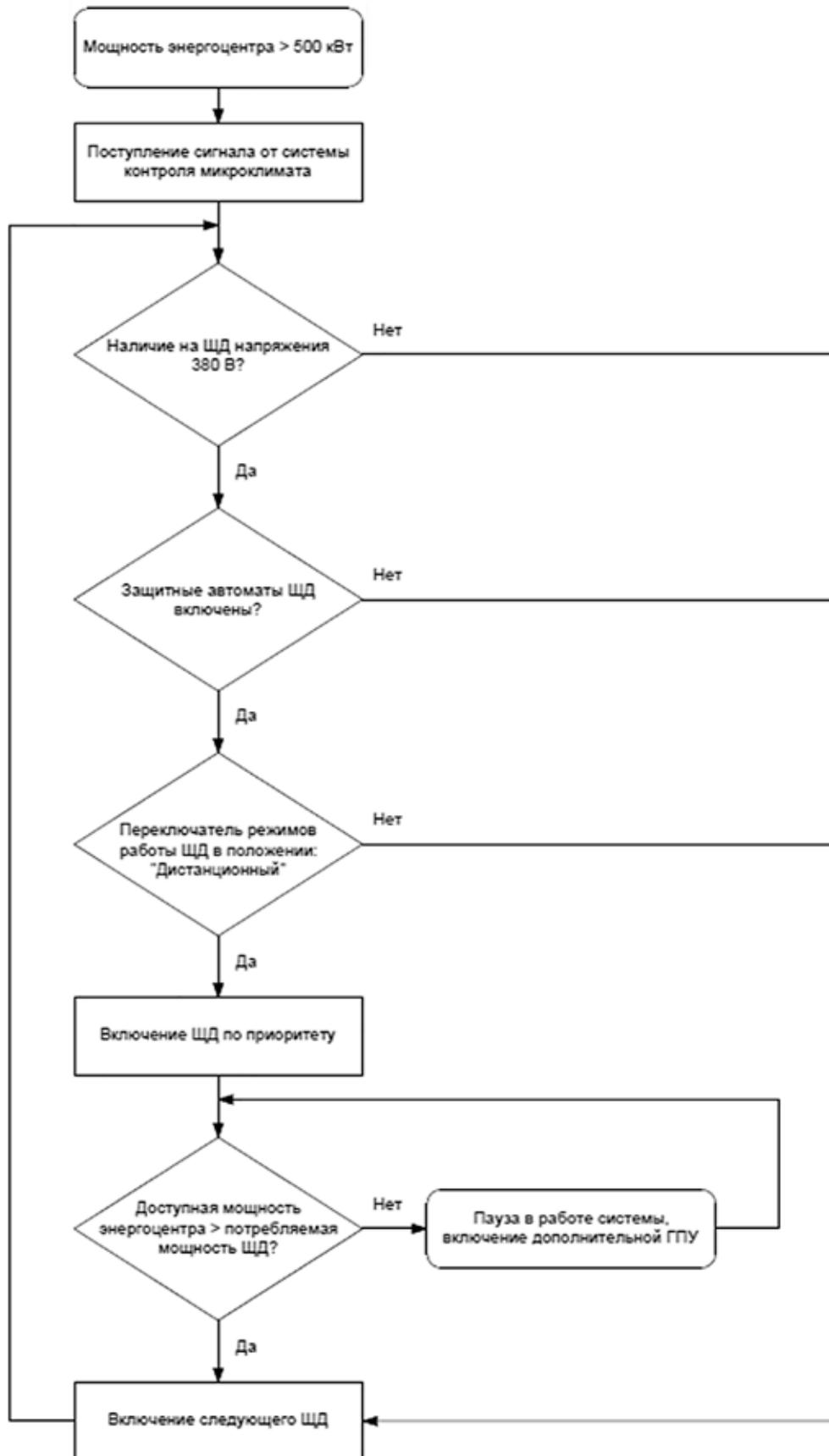


Рис. 3. Алгоритм плавного запуска системы в автоматическом режиме

Выводы

В результате исследования можно сделать следующие выводы.

1. Проектирование системы управления досвечиванием растений может быть реализовано как решение задачи минимизации некоторого критерия (себестоимость продукции, человеко-часов, количество выпускаемой продукции).

2. Задача проектирования системы управления может быть эффективно решена при помощи использования иерархической системы, с помощью частичной декомпозиции.

3. Данную систему можно интегрировать в различные по масштабу тепличные комплексы путем добавления необходимого количества щитов ввода вывода и щитов досветки.

4. Систему можно использовать совместно с любой из существующих систем управления микроклиматом.

Список литературы

1. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления. 2-е изд. испр. и доп. М.: Юрайт, 2024. 386 с.
2. Хиврин М.В., Данильченко С.В. Программирование ПЛК и промышленной сети. М.: ИД НИТУ «МИСиС», 2020. 139 с.
3. Сироткин А.В. Модель системы трёхуровневого обеспечения информационного взаимодействия в АСУ // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4-1. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1187> (дата обращения: 15.05.2024).
4. Молдабаева М.Н. Автоматизация технологических процессов и производств. М.: Инфра-Инженерия, 2019. 224 с.
5. Пустовая О.А., Пустовой Е.А. Информационно-измерительные системы и АСУ ТП. М.: Инфра-Инженерия, 2022. 104 с.
6. Кангин В.В., Ямолдинов Д.Н., Кангин М.В. Разработка SCADA-систем. М.: Инфра-Инженерия, 2019. 564 с.
7. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 2021. 1008 с.