

УДК 621.385

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ И МОЛОДНЯКА ЖИВОТНЫХ

Солонщиков П.Н., кандидат технических наук, доцент

E-mail: solon-pavel@yandex.ru

Шевченко А.В., ассистент

Толстоухова И.А., ассистент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Вятский государственный агротехнологический университет»,
г. Киров, Россия

Аннотация. При выращивании ранних овощей в теплицах применяют облучение растений искусственными источниками света. Чаще для этой цели используют газоразрядные источники. При этом удельная мощность на облучение в среднем составляет 250-400 Вт/м². В дневные часы, когда естественное (солнечное) облучение достигает значительной величины, но остается значительно ниже требуемого и искусственные источники остаются включенными, суммарная облученность становится избыточной. Это не приводит к пропорциональному увеличению фотосинтеза растения. Расход электрической энергии на облучение может быть значительно снижен, если, используя естественное облучение, обеспечить добавку за счет искусственных источников облучения, для чего интенсивность их излучения должна регулироваться в зависимости от интенсивности естественного облучения. Использование газоразрядных ламп типа ДРЛФ в качестве источников искусственного облучения можно обеспечить изменением напряжения на их зажимах.

Ключевые слова: источник, облучение, напряжение, часы, величина, устройство, реле, датчик, амплитуда, задатчик.

DEVELOPING THE DEVICE FOR REGULATING IRRADIATION OF PLANTS IN A GREENHOUSE AND OF YOUNG ANIMALS

Solonshchikov P.N., candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: solon-pavel@yandex.ru

Shevchenko A.V., assistance lecturer

Tolstoukhova I.A., assistant lecturer

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Vyatka State Agrotechnological University», Kirov, Russia

Annotation. When growing early vegetables in greenhouses, plant irradiation and artificial light sources are used. Most often, gas-discharge sources are used for



this purpose. In this case, the specific power for irradiation is 250-400 W/m² in average. During the daytime, when natural (solar) radiation reaches a significant value, but remains significantly lower than required, artificial sources remain turned on, and the total irradiation becomes excessive. This does not result in a proportional increase in the plant's photosynthesis. The consumption of electrical energy for irradiation can be significantly reduced if using natural irradiation, an additive is provided through artificial sources of irradiation, for which the intensity of their radiation should be regulated depending on the natural irradiation intensity. The use of gas-discharge lamps as a source of artificial irradiation can be ensured by changing the voltage at their terminals.

Keywords: source, irradiation, voltage, clock, magnitude, device, relay, sensor, amplitude, adjuster.

При выращивании ранних овощей в теплицах применяют облучение растений искусственными источниками света. Чаще для этой цели используют газоразрядные источники. При этом удельная мощность на облучение в среднем составляет 250-400 Вт/м² [1, 2]. В дневные часы, когда естественное (солнечное) облучение достигает значительной величины, но остается значительно ниже требуемого и искусственные источники остаются включенными, суммарная облученность становится избыточной. Это не приводит к пропорциональному увеличению фотосинтеза растения [3]. Расход электрической энергии на облучение может быть значительно снижен, если, используя естественное облучение, обеспечить добавку за счет искусственных источников облучения, для чего интенсивность их излучения должна регулироваться в зависимости от интенсивности естественного облучения. Использование газоразрядных ламп типа ДРЛФ в качестве источников искусственного облучения можно обеспечить изменением напряжения на их зажимах. Опытами [4, 5, 6, 7, 8] установлено, что при изменении напряжения от 85 до 100% от номинального световой поток изменяется от 45 до 100%, а потребляемая мощность от 58 до 100%. Следовательно, такой метод регулирования облучения возможен при наличии соответствующего регулирующего устройства.



Изменение светового потока таких источников путем изменения напряжения в указанных пределах возможно только изменением действующего значения его при постоянной амплитуде, так как при незначительном уменьшении амплитуды лампы гаснет [9, 10, 11, 12].

Для автоматического регулирования искусственного облучения растений разработано устройство, позволяющее изменять действующее значение напряжения на зажимах облучателей в течение светового дня, подавать номинальное напряжение в процессе их разогрева и зажигания, а также регулировать продолжительность светового дня с имитацией восхода и захода солнца.

Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 1. Устройство состоит из облучателей EL1...EL3, присоединенных в трехфазной системе питания через силовые тиристоры VD1...VD6, которые попарно включены встречно-параллельно в каждую фазу. Регулирование напряжения на зажимах облучателей осуществляется системой А1 импульсно-фазового управления открытием тиристоров (СИФУ). Суточная продолжительность облучения задается программным устройством КТ1 типа двухпрограммного реле времени 2РВМ. Для имитации восхода и захода солнца и изменения интенсивности облучения в течение светового дня служит задатчик А2 интенсивности облучения. В него входит двухпрограммное реле времени КТ2 с двумя суточными программами, реверсивный микродвигатель М4 и конечный микропереключатель SQ3.

Интенсивность облучения контролируется выносным фотодатчиком Rф, входящим в измерительный мост, выход которого подключен ко входу трехпозиционного регулятора А3 типа ПТР-3. При этом вал реверсивного микродвигателя М4 задатчика интенсивности облучения соединен с подвижным контактом потенциометра настройки трехпозиционного регулятора.



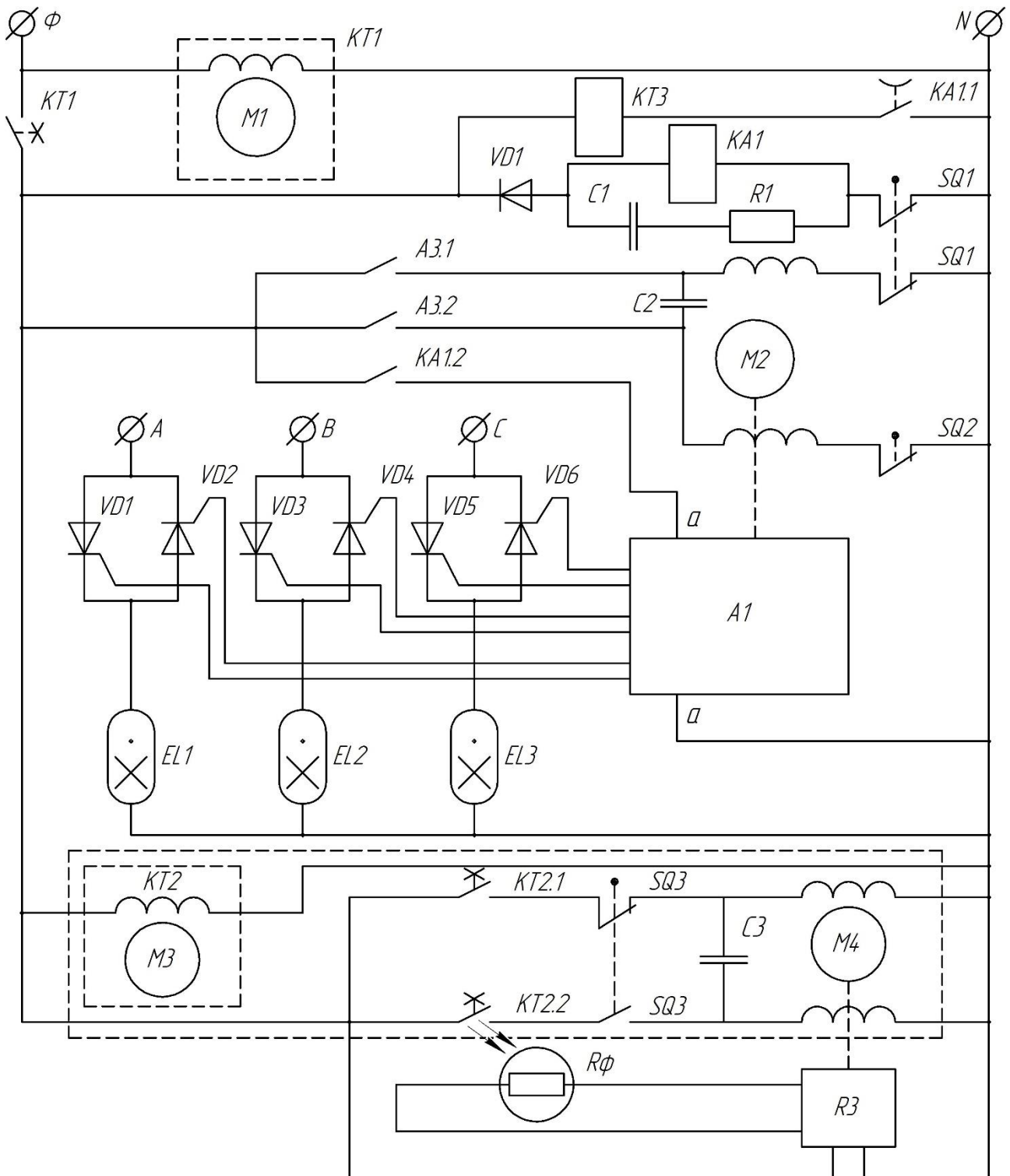


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства для автоматического регулирования облучения

В соответствии с сигналом рассогласования датчика $R\phi$ трехпозиционный регулятор АЗ подает команды на управление реверсивным



микродвигателем М2 регулятора интенсивности обучения, выходной вал которого соединен с подвижными контактами потенциометров R2.1...R2.3 СИФУ А1 (рисунок 2). Элементы фазы 2 на схеме условно не показаны. Она состоит из промежуточного реле КА2, замыкающие контакты которого включены в цепи управляющих электродов тиристоров VT1...VT6. Момент открытия тиристоров зависит от параметров резисторов R2 и емкостей C4...C9, которыми регулируется момент пробоя диодисторов VD2.1...VD2.6. Параллельно каждому переменному резистору R2.1...R2.3 включены замыкающие контакты реле времени КТ3. Реле времени КТ3 и СИФУ включены через замыкающие контакты промежуточного реле КА1, параллельно катушке которого включены цепочка R1-C1 и последовательно диод VD1, создающий задержку при размыкании контакта КА1.1.

Устройство работает следующим образом. В соответствии с настройкой в утренние часы датчик КТ1 продолжительности светового дня подает напряжение на цепи управления, а в вечерние часы его отключают. При появлении напряжения на катушке реле КА1 последнее срабатывает, его контакт КА1.1 подключает к сети реле времени КТ3, а контакт КА1.2 – систему импульсно-газового управления тиристорами, в результате чего реле КА2 своими контактами КА2.1...КА2.6 замыкает цепи управляющих электродов тиристоров и на облучатели EL1... EL3 подается номинальное напряжение, так как контакты КТ3.1...КТ3.3 реле времени пока остаются замкнутыми. Происходит разогрев и зажигание облучателей.

По окончании этого процесса контакты КТ3.1...КТ3.3 размыкаются и облучатели выходят на заданный режим. Так как в начальный момент разогрева облучателей последние ток не пропускают, то для стабильной работы СИФУ параллельно лампам EL1...EL3 в каждую фазу включены лампы накаливания HL1... HL3, которые одновременно являются индикаторами наличия напряжения сети трехфазной системы.



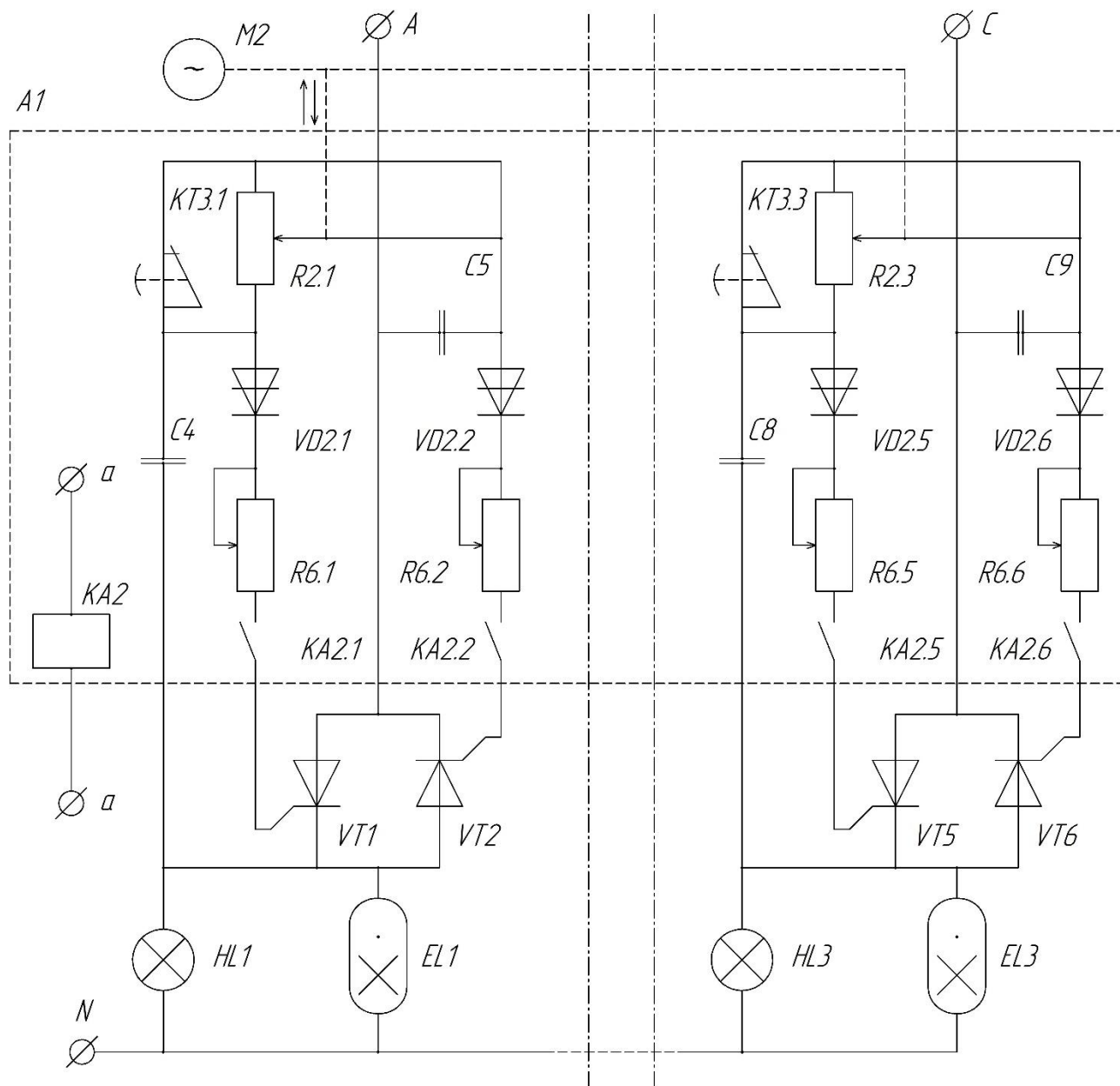


Рисунок 2 – Принципиальная схема системы фазного управления

В период зажигания облучателей на датчик Rф воздействует только естественное облучение. В соответствии с выходным сигналом датчика Rф на выходе трехпозиционного регулятора A3 вырабатывается сигнал управления реверсивным микродвигателем M2, который перемещает подвижные контакты переменных резисторов R2.1...R2.3. В это же время по командам реле времени KT2 реверсивный микродвигатель M4 выводит подвижный контакт резисторов измерительного моста в положение, соответствующее облучению при восходе



солнца. По истечении выдержки реле времени КТЗ его контакты КТЗ.1...КТЗ.3 в цепях СИФУ размыкаются и на облучатели подается напряжение, при котором облучение соответствует заданному резистором измерительного моста значению. По истечении времени, соответствующего времени восхода солнца, задатчик А2 интенсивности облучения выводит лампы на номинальный режим, если естественное облучение к этому времени отсутствует.

После восхода солнца появляется естественное облучение, которое, совместно с искусственным, воспринимается датчиком Rф. Увеличение общего облучения приведет к реверсированию микродвигателя М2, в котором в итоге изменится фаза открытия тиристоров и на облучателях напряжения понизится до величины, при которой суммарное облучение от солнца и облучателей EL будет соответствовать заданному задатчиком А2, а облучение искусственными источниками соответственно снижается. В вечерние часы при и после захода солнца облучатели выводятся на номинальный режим аналогично рассмотренному, а перед их отключением имитируется заход солнца по командам задатчика А2 интенсивности облучения.

При работе облучателей могут быть кратковременные колебания облучения. При резком кратковременном возрастании естественного облучения отключение искусственных источников исключается задержкой реле КА1, которая создается цепочкой R1-C1.

При солнечном облучении, соответствующем заданному задатчиком А2, отключение искусственного облучения обеспечивается задатчиком минимального напряжения SQ1, один контакт которого размыкает цепь питания микродвигателя М2, чем ограничивается ход подвижных контактов резисторов R2.1...R2.3, а второй контакт размыкает цепь катушки реле КА1, что влечет к отключению СИФУ и облучателей. Отключение микродвигателей М2 при номинальном напряжении на зажимах облучателей обеспечивается размыканием контакта микровыключателя SQ2.



Описанная схема является универсальной. При использовании соответствующих датчиков, регулятора АЗ и регулирующего органа можно изменять температурный, влажностный и другие процессы растениеводства. При этом регулирование может быть не только трехпозиционным, но и двухпозиционным; его можно осуществлять по пропорциональному, пропорционально-интегральному и другим законам при использовании регуляторов А2.

Предварительные расчеты показывают, что экономический эффект от внедрения одного устройства в теплице площадью 1 000 м² в условиях Кировской области составит 150 000 рублей за одну вегетацию при выращивании ранних огурцов.

Список источников

1. Булатов С. Ю. Разработка и совершенствование технологических линий и технических средств приготовления кормов в условиях малых форм хозяйствования : дис. ... докт. техн. наук. Княгинино, 2018. 412 с.
2. Киприянов Ф. А., Савиных П. А. Применение коротковолнового излучателя для микронизации фуражного зерна // Сельский механизатор. 2023. № 7. С. 22–25.
3. Савиных П. А., Белозерова С. В. Влияние предпосевной СВЧ-обработки зерна на качественные показатели семенного материала // Международный технико-экономический журнал. 2022. № 4. С. 100–108.
4. Киприянов Ф. А., Савиных П. А. К вопросу о совершенствовании технических средств для предпосевной СВЧ обработки семенного зерна // АгроЭкоИнфо. 2022. № 1 (49).
5. Система машин для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства и птицеводства на период



- Вестник Вятского ГАТУ. 2023. № 4 (18). Агроинженерия**
- до 2030 года / Н. М. Морозов, П. И. Гриднев, В. И. Сыроватка [и др.]. М. :
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2021. 180 с.
6. Савиных П. А., Романюк В., Киприянов Ф. А. Техническая обеспеченность растениеводства в Российской Федерации // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. Т. 5. С. 237-241.
 7. Машины и технологии в животноводстве : учебник / В. Г. Мохнаткин, П. Н. Солонщиков, М. С. Поярков [и др.]. Киров : Радуга-ПРЕСС, 2022. 460 с. – ISBN 978-5-6048229-1-3. 460 с.
 8. Солонщиков П. Н. Оценка эксплуатационных показателей установки для приготовления жидких кормовых смесей // Вестник Вятского ГАТУ. 2022. № 2 (12). С. 6.
 9. Модель приготовления кормов в условиях малых форм хозяйствования / С. Ю. Булатов, А. А. Зыкин, В. Н. Нечаев [и др.] // Техника и оборудование для села. 2023. № 4 (310). С. 26–30.
 10. Солонщиков П. Н., Толстоухова И. А., Шевченко А. В. Оценка эффективности технологической линии приготовления кормов // Вестник Вятского ГАТУ. 2023. № 2 (16). С. 4.
 11. Солонщиков П. Н. Разработка системы для контроля и управления поточно-технологическими линиями // Вестник Вятского ГАТУ. 2023. № 3 (17). С. 4.
 12. Белозерова С. В., Савиных П. А. Воздействие предпосевной обработки семян на урожайность зерновых культур в условиях Северной части Нечерноземья // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 08 февр. 2023 г. Нальчик : ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. Ч. 1. С. 61–63.

