



# Самарский государственный аграрный университет

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
VIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

*7 декабря 2022 г.*

УДК 631.371  
ББК 40.76  
Э45

Рекомендовано научно-техническим советом Самарского ГАУ

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК»

**Марат Рафаилович Фатхутдинов;**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК»

**Татьяна Сергеевна Гриднева;**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК»

**Сергей Иванович Васильев**

**Э45** Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. – 61 с.

Сборник включает лучшие статьи, представленные на VIII Всероссийской научно-практической конференции инженерного факультета Самарского ГАУ. В сборнике представлены результаты обзора литературных источников, предложены оригинальные схемы и конструкции различных устройств.

Издание представляет интерес для специалистов агропромышленного комплекса, научных и научно-педагогических работников сельскохозяйственного направления, бакалавров, магистрантов, студентов, аспирантов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

*Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации. Статьи приводятся в авторской редакции.*

УДК 631.371  
ББК 40.46

# ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ АПК

Тип статьи – обзорная

УДК 621.31

## ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**Татьяна Сергеевна Гриднева<sup>1</sup>, Данила Андреевич Мокров<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>t-grid@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8413-170X>

<sup>2</sup>danimokrov12345@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2144-3607>

*Представлен анализ и назначение тепловизионного электрооборудования.*

**Ключевые слова:** электрооборудование, трансформатор, тепловизор, термограмма.

**Для цитирования:** Гриднева Т.С., Мокров Д.А. Тепловизионное обследование электрооборудования // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 3-8.

## THERMAL IMAGING INSPECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT

**Tatiana S. Gridneva<sup>1</sup>, Danila A. Mokrov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>t-grid@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8413-170X>

<sup>2</sup>danimokrov12345@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-2144-3607>

*This article presents the analysis and purpose of thermal imaging examination of electrical equipment.*

**Keywords:** thermal imager, electrical equipment, transformer, substation, signature.

**For citation:** Gridneva T.S. & Mokrov D.A. (2023). Thermal imaging inspection of electrical equipment. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 3-8). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Вопрос повышения качества, производительности и энергоэффективности электрических приборов и электрооборудования в электрических сетях и системах электроснабжения – вопрос актуальный [1-5].

Всем известно, что тепловизионное обследование электроустановок – самый быстрый способ выявления поломок и неисправностей, который должен проводиться по четким правилам и рекомендациям, чтобы достичь положительного результата по нахождению вышедшей из строя детали. В электроснабжении тепловизионное обследование электроустановок используется при проведении энергетических обследований [6,7].

Почему же начали использовать данный метод обследования электроустановок? Ответ прост, одной из частых проблем в энергетике считается перегрев токоведущих частей электрооборудования, который происходит без какого-либо контроля. Эту проблему можно решить на первых этапах с использованием приборов тепловизионного контроля – тепловизоров.

Тепловизор – оптически электронный прибор, необходимый для измерения температуры по тепловой сигнатуре объекта, и в дальнейшем преобразовании ее в термограмму распределения тепловых полей по поверхности оборудования [8-10].

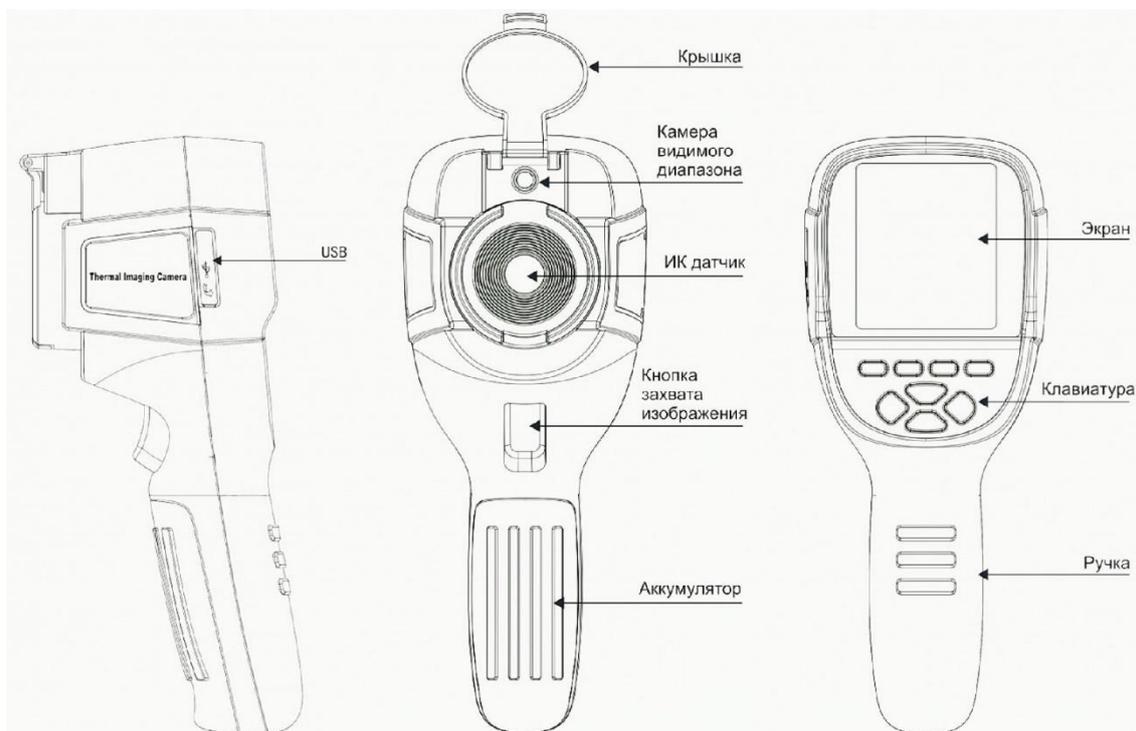


Рис. 1. Тепловизор

Основные компоненты тепловизора:

- Крышка
- Камера видимого диапазона
- Ик датчик
- Кнопка захвата изображения
- Экран
- Клавиатура
- Ручка
- Аккумулятор
- USB-вход (в последних моделях возможен вход типа Type-C).

Преимущества использования тепловизионного оборудования:

1. Простота использования. Для использования тепловизоров не нужно иметь разрешение или какую-либо специальную подготовку.
2. Отсутствие необходимости в отключении электроустановки, большинство дефектов определяются путем электрических испытаний.
3. Скорость проверки объекта. За несколько секунд можно определить наличие дефектов в электрооборудовании.
4. Безопасное расстояние в использовании тепловизора. Работу по определению сигнатуры можно выполнять на безопасном расстоянии, не находясь в местах высокого напряжения.

Принцип работы. Приемник излучения фокусирует инфракрасное излучение за счет оптики тепловизора, появляется сигнал, характеризующий изменение напряжения. Данный сигнал фиксируется аппаратом. После этого он переводит сигнал в изображение на дисплее тепловизора – термограмму.

Термограмма – изображение, на котором можно увидеть распределение инфракрасного излучения на исследуемом объекте.

Данные о термографических исследованиях хранятся на многих типах карт памяти, а также дополнительных устройствах для хранения информации, также помимо выше перечисленного можно сохранять голосовые и тестовые данные на устройстве, благодаря встроенной камере.

Также стоит отметить о том, что использование тепловизионного оборудования не всегда может помочь в поиске неисправностей и поломок, так как необходимо много времени для анализа и наблюдения неисправной части электроустановки. Поэтому стоит проводить как диагностическое обслуживание, так и профилактическое обслуживание промышленной техники, дабы исключить и отремонтировать поломку на начальных этапах с сохранением времени и средств вложения, однако, имеется один недостаток диагностического способа обслуживания – высокие вложения в диагностическое оборудование.

В современной инженерии существует множество моделей тепловизоров, которые конкурируют между собой и имеющие различные характеристики, начиная от разрешения объектива и заканчивая шумоподавлением во время съемки оборудования.

Приведу в пример несколько моделей одного производителя компании FLIR.

FLIR E60bx тепловизор с высокой тепловой чувствительностью 45 мк.



Рис. 2. Тепловизор FLIR E60bx

Основное применение нашлось в томографии строительных сооружений.

Высококачественные снимки достигаются путем использования цифровой камеры E60bx 3.1 Mpixel.

Данная модель тепловизора оснащена лазерным указателем и функцию отображения влажности поверхности сооружения.

Технические характеристики:

- Точность измерения с погрешностью до 1,5 градуса
- Диапазон от -15 до 120 градусов цельсия
- Разрешение экрана 320x240 пикселей
- Имеется дополнительный телеобъектив
- Оптика 25x19 градусов
- Ручная фокусировка
- Рабочая температура от -15 до +60
- Минимально фокусное расстояние 0,35 метра
- USB-mini, Bluetooth®, WiFi
- Габариты 246x97x184мм
- Вес 820 грамм.

Особенностями этой модели является наличие таких параметров как двойной цифровой зум, функция подключения через Bluetooth® дополнительных устройств (токоизмерительные клещи и гигрометр), система Materlink и функция беспроводной передачи данных на ПК, сенсорный экран и дополнительная гарнитура для записи голосовых комментариев.

Характеристики анализируемого тепловизора могут говорить сами за себя и являться лучшими в своей серии производства.

Тепловизор Flir T640. Универсальный тепловизор для работы в различных сферах производства, имеет разрешение 640x480 пикселей, что намного выше первой рассмотренной модели этой серии.



Рис. 3. Тепловизор Flir T640

Уникальностью данной модели является эргономичность и анализ самый мельчайших деталей.

Особенности модели:

- Диапазон измерений от -40 до 2000 градусов цельсия
- Разрешение 640x480 пикселей
- Оптика 25x19 градусов
- Различная палитра цветовой гаммы
- Функция записи инфракрасных видеофайлов
- Сенсорный экран с разрешением 800x480
- Запись голосовых комментариев
- Цифровое масштабирование 1-8x во время работы
- Системы Materlink и Bluetooth®
- Беспроводная передача снимков и видео на смартфон и ПК
- Автоматическое обновление для комфортной работы с использованием самых современных функций
- Габариты 145x195x95
- Вес 1.4 кг

По всем показателям вторая модель намного перспективнее, как стабилизацией видеосъемки, так и цветовой палитры цветов. Можно отметить и время работы без подзарядки – 5 часов без подзарядки с оптимальной температурой окружающей среды +25 градусов.

#### Список источников

1. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А., Гриднева Т.С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 576-579.

2. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства: отчет о НИР (заключительн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д. Н. Кинель, 2019. 67 с. № АААА-А19-119012490037-5.

3. Mashkov S.V., Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. Gridneva T.S. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

4. Гриднева Т.С. Нугманов С.С. Сыркин В.А. Возможности энергосбережения при использовании бытовых электроприемников // *Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 375-378.*

5. Васильев С.И., Гриднева Т.С. Оценка влияния энергоэффективных источников света на качество электроэнергии в электрических сетях и системах электроснабжения // *Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 369-372.*

6. Гриднева Т.С., Нугманов С.С. Энергосбережение в электроснабжении АПК: практикум. – Кинель: РИО Самарской ГСХА, 2018. – 137 с.

7. Гриднева Т.С. Электроснабжение: практикум. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – 111 с.

8. Тепловизионный контроль электрооборудования [Электронный ресурс]: URL: <https://electrozamer.ooo/vidi-rabot/teplovizionniy-kontrol-elektrooborudovaniya> (дата обращения: 06.12.2022).

9. Михеев Г.М. Тепловизионный контроль высоковольтного электрооборудования: учеб, пособие / Г.М. Михеев. – Чебоксары: Изд-во Чуваши, ун-та, 2004. – 179 с.

10. Филиппова Е.В., Филиппов А.Е. Системы тепловидения // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 2013. – № 4. – С.151-154.

### References

1. Vasiliev S.I., Maschkov S.V., Syrkin V.A. & Gridneva T.S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, (pp. 576-579). Samara (in Russ).

2. Maschkov S.V., Vasiliev S.I., Kruchin, P.V. [et al] (2017) Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. Research report, Kinel, 67, no. GR AAAA-A19-119012490037-5 (in Russ).

3. Mashkov S. V, Vasil'ev S. I, Fatkhutdinov M. R. & Gridneva T. S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

4. Gridneva T.S., Nugmanov S.S. & Syrkin V.A. (2019). Energy saving possibilities when using household electric receivers. *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK: sb. nauch. tr. (Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific works)*. (pp. 375-378). Kinel (in Russ.).

5. Vasilyev, S.I. & Gridneva T.S. (2019). Assessment of the impact of energy-efficient light sources on the quality of electricity in electrical networks and power supply systems // *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK: sb. nauch. tr. (Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific works)*. (pp. 369-372). Kinel (in Russ.).

6. Gridneva T.S. & Nugmanov S. S. (2018). Energy saving in the power supply of the agro-industrial complex. *Workshop*, Kinel, 137 (in Russ).

7. Gridneva T.S. (2015). Power supply. *Workshop*, Kinel, 111 (in Russ).

8. Thermal imaging control of electrical equipment [Electronic resource]: URL: <https://electrozamer.ooo/vidi-rabot/teplovizionniy-kontrol-elektrooborudovaniya> (date of access: 06.12.2022).

9. Mikheev G.M. (2004). Thermal imaging control of high-voltage electrical equipment. *Study guide*, Cheboksary, 179 (in Russ).

10. Filippova E.V. & Filippov A.E. (2013). Thermal imaging systems. *Proceedings of Tula State University. Technical sciences*, Tula, 4, 151-154 (in Russ).

### **Информация об авторах**

Гриднева Т.С. – кандидат технических наук, доцент;

Мокров Д.А. – студент.

### **Information about the authors**

Gridneva T.S – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Mokrov D.A. – student.

### **Вклад авторов:**

Гриднева Т.С. – научное руководство.

Мокров Д.А. – написание статьи.

### **Contribution of the authors**

Gridneva T.S. – scientific management;

Mokrov D.A. – writing articles.

Тип статьи – обзорная

УДК 621.311

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**Татьяна Сергеевна Гриднева<sup>1</sup>, Никита Максимович Кочетков<sup>2</sup>,  
Голованов Дмитрий Сергеевич<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>t-grid@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8413-170X>

<sup>2</sup>nikitakochetkov163@gmail.com

<sup>3</sup>golovanovdim\_s@mail.com

*Представлены сведения об автоматизированных системах коммерческого учета электроэнергии.*

**Ключевые слова:** коммерческий учет, контроль электроэнергии, автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии.

**Для цитирования:** Гриднева Т.С., Кочетков Н.М., Голованов Д.С. Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 8-12.

## **AUTOMATED COMMERCIAL ACCOUNTING SYSTEMS ELECTRICITY**

**Tatiana S. Gridneva<sup>1</sup>, Nikita M. Kochetkov<sup>2</sup>, Dmitry S. Golovanov<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>t-grid@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8413-170X>

<sup>2</sup>nikitakochetkov163@gmail.com

<sup>3</sup>golovanovdim\_s@mail.com

*Information about automated commercial electricity metering systems is presented.*

**Keywords:** commercial accounting, electricity control, automated system of commercial electricity accounting.

**For citation:** Gridneva T.S. Kochetkov N.M. & Golovanov D.S. (2023). Automated commercial accounting systems electricity. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 8-12). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Автоматизированные системы технологических процессов внедряются в различные сферы: агропромышленный комплекс, электроэнергетика и др. [1-4].

Коммерческий учет и контроль электроэнергии – это система, которая позволяет контролировать и учитывать потребление электроэнергии в коммерческих целях. Она используется для определения точного объема потребления электроэнергии, а также для контроля расходов на электроэнергию [5].

Основные задачи коммерческого учета и контроля электроэнергии:

1. Учет потребления электроэнергии. Система коммерческого учета позволяет точно определить объем потребления электроэнергии в различных зонах и помещениях.

2. Контроль качества электроэнергии. Система контроля электроэнергии позволяет отслеживать качество электроэнергии, чтобы избежать возможных проблем, связанных с перенапряжением или недостаточным напряжением.

3. Управление расходами на электроэнергию. Система коммерческого учета и контроля электроэнергии помогает оптимизировать расходы на электроэнергию, что позволяет снизить затраты на электроэнергию.

4. Управление нагрузкой. Система контроля электроэнергии позволяет отслеживать нагрузку на электросеть и принимать меры для ее оптимизации, что помогает избежать перегрузок и снижает риск возникновения аварий.

5. Обеспечение безопасности. Система коммерческого учета и контроля электроэнергии позволяет отслеживать состояние оборудования и выявлять возможные проблемы, связанные с безопасностью.

В целом, коммерческий учет и контроль электроэнергии является важной системой для любой компании, которая использует электроэнергию в своей деятельности. Она позволяет снизить затраты на электроэнергию, повысить безопасность и оптимизировать работу электросетей.

АСКУЭ (автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии) - это комплексное решение для автоматизации процессов учета и контроля потребления электроэнергии. Она включает в себя аппаратные и программные средства, которые обеспечивают сбор, обработку и передачу информации о потреблении электроэнергии.

Основной задачей АСКУЭ является обеспечение точности и надежности учета электроэнергии. Для этого в систему включаются приборы учета, такие как счетчики электроэнергии, трансформаторы тока и напряжения, а также датчики температуры и влажности. Все эти приборы подключаются к системе с помощью специальных интерфейсов и передают данные о потреблении электроэнергии на центральный сервер.

Центральный сервер АСКУЭ (рис. 1) обрабатывает полученные данные и формирует отчеты о потреблении электроэнергии. Эти отчеты могут быть использованы для анализа и оптимизации процессов потребления электроэнергии, а также для расчета платежей за потребленную электроэнергию.

Контроль качества электроэнергии и оценка энергоэффективности различного электрооборудования и электротехнических устройств – важная задача современного электроснабжения [6-7].

Одной из важных функций АСКУЭ является контроль качества электроэнергии. Система позволяет отслеживать параметры электрических сетей, такие как напряжение, ток, частота и гармонические искажения. Это позволяет оперативно выявлять неисправности и предотвращать аварии.

АСКУЭ также обеспечивает защиту от несанкционированного доступа к данным о потреблении электроэнергии. Для этого используются средства аутентификации и авторизации пользователей, а также шифрование данных.

В целом, АСКУЭ является необходимой системой для организаций, которые хотят обеспечить точный и надежный учет потребления электроэнергии, а также контроль качества электрических сетей. Она позволяет снизить расходы на электроэнергию и повысить эффективность производственных процессов [8].

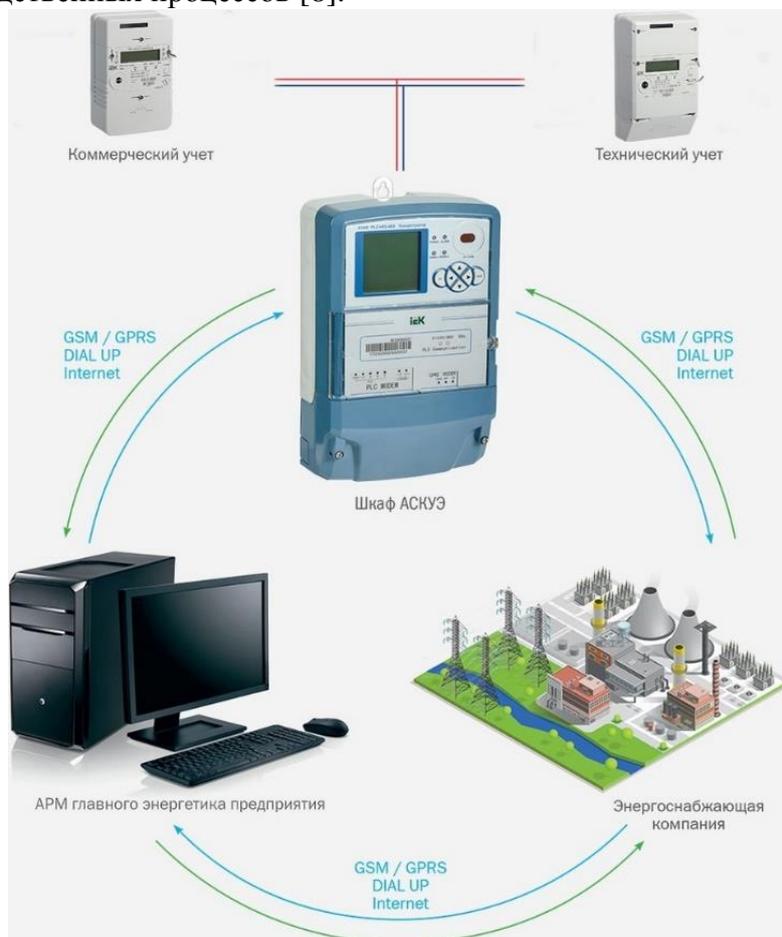


Рис. 1. Пример автоматизированной системы учета электроэнергии

Одним из достоинств АСКУЭ является уменьшение затрат на энергию, система АСКУЭ позволяет контролировать и управлять энергопотреблением на производстве, что снижает затраты на энергию и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

Срок эксплуатации шкафа АСКУЭ зависит от многих факторов, включая качество материалов и компонентов, условия эксплуатации, уровень технического обслуживания и т.д. В среднем, срок службы шкафа АСКУЭ составляет от 10 до 15 лет при правильном использовании и регулярном техническом обслуживании. Однако, при неправильной эксплуатации или отсутствии технического обслуживания, срок службы может существенно сократиться.

Стоимость шкафа АСКУЭ зависит от его технических характеристик, производителя, комплектации и других факторов. В среднем, цена на шкаф АСКУЭ начинается от 50000 рублей и может достигать нескольких сотен тысяч рублей в зависимости от модели и комплектации. Однако, при правильном выборе и использовании шкафа АСКУЭ, он может окупиться за короткий период времени и принести значительную экономическую выгоду.

Окупаемость шкафа АСКУЭ зависит от многих факторов, таких как стоимость устройства, объем потребляемой электроэнергии, стоимость электроэнергии, срок эксплуатации и т.д. В среднем, окупаемость шкафа АСКУЭ составляет от 1 до 3 лет. Однако, в некоторых случаях, окупаемость может быть и более длительной. Несмотря на это, использование шкафа АСКУЭ позволяет существенно снизить расходы на электроэнергию

и повысить эффективность использования ресурсов, что в долгосрочной перспективе приводит к экономической выгоде для предприятия или организации.

Растущая потребность в автоматизации и оптимизации производственных процессов, повышение требований к безопасности и надежности электроустановок, возможность автоматического контроля и управления работой электрооборудования, определения и устранения неисправностей, предотвращения аварий и снижения расходов на эксплуатацию – все это делает АСКУЭ неотъемлемой частью современной электроэнергетики и промышленности. Поэтому востребованность АСКУЭ будет продолжать расти в будущем.

#### Список источников

1. Васильев С.И., Машков С.В., Крючин П.В. Теоретическое обоснование автоматизации картирования поля для совершенствования способа отбора проб почвы // Известия Самарской государственной академии. 2019. №1. С. 47-55. doi: 10.12737/27832.

2. Гриднева Т.С., Нугманов С.С. Автоматизация процесса загрузки дробилки // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сб. науч. тр. Кинель: РИЦ СГСХА. 2016. С. 313-315.

3. Yudaev I., Ivushkin D., Belitskaya M., Gribust I. Pre-sowing treatment of robinia pseudoacacia L. seeds with electric field of high voltage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012078.

4. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства: отчет о НИР (заключительн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д.Н. Кинель, 2019. 67 с. № АААА-А19-119012490037-5.

5. Васильев С.И., Гриднева Т.С. Оценка влияния энергоэффективных источников света на качество электроэнергии в электрических сетях и системах электроснабжения // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 369-372.

6. Mashkov S. V., Vasil'ev S. I., Fatkhutdinov M. R., Gridneva T. S. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

7. Гриднева Т.С., Нугманов С.С., Сыркин В.А. Возможности энергосбережения при использовании бытовых электроприемников // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 375-378.

8. Косолапов А. М., Франтасов Д. Н., Кудряшова Ю. В. Повышение точности анализа коммерческих потерь электроэнергии // Вестник СамГУПС. 2014. № 1 (23). – С.86-91.

#### References

1. Vasilyev, S.I., Mashkov, S.V. & Kruychin, P.V. (2019). Theoretical underpinning of fields mapping automation for improvement of the way of soil sampling. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 47-55. (In Russ.). Doi: 10.12737/27832. 17

2. Gridneva T.S. & Nugmanov S.S. (2016). *Automation of the crusher loading process. Aktual'nyye problemy agrarnoy nauki i puti ikh resheniya: sb. nauch. tr. (Actual problems of agrarian science and ways to solve them: sat. scientific tr.)*. (pp. 313-315). Kinel (in Russ.)

3. Yudaev I., Ivushkin D., Belitskaya M., Gribust I. (2019). Pre-sowing treatment of robinia pseudoacacia L. seeds with electric field of high voltage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH*, 403, 012078.

4. Maschkov S.V., Vasiliev S.I., Kruchin, P.V. [et al] (2017) Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. Research report, Kinel, 67, no. GR AAAA-A19-119012490037-5 (in Russ).

5. Vasilyev, S. I. & Gridneva T. S. (2019). Assessment of the impact of energy-efficient light sources on the quality of electricity in electrical networks and power supply systems // *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK: sb. nauch. tr. (Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific works)*. (pp. 369-372). Kinel (in Russ.).

6. Mashkov S. V, Vasil'ev S. I., Fatkhutdinov M. R. & Gridneva T. S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

7. Gridneva T. S., Nugmanov S. S. & Syrkin V. A. (2019). Energy saving possibilities when using household electric receivers. *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK: sb. nauch. tr. (Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific works)*. (pp. 375-378). Kinel (in Russ.).

8. Kosolapov A. M., Frantsov D. N., Kudryashova Yu. V. (2014). Improving the accuracy of the analysis of commercial electricity losses. *Vestnik SamGUPS (Bulletin of the Samara State University of Railway Transport, № 1 (23), 86-91.*

#### **Информация об авторах**

Гриднева Т.С. – кандидат технических наук, доцент;  
Кочетков Н.М. – студент;  
Голованов Д.С. – студент.

#### **Information about the authors**

Gridneva T.S. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
Kochetkov N.M. – student;  
Golovanov D.S. – student.

#### **Вклад авторов:**

Гриднева Т.С. – научное руководство;  
Кочетков Н.М. – написание статьи;  
Голованов Д.С. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors**

Gridneva T.S. – scientific management;  
Kochetkov N.M. – writing articles;  
Golovanov D.S. – writing articles.

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В АПК

Тип статьи – обзорная

УДК 621.867; 62.83

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗЕРНОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

**Сергей Владимирович Машков<sup>1</sup>, Алексей Юрьевич Басов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>mash\_ser@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

<sup>2</sup>lexa063-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3570-7279>

*В статье приведена модернизация электропривода зернового транспортера на элеваторе. Представлена технологическая схема транспортировки зерна от элеватора в оперативные бункера отделения зерноочистки после реконструкции на основе закрытых ленточных транспортеров системы «Tubulator» с воздушной подушкой.*

**Ключевые слова:** элеватор, транспортер, электропривод, управление.

**Для цитирования:** Машков С.В., Басов А.Ю. Модернизация электропривода зернового транспортера // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 13-17.

## MODERNIZATION OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE GRAIN CONVEYOR

**Sergey V. Mashkov<sup>1</sup>, Alexey Yu. Basov<sup>2</sup>,**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>mash\_ser@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

<sup>2</sup>lexa063-s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3570-7279>

*The article presents the modernization of the electric drive of the grain conveyor at the elevator. The technological scheme of grain transportation from the elevator to the operational bunkers of the grain-cleaning department after reconstruction based on closed belt conveyors of the "Tubulator" system with an air cushion is presented.*

**Keywords:** elevator, conveyor, electric drive, control.

**For citation:** Mashkov S.V. & Basov A.Yu. (2023). Modernization of the control scheme for the electric drive of grain transportation at the elevator. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 13-17). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Производство зерна, а также качественных семян высокого качества – очень важная задача в современном аграрном производстве [1-5]. Для получения качественного материала необходимо использовать современное оборудование, как на зерноочистительных пунктах, так и в зернохранилищах и элеваторах [6-9]. В элеваторах применяют полностью механизированные процессы, в том числе очистки и транспортировки зерна. Широко используемые электроприводах асинхронные двигатели, как правило, при неполной загрузке могут потреблять больше электроэнергии, чем это требуется для обеспечения нормального оптимального технологического процесса. Поэтому модернизация систем электропривода, в том числе транспортировки зерна на элеваторах, является актуальной.

Рассмотрим оборудование системы транспортировки зерна элеватора после предлагаемой реконструкции.

Типовая производительность мельниц элеватора рассчитывается на 300 тонн сырья в сутки. Традиционно используемый ленточный конвейер не справляется с более высокими объемами при транспортировке зерна. Поэтому предложим модернизацию электропривода элеватора с использованием современного оборудования, позволяющего снизить энергетические затраты и затраты на его обслуживание.

Технологическую схему работы элеватора строят по принципу последовательной обработки зерна в потоке от момента его подачи и до обработки на сортовой мельнице, то при производительности технологических машин ниже производительности транспортного оборудования или коэффициенте использования устройств изменяющимся по времени, то технологические машины оборудуют оперативными бункерами до и после его обработки. Благодаря этому обеспечивается непрерывность потока при обработке зерна, а также и при всех остальных операциях. Схема движения зерна на элеваторе должна включать во всех случаях, кроме выполнения существа самой операции, количественный и качественный учет. Это достигается включением в схему весов и устройством мест отбора проб зерна для последующего его анализа. Технологическая схема передачи зерна от элеватора в оперативные бункера отделения зерноочистки представлена на рисунке 1.

Зерно, хранящееся на элеваторе, распределено по 6 силосам в зависимости от класса и качества. Емкость одного силоса составляет 200 тонн, суммарная емкость равна 1200 тонн. Этого объема достаточно для обеспечения автономной работы мельницы в течение 6-ти суток без остановок в выходные дни или в период длительных праздников.

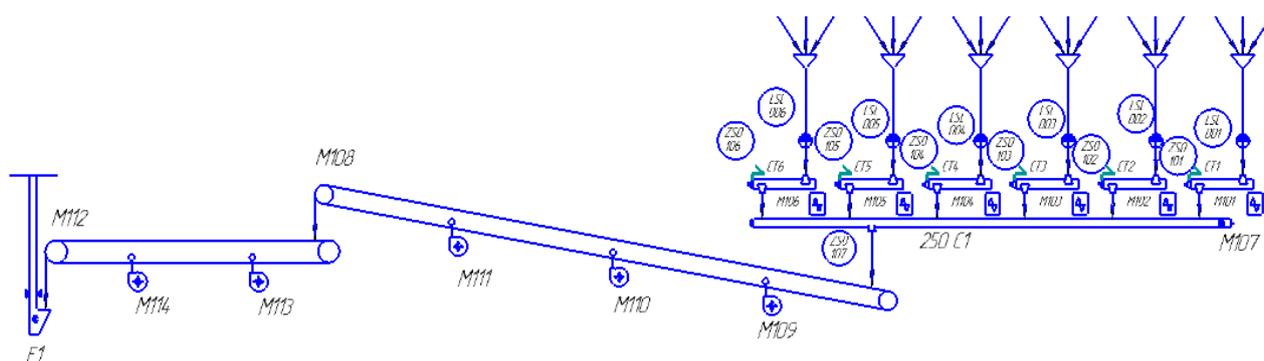


Рис. 1. Технологическая схема процесса транспортировки зерна: M108, M112 - транспортная линия «Tubulator»; M109 ... M111, M113, M114 - электродвигатели вентиляторов, нагнетающих воздушную подушку

Эта современная концепция позволяет осуществлять объемное дозирование и постоянное смешивание зерна одновременно с его подачей, гарантируется его точное дозирование в заданной процентном соотношении, начиная с 5% до 100% из одного бункера или более бункеров.

Путем регулирования скорости работы каждого из шести шнеков можно регулировать часовую производительность от 13 до 16 т/ч и гарантировать постоянную подачу зерна в систему подогрева зерна, действующую в зимний период. Далее зерно через поперечный шнек модели С250 и два транспортера с воздушной подушкой, (оснащенных 2+3 вентиляторами для поднятия ленты транспортера с целью уменьшения электропотребления) подается внутрь существующего здания и по соединительному трубопроводу питает отделение зерноочистки.

Общий вид транспортеров системы «Tubulator» с воздушной подушкой приведен на рисунке 2.

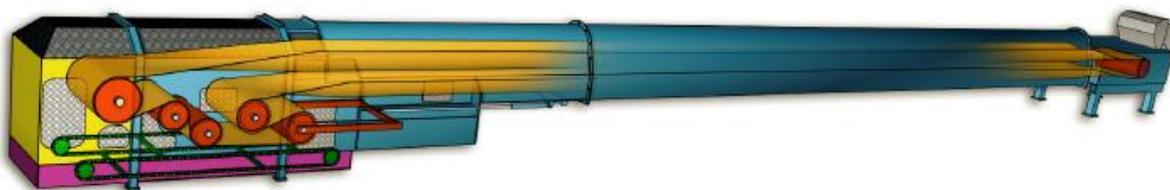


Рис. 2. Транспортная система «Tubulator»

Использование системы закрытых ленточных конвейеров для транспортировки зерна типа «Tubulator», оснащенных воздушной подушкой, позволяет снизить энергозатраты и затраты на обслуживание оборудования технологического транспорта [10,11]:

- 1) Принцип воздушной подушки обеспечивает пониженное энергопотребление.
- 2) Энергопотребление при работе без нагрузки существенно ниже, чем у традиционных конвейеров.
- 3) Данная система транспортировки характеризуется высокой производительностью.
- 4) Система «Tubulator» характеризуется минимумом подвижных и трущихся деталей; малым количеством изнашиваемых деталей; вентиляторы могут быть смонтированы на уровне земли; использования принципа воздушной подушки обеспечивает низкий износ ленты.

#### Список источников

1. Рязанов А.В., Гриднева Т.С., Нугманов С.С. Применение электрофизических способов для повышения эффективности выращивания сельскохозяйственных культур // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Кинель: РИО СГСХА, 2018. С. 379-381.
2. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства: отчет о НИР (заключительн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д.Н. Кинель, 2019. 67 с. № АААА-А19-119012490037-5.
3. Сыркин В.А., Гриднева Т.С., Васильев С.И., Тарасов С.Н. Исследование воздействия магнитного поля на семена проса // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 673-676.
4. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A., Vasilyev S.I. Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, HumanResources» (FIES2020).2020.P.62-71. <https://doi.org/10.1051/biconf/20202700062>.
5. Mashkov S.V, Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. Gridneva T.S. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.
6. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А., Гриднева Т.С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 576-579.
7. Васильев С.И., Машков С.В., Гриднева Т.С., Сыркин В.А. Разработка биотехнологического модуля для интенсификации технологии производства органической овощной продукции // Современному АПК – эффективные технологии: мат. Междунар. науч.-практ. конф. Т.4. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. С. 86-89.
8. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 10-19.

9. Типы элеваторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fumigaciya.ru/sites/default/files/public/page/2011-09/18/elevatorytipyvidyshemyoborudovanieupravlenie.pdf>.
10. Транспортная система Tabulator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.techimport.by/File/files/page\\_972\\_bk%20tubulator%20ru-tehimport.pdf](http://www.techimport.by/File/files/page_972_bk%20tubulator%20ru-tehimport.pdf)
11. Гриднева Т.С. Электроснабжение: практикум. Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. 111 с. Gridneva, T.S. (2015).

### References

1. Ryazanov A.V., Gridneva, T.S. & Nugmanov S.S. (2018). The use of electrophysical methods to increase the efficiency of growing crops. *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK: sb. nauch. tr. (Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific works)*. (pp. 379-381). Kinel (in Russ.).
2. Maschkov S.V., Vasiliev S.I., Kruchin, P.V. [et al] (2019). Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. Research report, Kinel, 67, no. GR AAAA-A19-119012490037-5 (in Russ).
3. Syrkin V.A., Gridneva T.S., Vasiliev S.I. & Tarasov S.N. (2018). Study of the impact of a magnetic field on millet seeds. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. Samara: Samara State Agricultural Academy. (pp. 673-676). (In Russ.).
4. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A. & Vasilyev S. I. (2020). Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development. *Bio Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020)*, 62-71. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700062>.
5. Mashkov S.V, Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. & Gridneva T.S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.
6. Vasiliev S.I., Maschkov S.V., Syrkin V.A. & Gridneva T.S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, (pp. 576-579). Samara (in Russ).
7. Vasiliev S.I., Mashkov S.V., Gridneva T.S., & Syrkin V.A. (2019). Development of a biotechnological module for the intensification of organic vegetable production technology. *Sovremennomu APK – effektivnye tekhnologii: mat. Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. Konf. (Modern agro-industrial complex - effective technologies: mat. International Scientific and Practical Conference)*. (pp. 86-89). Izhevsk (in Russ.).
8. Vasilev S.I., Maschkov S.V. & Syrkin V.A. (2020). A complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Herald of agrarian science of the Don)*, 4(52), 10-19 (in Russ.).
9. Types of elevators [Electronic resource]: URL: <http://www.fumigaciya.ru/sites/default/files/public/page/2011-09/18/elevatorytipyvidyshemyoborudovanieupravlenie.pdf>.
10. Tabulator Transport System [Electronicresource]:URL:[http://www.techimport.by/File/files/page\\_972\\_bk%20tubulator%20ru-tehimport.pdf](http://www.techimport.by/File/files/page_972_bk%20tubulator%20ru-tehimport.pdf).
11. Gridneva, T.S. (2015). Power supply: workshop. Kinel. 186 p. (in Russ.).

### Информация об авторах

Машков С.В. – кандидат экономических наук, доцент;  
Басов А.Ю. – магистрант.

### **Information about the authors**

Mashkov S.V. – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;  
Basov A.Yu. – master student.

### **Вклад авторов**

Машков С.В. – научное руководство;  
Басов А.Ю. – написание статьи.

### **Contribution of the authors**

Mashkov S.V. – scientific guide;  
Basov A.Yu. – writing an article.

Тип статьи – обзорная  
УДК 631.344

## **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

**Татьяна Сергеевна Гриднева<sup>1</sup>, Александр Владимирович Назаров<sup>2</sup>,  
Владимир Георгиевич Яндулов<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>t-grid@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8413-170X>

<sup>2</sup>sasha.nazarov.1979@inbox.ru <https://orcid.org/0000-0002-1735-1531>

<sup>3</sup>yandulovv@inbox.ru

*Представлен анализ электрооборудования для систем поддержания микроклимата в культивационных сооружениях защищенного грунта.*

**Ключевые слова:** электрооборудование, микроклимат, культивационное сооружение, электрообогрев.

**Для цитирования:** Гриднева Т.С., Назаров А.В., Яндулов В.Г. Электрооборудование для систем поддержания микроклимата в культивационных сооружениях защищенного грунта // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 17-21.

## **ELECTRICAL EQUIPMENT FOR MICROCLIMATE MAINTENANCE SYSTEMS IN PROTECTED SOIL CULTIVATION FACILITIES**

**Tatiana S. Gridneva<sup>1</sup>, Alexander V. Nazarov<sup>2</sup>, Vladimir G. Yandulov<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>t-grid@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8413-170X>

<sup>2</sup>sasha.nazarov.1979@inbox.ru <https://orcid.org/0000-0002-1735-1531>

<sup>3</sup>yandulovv@inbox.ru

*This article presents the analysis electrical equipment for microclimate maintenance systems in protected soil cultivation facilities.*

**Keywords:** electrical equipment, microclimate, cultivation facility, electric heating.

**For citation:** Gridneva T.S., Nazarov A.V. & Yandulov V.G. (2023). Electrical equipment for microclimate maintenance systems in protected soil cultivation facilities. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 17-21). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Вопрос повышения качества выращивания различных культур в культивационных сооружениях защищенного грунта является актуальным. Разработке современных технических средств и электрооборудования посвящен достаточно широкий ряд публикаций [1-5].

Производственные помещения, предназначенные для выращивания растений, называются культивационными сооружениями защищенного грунта [6-8].

По назначению культивационные сооружения можно подразделить на сооружения для выращивания светолюбивых овощных культур и выгонки культур, не требующих освещения, например, гибридов. В соответствии с этим первые имеют светопрозрачные ограждения, а вторые могут быть выполнены безоконным методом, из обычных строительных материалов. По виду используемого светопрозрачного материала сооружения защищенного грунта можно подразделить на стеклянные, пленочные и конструкции жестких полимерных материалов.

В настоящее время преимущественно распространены сооружения с выращиванием овощей непосредственно на почве. Кроме этого, имеется теплицы с выращиванием овощей методом гидропоники, на искусственном заменителе почвы или методом аэропоники.

По конструкции культивационные сооружения можно подразделить на три основные группы: парники, переносные малогабаритные укрытия и теплицы.

По профилю поперечного сечения теплицы можно разделить на ангарные и блочные. Ангарные теплицы характеризуются отсутствием каких-либо опор внутри теплицы. Несущие элементы для крыши в таких теплицах являются различного рода арки.

Наряду с двускатными ангарными теплицами широко распространены теплицы, профиль поперечного сечения которых приближается к дуге окружности, а в качестве материала ограждения используется полимерная пленка.

Блочные теплицы представляют собой объединение произвольного числа арочных теплиц. При этом стенки между соседними теплицами заменяют стойками. Площадь блочной теплицы увеличивается за счет увеличения числа блоков и не требует каких-либо перегородок в конструкции теплицы. Благодаря такой компоновке металлические конструкции блочных теплиц изготавливаются на заводах и являются самыми экономичными при строительстве.

Достоинства ангарных и блочных теплиц – лучшая освещенность, возможность применения почвообрабатывающих и транспортных машин.

Но из-за большой высоты и ширины у ангарной теплицы площадь осветительных ограждений завышена, что увеличивает тепло потери.

В последние годы появились экспериментальные теплицы других видов: безоконные, вантовые (подвесные), воздушно-опорные (надувные), с плоской водонаполненной кровлей, башенные и пр.

Основные затраты энергии при выращивании овощей в теплицах приходятся на обогрев культивационных помещений. На обогрев зимних теплиц за сезон расходуется почти в десять раз больше топлива, чем требуется на обогрев такой же площади капитальной застройки.

Для сравнительной оценки сооружений защищенного грунта применяют ряд показателей, характеризующих различные свойства теплиц, парников и укрытий.

К ним относят световой режим, коэффициент пропускания, коэффициент затенения, тепловой режим, водный режим.

Основным требованием к параметрам микроклимата при выращивании рассады является обеспечение нормируемых температурно-влажностных режимов воздуха и почвы. Для роста и формирования рассады необходима умеренная температура, хорошее азотное питание, освещение и увлажненные почвы.

Теплицы и парники обогреваются за счет солнечной радиации, биотоплива (навоза, отходов промышленности, содержащих органические вещества и др.) или различных технических средств.

Солнечный обогрев может быть единственным источником тепла для сооружений открытого грунта и парников во многих южных районах страны.

Биологический обогрев применяют в парниках и теплицах. Теплота в этом случае выделяется в результате горения биотоплива – продуктов жизнедеятельности теплолюбивых бактерий. Ценным биотопливом является дождевой органический мусор. Он может дать температуру 65°C и длительно ее поддерживать.

Технический обогрев – наиболее надежен в поддержании оптимальной температуры воздуха и почвы в парниках и теплицах. Он может быть водяным, воздушным, контактно-газовым, электрическим и комбинированным. Наиболее распространено водяное отопление, а также комбинированное – водяное с воздушным.

Источником теплоснабжения теплично-парниковых хозяйств могут быть центральные котельные или котельные, построенные специально для теплично-парникового хозяйства, тепловые отходы промышленных предприятий и тепловых электрических станций, теплогенераторы, электрические и газозвушнные калориферы, а также термальные воды.

Водный обогрев при помощи теплоносителя – горячей воды, получаемой в котельной самый распространенный и эффективный способ обогрева культивационных сооружений.

Газовый обогрев характеризуется высокой экономичностью по сравнению с водяным отоплением за счет меньшего расхода топлива и простоты конструкции системы.

Применение электрической энергии для обогрева теплиц и укрытий в сочетании с солнечной радиацией обладает существенными преимуществами по сравнению с другими видами обогрева: постоянная готовность системы обогрева к работе, большая скорость разогрева, высокая равномерность распределения температуры по ширине и длине обогреваемого участка, возможность создания положительного температурного градиента между почвой и прилегающим к ней слоем воздуха, создание полностью автоматизированной системы обогрева с достаточно высокой точностью поддержания температурный режим в зоне корнеобразования [9].

Электрообогрев сооружений защищенного грунта может быть полным или частичным.

Полный обогрев осуществляется только за счет электроэнергии. При частичном обогреве в качестве основного обогрева предусматривается паровой или водяной центральный, солнечный обогрев, а электрообогрев является дополнительным и используется для автоматического поддержания заданной температуры сверх обеспечиваемой за счет базового обогрева.

Электрический обогрев защищенного грунта – один из дорогостоящих видов использования электрической энергии, и применять его следует лишь на основании тщательных технико-экономических расчетов.

Электрический обогрев осуществляется электрокалориферными установками, электрообогревательными панелями, воздушными ТЭНами и т.п.

В основном для обеспечения требуемых значений параметров микроклимата применяют три основные группы электрооборудования в защищенном грунте – это установки для создания требуемых параметров облученности, электропривод большого количества исполнительных механизмов, а также вспомогательное электрооборудование, куда входят светильники дежурного освещения и электрооборудование для собственных нужд. Все производственные процессы в теплице управляются и отслеживаются компьютером или программируемыми логическими контроллерами, которые играют огромную роль в современном сооружении защищенного грунта [10].

#### Список источников

1. Рязанов А.В., Гриднева Т.С., Нугманов С.С. Применение электрофизических способов для повышения эффективности выращивания сельскохозяйственных культур // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Кинель: РИО СГСХА, 2018. С. 379-381.

2. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства: отчет о НИР (заключительн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д.Н. Кинель, 2019. 67 с. № АААА-А19-119012490037-5.

3. Сыркин В.А., Гриднева Т.С., Васильев С.И., Тарасов С.Н. Исследование воздействия магнитного поля на семена проса // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 673-676.

4. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A., Vasilyev S.I. Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020). 2020. P. 62-71. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20202700062>.

5. Mashkov S.V., Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. Gridneva T. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

6. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А., Гриднева Т.С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 576-579.

7. Васильев С.И., Машков С.В., Гриднева Т.С., Сыркин В.А. Разработка биотехнологического модуля для интенсификации технологии производства органической овощной продукции // Современному АПК – эффективные технологии: мат. Междунар. науч.-практ. конф. Т.4. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. С. 86-89.

8. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 10-19.

9. Судаченко В. Н., Ганюта А. Г. Режимы работы системы подпочвенного аккумуляирования тепловой энергии в условиях Северо-Западной зоны России // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 1999. – № 70. – С. 79-91.

10. Loginov, V. The thermo vision inspection of protective structures of greenhouses. [Text]/ Vladykin I, Kochurova O. // Science, Technology and Higher Education [Text] : materials of the V International research and practice conference, Westwood, June 20th, 2014 / publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada, P. 30-34.

## References

1. Ryazanov A.V., Gridneva, T.S. & Nugmanov, S.S. (2018). The use of electrophysical methods to increase the efficiency of growing crops. *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK: sb. nauch. tr. (Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific works)*. (pp. 379-381). Kinel (in Russ.).

2. Maschkov S.V., Vasiliev S.I., Kruchin, P.V. [et al] (2019). Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. Research report, Kinel, 67, no. GR АААА-А19-119012490037-5 (in Russ).

3. Syrkin V.A., Gridneva T.S., Vasiliev S.I. & Tarasov S.N. (2018). Study of the impact of a magnetic field on millet seeds. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. Samara: Samara State Agricultural Academy. (pp. 673-676). (in Russ.).

4. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A. & Vasilyev S.I. (2020). Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development. *Bio Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020)*, 62-71. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20202700062>.

5. Mashkov S.V, Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. & Gridneva T.S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

6. Vasiliev S.I., Maschkov S.V., Syrkin V.A., Gridneva T.S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, (pp. 576-579). Samara (in Russ).

7. Vasiliev S.I., Mashkov S.V., Gridneva T.S., & Syrkin V.A. (2019). Development of a biotechnological module for the intensification of organic vegetable production technology. *Sovremennomu APK – effektivnye tekhnologii: mat. Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. Konf. (Modern agro-industrial complex - effective technologies: mat. International Scientific and Practical Conference)*. (pp. 86-89). Izhevsk (in Russ.).

8. Vasilev S.I., Maschkov S.V. & Syrkin V.A. (2020). A complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Herald of agrarian science of the Don)*, 4(52), 10-19 (in Russ.).

9. Sudachenko V. N. & Ganyuta A. G. (1999). Modes of operation of the subsurface heat energy storage system in the conditions of the North-Western zone of Russia. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva (Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products)*, 70, 79-91 (in Russ.).

10. Loginov V., Vladykin I. & Kochurova O. (2014). The thermo vision inspection of protective structures of greenhouses. *Science, Technology and Higher Education: materials of the V International research and practice conference, Westwood, June 20<sup>th</sup>, publishing office Accent Graphics communications*. Westwood – Canada, 30-34.

#### **Информация об авторах**

Т.С. Гриднева – кандидат технических наук, доцент;

А.В. Назаров – студент;

В.Г. Яндулов – студент.

#### **Information about the authors**

T.S. Gridneva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A.V. Nazarov – student;

V.G. Yandulov – student.

#### **Вклад авторов:**

Гриднева Т.С. – научное руководство.

Назаров А.В. – написание статьи.

Яндулов В.Г. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors**

Gridneva T.S. – scientific management;

Nazarov A.V. – writing articles;

Yandulov V.G. – writing articles.

# ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В АПК

Тип статьи – научная  
УДК 633.262

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ

**Владимир Анатольевич Сыркин<sup>1</sup>, Александр Александрович Андреев<sup>2</sup>,  
Радик Тагирович Булатов<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>Syrkin\_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

<sup>2</sup>swa\_0101@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3085-654x>

<sup>3</sup>radikbulatov01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5454-7349>

*Проведен анализ способов стимуляции роста растений. Рассмотрены особенности способов, а также их конструкции.*

**Ключевые слова:** стимуляция растений, интенсивность роста, способы стимуляции растений.

**Для цитирования:** Сыркин В.А., Андреев А.А., Булатов Р.Т. Анализ способов стимуляции роста растений // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 22-27.

## ANALYSIS OF PLANT GROWTH STIMULATION METHODS

**Vladimir A. Syrkin<sup>3</sup>, Alexander A. Andreev<sup>2</sup>, Radik T. Bulatov<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agricultural University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Syrkin\_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

<sup>2</sup>swa\_0101@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3085-654x>

<sup>3</sup>radikbulatov01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5454-7349>

*The analysis of ways to stimulate plant growth is carried out. The features of the methods, as well as their designs, are considered.*

**Keywords:** plant stimulation, growth intensity, methods of plant stimulation.

**For citation:** Syrkin V.A., Andreev A.A. & Bulatov R.T. (2023). Analysis of plant growth stimulation methods. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 22-27). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Ученые установили, что потери урожая сельскохозяйственных культур достигают порядка 50-80% от их генетически обусловленной продуктивности: это связано с неблагоприятными условиями окружающей среды. Основной задачей ученых является экономически выгодная стимуляция роста растений [1-3,6,7].

Целью научной работы является повышение эффективности выращивания растений, а также повышения интенсивности их роста в закрытом грунте.

Исходя из цели работы, были поставлены следующая задача:

Выполнить анализ устройств для стимуляции роста растений.

Для этих целей были созданы множество способов и устройств для стерилизации и стимуляции растений. Различают несколько способов стимуляции роста растений (рис. 1).



Рис. 1. Методы стимуляции растений

Применение каждого из способов даст возможность повысить интенсивность роста, а также увеличить урожайность минимум на 10%.

К химическим способам можно отнести использование химических веществ, стимулирующие рост растений. В качестве таких стимуляторов нашли применение гетероауксина, который является основным гормоном роста. Это вещество может быть приготовлено синтетическим путем взаимодействия индола и гликолевой кислоты в присутствии основания под действием высокой температуры (Рис. 2.). Посредством чего оно нашло широкое применение.

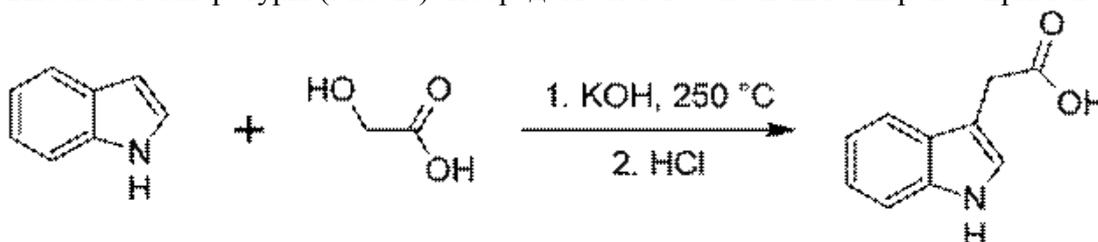


Рис. 2. Схема синтетического получения гетероауксина

К биологическому способу можно отнести использование биостимуляторов роста и развития растений. К таким стимулятором относится регулятор роста «Атлет» (рис. 3). С помощью данного препарата происходит перераспределение питательных веществ. Его механизм действия заключается в том, что он сдерживает в высоту надземной части растения, при этом способствует утолщению стебля и значительному росту корней. Препарат проникает в растения через листья при опрыскивании, а также через корни при поливе. Ускоряет образование первых соцветий и число завязей в них, и увеличивает урожайность на 20-30%.



Рис. 3. Регулятор роста «Атлет»

Использование электрических и магнитных полей, применяемые как при предпосевной подготовки семян, так и в период вегетации растений, является электрофизическим способом. К такому способу можно отнести устройство электростимуляции растений для открытого и защищенного грунта (рис. 4), которую предложило федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). Данная установка состоит из питательной среды, электропроводника, светодиодного индикатора, клипсы-зажима с углеродосодержащим электропроводным войлоком электропроводника, регулятора подачи тока, приборов регистрации силы тока и напряжения. Электропроводник соединяет плюсовую и минусовую клеммы источника питания с растением, источник питания выполнен в виде батареи постоянного тока, а регулятор подачи тока выполнен в виде микросхемы, подключенной к потенциометру.

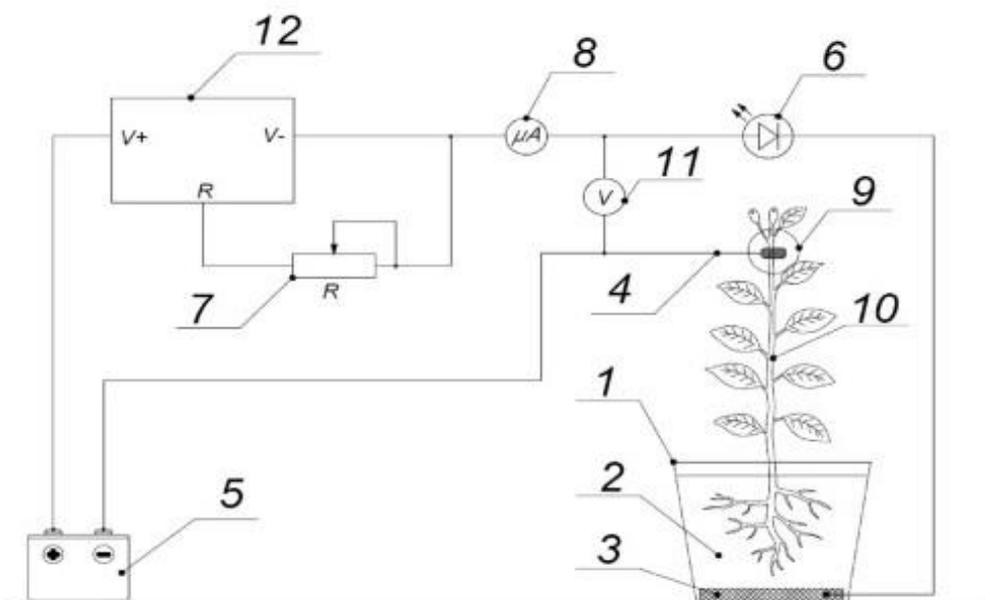


Рис. 4. Устройство электростимуляции растений для открытого и защищенного грунта

Такая установка работает следующим образом. В емкость 1 засыпан грунт или иная питательная среда 2. В нижней части грунта 2 находится электрод 3, который содержит углерод. Электрод 3 соединен электропроводником 4 со светодиодным индикатором 6, а также микроамперметром 8, микросхемой 12 и потенциометром 7 с плюсовой клеммой батареи 5. Минусовая клемма источника питания соединена с вольтметром и верхней частью растения 10. Клипса-зажим 9 находится в верхней части растения 10 и соединен с минусовым контактом вольтметра 11. Плюсовой контакт установлен между светодиодным индикатором 6 и микроамперметром 8.

Микроток, подаваемый на растение, регулируется при помощи потенциометра с вращающимся механизмом по часовой и против часовой стрелки, как уменьшая, так и увеличивая сопротивление. Тем самым микроток, пропускаемый через растение, либо увеличивается, либо уменьшается

Также было разработано устройство магнитной стимуляции растений. Данную установку предложил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» (СамГАУ) (рис. 4.). Оно также относится к электрофизическому способу стимуляции роста растений [1].

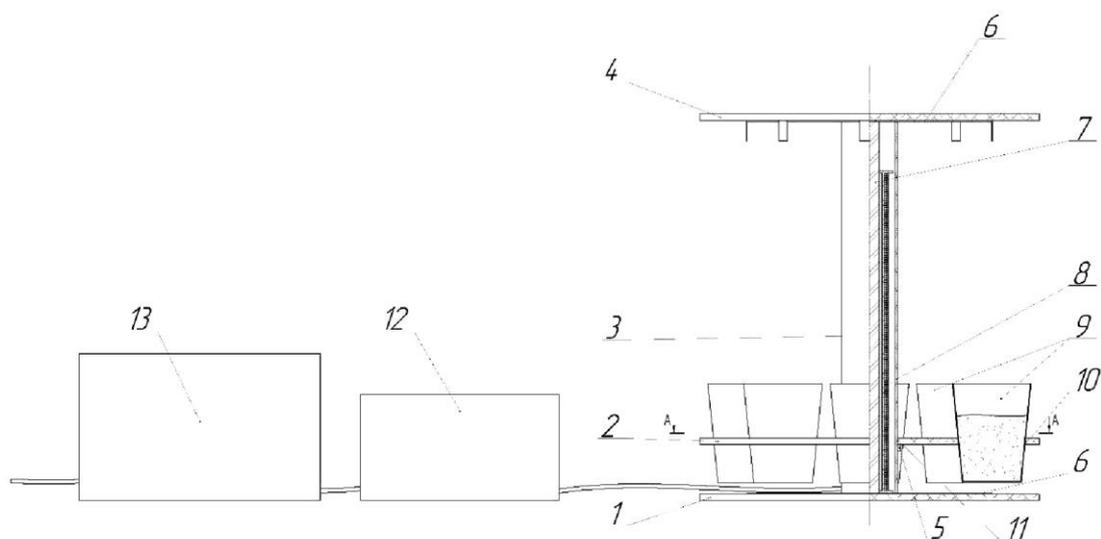


Рис. 4. Устройство магнитной стимуляции растений

Принцип работы установки. При подаче электрического тока с блока питания 13 через блок управления 12 на выводы катушки индуктивности 8, создается магнитное поле, основная часть магнитного потока проходит по сердечнику 7, пластинам 6 верхней полки 4, пластинам 6 подставки 1 и через воздушный промежуток, где находятся растения в емкостях с грунтом 9. В результате воздействия магнитного поля на растения происходит стимуляция обменных процессов, что приводит к увеличению интенсивности их роста и развития. Возможность свободного поворота нижней полки 2 позволит исключить прилегание растений к источнику света [4,5].

Подведя итоги, можно сделать вывод, что из всех способов стимуляции роста растений, более экономически выгодным и простым в действии является электрофизический метод стимуляции роста растений [8-10].

#### Список источников

1. Патент № 2699720 С1 Российская Федерация, МПК А01G 7/04. Устройство магнитной стимуляции растений / В. А. Сыркин, С. И. Васильев, П. В. Крючин [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет». № 2018132780: заявл. 14.09.2018: опубл. 09.09.2019.

2. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 10-19.

3. Васильев С.И., Машков С.В., Гриднева Т.С., Сыркин В.А. Разработка биотехнологического модуля для интенсификации технологии производства органической овощной продукции // Современному АПК - эффективные технологии: материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 86-89.

4. Сыркин В.А., Васильев С.И., Машков С.В., Фатхутдинов М.Р. Результаты исследований стимулирования растений в магнитном поле // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 4(44). – С. 90-98.

5. Сыркин В.А., Яковлев Д.А., Ибрашев Ю.С. Результаты исследований стимулирования растений в магнитном поле // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 260-263.

6. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]:

URL: [https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe\\_pole](https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe_pole) (дата обращения: 10.12.2022).

7. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A., Vasilyev S.I. Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – С.00062.

8. Сыркин В.А., Гриднева Т.С., Ишкин П.А., Фатхутдинов М.Р. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем // Сельский механизатор. 2019. № 6. С. 28-29.

9. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А., Гриднева Т.С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 576-579.

10. Mashkov S.V, Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. Gridneva T.S. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

### References

1. Patent No. 2699720 C1 Russian Federation, IPC A01G 7/04. Plant Magnetic Stimulation Device / V.A. Syrkin, S.I. Vasilev, P.V. Kruchin [and others]; the applicant is a federal state budgetary educational institution of higher education "Samara State Agricultural Academy". No. 2018132780: App. 14.09.2018: publ. 09.09.2019.

2. Vasilev S. I., Maschkov S. V. & Syrkin V. A. (2020). A complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Herald of agrarian science of the Don)*, 4(52), 10-19 (in Russ.).

3. Vasilev S.I., Maschkov S.V., Gridneva T.S. & Syrkin V.A. (2018). Development of a biotechnological module for the intensification of the technology for the production of organic vegetable products // Effective technologies for the modern agro-industrial complex: materials of the International scientific and practical conference. - Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy. – (pp. 86-89). (in Russ.).

4. Vasilev S.I., Maschkov S.V. & Syrkin V.A. (2020). A complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Herald of agrarian science of the Don)*, 4(52), 10-19 (in Russ.).

5. Syrkin V. A., Yakovlev D. A. & Ibrashev Yu. S. (2018). Results of studies of plant stimulation in a magnetic field // Contribution of young scientists to agrarian science: materials of the International Scientific and Practical Conference. - Kinel: Samara State Agricultural Academy. (pp. 260-263). (in Russ.).

6. Electromagnetic field [Electronic resource]: URL: [https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe\\_pole](https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe_pole) (accessed 10.12.2022).

7. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A. & Vasilyev S.I. (2020). Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. EDP Sciences: EDP Sciences. – p.00062.

8. Syrkin V. A., Gridneva, T. S., Ishkin P. A. & Fatkhutdinov M. R. (2019). Seed stimulation device by pulsed magnetic field. *Sel'skiy mekhanizator (Rural machine operator)*, 6, 28-29 (in Russ.).

9. Vasiliev S. I., Maschkov S. V., Syrkin V. A. & Gridneva T. S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, (pp. 576-579). Samara (in Russ.).

10. Mashkov S. V, Vasil'ev S. I., Fatkhutdinov M. R. & Gridneva T. S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

### **Информация об авторах**

В.А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;  
А.А. Андреев – студент;  
Р.Т. Булатов – студент

### **Information about the authors**

V.A. Syrkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
A.A. Andreev – student;  
R.T. Bulatov – student.

### **Вклад авторов**

Сыркин В.А. – научное руководство;  
Андреев А.А. – написание статьи;  
Булатов Р.Т. – написание статьи.

### **Contribution of the authors**

Syrkin V.A. – scientific management;  
Andreev A.A. – writing articles;  
Bulatov R.T. – writing articles.

Тип статьи – научная  
УДК 633.262

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ С ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ КАТУШКОЙ**

**Владимир Анатольевич Сыркин<sup>1</sup>, Александр Александрович Андреев<sup>2</sup>,  
Кирилл Сергеевич Смолев<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup> Syrkin\_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

<sup>2</sup> swa\_0101@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3085-654x>

<sup>3</sup> smolev19998@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-7863-9881>

*Приведена схема установки магнитной стимуляции растений с телескопической катушкой. Рассмотрены особенности устройства и принципа работы установки.*

**Ключевые слова:** стимуляция растений, интенсивность роста, телескопическая катушка

**Для цитирования:** Сыркин В.А., Андреев А.А., Смолев К.С. Разработка устройства магнитной стимуляции растений с телескопической катушкой // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 27-31.

## **DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR MAGNETIC STIMULATION OF PLANTS WITH A TELESCOPIC COIL**

**Vladimir A. Syrkin<sup>2</sup>, Alexander A. Andreev<sup>2</sup>, Kirill S. Smolev<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agricultural University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> Syrkin\_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

<sup>2</sup> swa\_0101@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3085-654x>

<sup>3</sup> smolev19998@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-7863-9881>

*The analysis of ways to stimulate plant growth is carried out. The features of the methods, as well as their designs, are considered.*

**Keywords:** plant stimulation, growth intensity, telescopic coil.

**For citation:** Andreev A.A., Syrkin V.A. & Smolev K.S. (2023). Development of a device for magnetic stimulation of plants with a telescopic coil. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 27-31). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Электротехнологии являются одними из эффективных способов повышения продуктивности культурных растений. При этом достигается повышение качества и экологической безопасности продукции. Одним из энергоэкономичных способов является стимуляция растений в магнитном поле [1-3,6,7].

Анализ устройств стимуляции растений магнитным полем показал большое разнообразие конструкционных решений. Одним из таких решений является устройство магнитной стимуляции растений, разработанного на кафедре «Электрификация и автоматизация АПК» ФГБОУ ВО Самарский ГАУ [1]. Исследования, проводимые на данном устройстве, показали увеличение интенсивности роста растений при воздействии на них магнитного поля [4,5]. Однако, одним из недостатков данного устройства является отсутствие возможности регулирования магнитной цепи. В результате при выращивании в установке растений в первый период роста воздушный зазор является максимально большим, что увеличивает магнитное сопротивление данного участка.

Цель научной работы – повышение эффективности выращивания растений благодаря стимуляции в магнитном поле.

Для выполнения данной цели необходимо решить задачу: разработать устройство магнитной стимуляции растений.

Для решения данной проблемы было разработано устройство магнитной стимуляции (рис. 1).

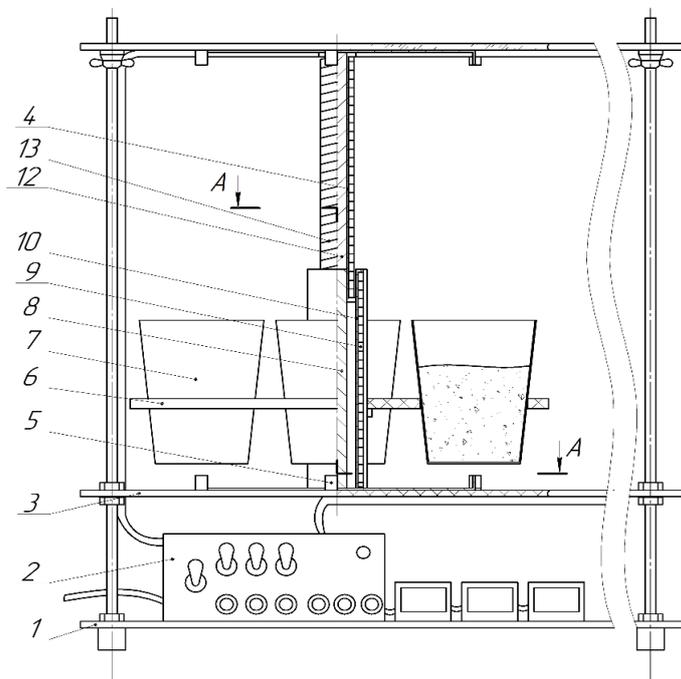


Рис. 1. Схема устройства магнитной стимуляции растений:

1 – нижняя полка; 2 – блок управления; 3 – средняя полка; 4 – верхний подвижный пластиковый патрубок; 5 – верхние пластины из электротехнической стали; 6 – подставка; 7 – емкость с грунтом; 8 – нижний неподвижный сердечник; 9 – нижняя неподвижная катушка; 10 – нижний неподвижный патрубок; 11 – центральная стойка; 12 – верхний подвижный сердечник; 13 – верхняя подвижная катушка

Установка состоит из двух полок 1, 3, стоек и верхней крышки. На нижней полке установлен блок управления 2, на средней полке пластины 5, выполненные из электротехнической стали. На специальном упоре, расположенном на стойке установлена подставка 6, в отверстия которой установлены емкости 7 с грунтом для выращивания растений. Электромагнит состоит из нижних неподвижных сердечника 8 и катушки 9, закрепленных на нижней полке 3 и верхних подвижных сердечника 12 и катушки 13, закрепленных на крышке. На нижней стороне крышки также расположены пластины из электротехнической стали. Верхняя катушка 12 входит в зазор между нижним сердечником 8 и катушкой 9. Верхний 12 и нижний 8 сердечники имеют пазы, которыми вставляются друг в друга. Регулировка высоты крышки регулируется гайками-барашками. В процессе работы растения выращиваются в емкостях 7. При помощи гаек-барашков устанавливается минимальная высота от пластин крышки до растений. Далее включается блок управления 2 и устанавливается требуемая напряженность магнитного поля. В результате магнитное поле, образуемое электромагнитом, подается на растения, в результате растения подвергаются стимуляции. При увеличении в процессе вегетации высоты растений верхняя полка поднимается, а блок управления опять настраивается.

Таким образом, использование устройства магнитной стимуляции растений способствует увеличению интенсивности роста и снижению энергозатрат, которое достигается поддержанием постоянного воздушного зазора между пластинами и растениями, что в результате снижает затраты электрической энергии необходимой для обеспечения требуемой напряженности магнитного поля [8-10].

#### Список источников

1. Патент № 2699720 С1 Российская Федерация, МПК А01G 7/04. Устройство магнитной стимуляции растений: / В.А. Сыркин, С.И. Васильев, П.В. Крючин [и др.]; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет». № 2018132780: заявл. 14.09.2018: опубл. 09.09.2019.
2. Васильев С.И., Машков С.В., Сыркин В.А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 10-19.
3. Васильев С.И., Машков С.В., Гриднева Т.С., Сыркин В.А. Разработка биотехнологического модуля для интенсификации технологии производства органической овощной продукции // Современному АПК - эффективные технологии: материалы Международной научно-практической конференции. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 86-89.
4. Сыркин В.А., Васильев С.И., Машков С.В., Фатхутдинов М.Р. Результаты исследований стимулирования растений в магнитном поле // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № 4(44). – С. 90-98.
5. Сыркин В.А., Яковлев Д.А., Ибрашев Ю.С. Результаты исследований стимулирования растений в магнитным полем // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 260-263.
6. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: URL: [https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe\\_pole](https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe_pole) (дата обращения: 10.12.2022).
7. Баев В.И., Юдаев И.В. Технологическая эффективность электроимпульсной обработки сорняков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2001. № 10. С. 17-19.
8. Yudaev I., Ivushkin D., Belitskaya M., Gribust I. Pre-sowing treatment of robinia pseudoacacia L. seeds with electric field of high voltage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012078.
9. Аксенов М.П., Петров Н.Ю., Юдаев И.В. Результаты исследований комплексного воздействия электрического поля и регулятора роста на посевные, ростовые и продуктивные свойства подсолнечника в зоне черноземных почв волгоградской области // Вестник аграрной науки Дона. 2016. № 1 (33). С. 55-63.

10. Mashkov S.V, Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. Gridneva T.S. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

### References

1. Patent No. 2699720 C1 Russian Federation, IPC A01G 7/04. Plant Magnetic Stimulation Device / V.A. Syrkin, S.I. Vasilev, P.V. Kruchin [and others]; the applicant is a federal state budgetary educational institution of higher education "Samara State Agricultural Academy". No. 2018132780: App. 14.09.2018; publ. 09.09.2019.

2. Vasilev S.I., Maschkov S.V. & Syrkin V.A. (2020). A complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Herald of agrarian science of the Don)*, 4(52), 10-19 (in Russ.).

3. Vasilev S.I., Maschkov S.V., Gridneva T.S. & Syrkin V.A. (2019). Development of a biotechnological module for the intensification of the technology for the production of organic vegetable products. Effective technologies for the modern agro-industrial complex: materials of the International scientific and practical conference. - Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy (pp. 86-89). (in Russ.).

4. Syrkin V.A., Vasilev S.I., Maschkov S.V., Fathutdinov M.R. (2018). The results of studies of plant stimulation in a magnetic field. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Herald of agrarian science of the Don)*, 4, 90-98 (in Russ.).

5. Syrkin V.A., Yakovlev D.A. & Ibrashev Yu.S. (2018). Results of studies of plant stimulation in a magnetic field // Contribution of young scientists to agrarian science: materials of the International Scientific and Practical Conference. - Kinel: Samara State Agricultural Academy. (pp. 260-263). (in Russ.).

6. Electromagnetic field [Electronic resource]: URL: [https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe\\_pole](https://ozlib.com/959984/agro/elektromagnitnoe_pole) (accessed 10.12.2022).

7. Baev V.I. & Yudaev I.V. (2001). Technological efficiency of electropulse treatment of weeds // *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva (Mechanization and electrification of agriculture)*, 10, 17-19.

8. Yudaev I., Ivushkin D., Belitskaya M. & Gribust I. (2019). Pre-sowing treatment of robinia pseudoacacia L. seeds with electric field of high voltage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH*, 403, 012078.

9. Aksenov M.P., Petrov N.Yu. & Yudaev I.V. (2016). Results of studies of the complex effect of the electric field and the growth regulator on the sowing, growth and productive properties of sunflower in the zone of chernozem soils of the Volgograd region. *Vestnik agrarnoj nauki Dona (Bulletin of Agrarian Science of the Don)*, 1 (33), 55-63.

10. Mashkov S.V, Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. & Gridneva T.S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.

### Информация об авторах

В.А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;

А.А. Андреев – студент.

К.С. Смолев – студент.

### Information about the authors

V.A. Syrkin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A.A. Andreev – student;

K.S. Smolev – student.

### Вклад авторов

Сыркин В.А. – научное руководство;

Андреев А.А. – написание статьи;

Смолев К.С. – написание статьи.

**Contribution of the authors**

Syrkin V.A. – scientific leadership;

Andreev A.A. – writing an article;

Smolev K.S. – writing an article.

Тип статьи – обзорная

УДК 621.397.7-181.4

**ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОЕНИЯ ПЧЕЛ**

**Владимир Анатольевич Сыркин<sup>1</sup>, Владимир Витальевич Конюхов<sup>2</sup>,  
Никита Романович Дозморov<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Syrkin\_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

<sup>2</sup>kvovik2011@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6827-775X>

<sup>3</sup>Nikitosdozmorov1474@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7090-3446>

*Представлен анализ устройств для поения пчел. Рассмотрены особенности конструкций, принципы работы, преимущества и недостатки поилок.*

**Ключевые слова:** пчеловодство, поилка для пчел, индивидуальная поилка, общая поилка.

**Для цитирования:** Сыркин В.А., Конюхов В.В.; Дозморov Н.Р. Патентный анализ устройств для поения пчел // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 31-35.

**PATENT ANALYSIS OF DEVICES FOR BEES WATERING**

**Vladimir A. Syrkin<sup>1</sup>, Vladimir V. Konyukhov<sup>2</sup>, Nikita R Dozmorov<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Syrkin\_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

<sup>2</sup>kvovik2011@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6827-775X>

<sup>3</sup>Nikitosdozmorov1474@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7090-3446>

*The analysis of devices for watering bees is presented. Features of constructions, principles of operation, advantages and disadvantages of drinkers are considered.*

**Keywords:** beekeeping, bee drinker, individual drinker, general drinker.

**For citation:** Syrkin V.A., Konyukhov V.V. & Dozmorov N.R. (2023). Patent Analysis of devices for Bees watering. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 31-35). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Пчеловодство является одним из важных направлений сельского хозяйства. В период цветения растений пчелы переносят пыльцу, способствуя тем самым их опылению и дальнейшему размножению. При этом основной продукцией пчеловодства является мед, перга, пыльца, воск, яд и пр.

В период медосбора у пчел возникает большая потребность в воде, которую они получают из естественных и искусственных источников воды. Не редко при кочевке пасеки расстояние до естественных источников воды может быть слишком большим. Поэтому на пасеках предусматривают специальные поилки. Однако пчеловоду приходится постоянно контролировать наличие воды в поилках, что увеличивает затраты труда. Поэтому автоматизация процесса поения пчел и контроль за ним является актуальной [4,5].

Цель работы – повышение эффективности содержания пчел.

Задачами работы являются:

- анализ патентных источников устройств для поения пчел;
- определение оптимальной конструкции устройства для поения пчел приемлемой для автоматизации процесса поения.

Коллективом авторов под руководством Донченко Ю.В. разработана кормушка-поилка для пчел патент № 1604299 [1]. Устройство предназначено для индивидуального использования, т.е. для одного улья.

Устройство содержит емкость 1 для корма или воды, снабженную крышкой 2 с кормовым отделением 3. Кормовое отделение 3 образовано кормовым 4 и ульевым 5 патрубками, соединенных с возможностью поворота друг к другу. Ульевый патрубок 5 выполнен изогнутым и наклонной частью при помощи фланца 8 прикреплен к улью 9. Между кормовым 4 и ульевым 5 патрубками имеется гидрозатвор 13.

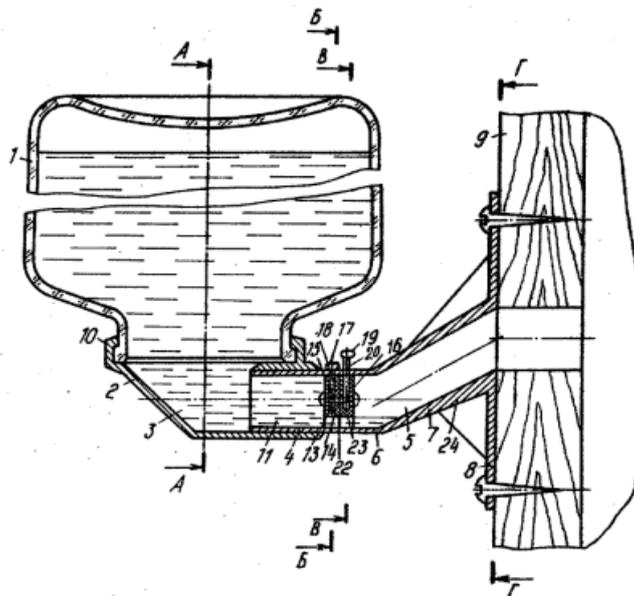


Рис. 1. Кормушка-поилка для пчел

Устройство работает следующим образом. После установки поилка на улье в нее заливается вода. Далее емкость 1 с патрубком 4 поворачивается на 180° и вода через гидрозатвор 13 поступает в ульевой патрубок 5. Высота воды в патрубке регулируется рычагом 19.

Преимуществом данного устройства является снижение заражения пчел от других пчел при контакте во время поения. Недостатком является малая производительность. В результате автоматизации процесса поения и контроля увеличатся расходы в зависимости от количества ульев.

Бирицким М.И. разработана поилка для пчел патент № 1308301 [2]. Устройство состоит из основания 1, разъемного сосуда 2, горловина которого установлена в углублении 3 основания 1 и снабжена пористым вкладышем 4.

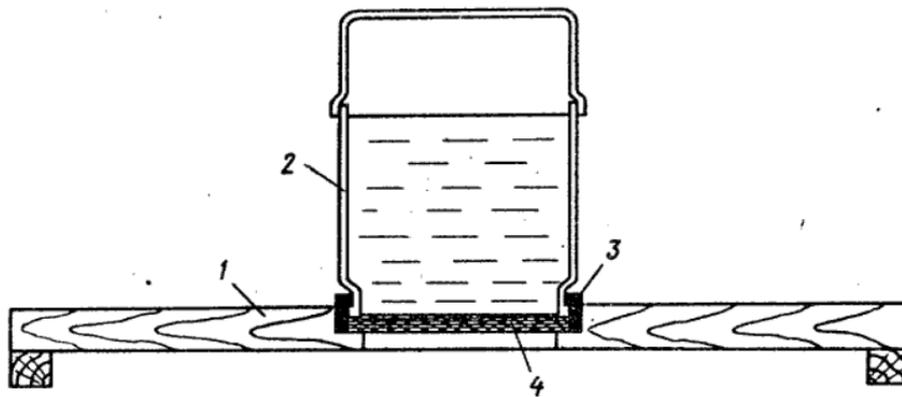


Рис. 2. Поилка для пчел

При работе устройства разъемный сосуд 2 устанавливают в углублении 3 основания, разместив там пористый вкладыш 4, наливают в него воду. Пчелы с внутренней стороны основания свободно подходят к пористому вкладышу, через который пьют.

Устройство повышает гигиеничность и удобство обслуживания пчел при поении. Однако производительность поилки зависит от объема емкости. Также необходима периодическая проверка наличия воды. Конструкция данного устройства не предусматривает автоматизации.

Коллективом авторов под руководством Сыркина В.А. разработано устройство для поения пчел патент № 2663053 [3].

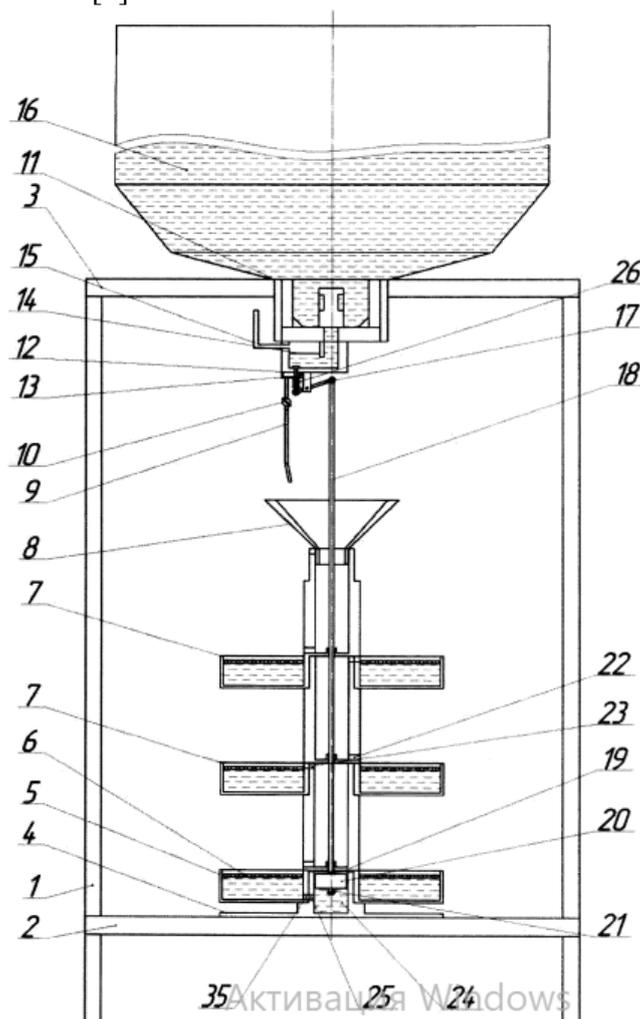


Рис. 3. Устройство для поения пчел

Устройство содержит корпус, состоящий из стоек 1 и верхней 3 и нижней 2 полки, установленного в отверстии 11 верхней полке емкости 16 отверстием вниз и закрепленного с обратной стороны полки перепускного механизма 14 с клапаном 13. На нижней полке установлена батарея из соединенных одной под другой секций 7, 5 и подставки 4. Каждая секция состоит из чашки 27 и стойки 28, в которой имеется центральный канал 31, а также выпускное 22 и переливное 30 отверстия, а также переливная канавка 32. В чашке помещена круглая пластина 6 с выполненными сквозными отверстиями и центральным отверстием, диаметр которого превышает диаметр стойки 28. В подставке выполнена поплавковая камера 24 со сквозным отверстием в стенке. В поплавковой камере, в котором расположен поплавок 20. Поплавок 20 соединен через штангу 18 и коромысло 17 с клапаном 13.

Пчелы, подлетая к устройству, садятся на пластины 6 и через сквозные отверстия начинают пить воду. Расходуясь в течении времени, уровень воды в секциях начинает снижаться и пластины 6 начинают опускаться вместе с ними, при этом доступ пчел к воде остается прежним. После того, как уровень воды в нижней секции 5 опустится ниже установленного значения поплавок 20 опустится и, преодолевая усилие пружины 26, штангой 18 и коромысла 17, откроет клапан 13. При этом вода из перепускного механизма 14, через клапан 13, выпускную камеру 12, регулировочный кран 10 и направляющий патрубок 9 начинает поступать в воронку 8 секционной батареи. Цикл повторяется.

Устройство позволяет снизить затраты труда при поении, обеспечить пчелам постоянной площадью поверхности воды, снизить ее перерасход. Данное устройство позволяет автоматизировать процесс поения. Также возможно создание автономности и контроля за наличием воды.

Таким образом, наиболее подходящим конструктивным решением для автоматизации является патент № 2663053.

#### Список источников

1. Патент № 1604299 А1 СССР, МПК А01К 53/00. Кормушка-поилка для пчел / Ю.В. Донченко, И.А. Дудов и А.Л. Пустомолов; заявитель Днепропетровский государственный университет. № 4425833/30-15: заявл. 18.02.1988; опубл. 07.11.1990.
2. Патент № 1308301 А1. СССР, МПК А 01 К 53/00. Поилка для пчел / М.И. Бирицкий; заявитель М.И. Бирицкий. №3900008/30-15: заявл. 12.04.1985; опубл. 7.05.1985.
3. Патент № 2663053 С1. Российская Федерация, МПК А 01 К 53/00. Устройство для поения пчел / В.А. Сыркин, С.В. Машков, Д.Н. Котов и [другие]; заявитель ФГБОУ ВО Самарская ГСХА. №2017125630: заявл. 17.07.2017; опубл. 01.08.2018.
4. Сыркин В.А., Гриднева Т.С., Яковлев Д.А. Совершенствование процесса поения пчел // Современные проблемы в животноводстве: состояние, решения, перспективы. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию юбилею академика РАН В.Г. Рядчикова. 2019. С. 256-262.
5. Яковлев Д.А., Сыркин В.А., Гриднева Т.С. Разработка автономной электрифицированной поилки для пчёл // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. 2019. С. 463-466.
6. Mashkov S.V, Vasil'ev S. I., Fatkhutdinov M.R. Gridneva T.S. Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020. No.16. Vol. 11. P. 1-11. Doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.
7. Gridneva T. S., Mashkov S. V., Syrkin V. A., Vasilyev S. I. Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020). 2020. P. 62-71. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700062>.

## References

1. Patent No. 1604299 A1 USSR, IPC A01K 53/00. Feeder-drinker for bees / U.V. Donchenko, I.A. Dudov, A.L. Pustomolov; the applicant Dnepropetrovsk State University: No. 4425833/30-15: App. 18.02.1988: publ. 07.11.1990.
2. Patent No. 1604299 A1 USSR, IPC A01K 53/00. Drinker for bees / M.I. Birickyi; the M.I. Birickyi: No. 3900008/30-15: App. 12.04.1985: publ. 7.05.1985.
3. Patent No. 2663053 C1 Russian Federation, IPC A01K 53/00. bee watering device / V.A. Syrkin, S.V. Maschkov, D.N. Kotov [and others]: the applicant is a federal state budgetary educational institution of higher education "Samara State Agricultural Academy". : No. 2017125630: App. 17.07.2017: publ. 01.08.2018.
4. Syrkin V.A., Gridneva T.S. & Yakovlev D.A. (2019). Improving the process of watering bees // Modern problems in animal husbandry: status, solutions, prospects. Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the 85th anniversary of Academician of the Russian Academy of Sciences V.G. Ryadchikov. – (pp. 256-262). (in Russ.).
5. Yakovlev D.A., Syrkin V.A. & Gridneva T.S., (2018). Development of an autonomous electrified drinker for bees // Effective technologies for the modern agro-industrial complex: materials of the International scientific and practical conference. - Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy. – (pp. 463-466). (in Russ.).
6. Mashkov S.V., Vasil'ev S.I., Fatkhutdinov M.R. & Gridneva T.S. (2020). Using an electric field to stimulate the vegetable crops growth. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 16, 11, 1-11. doi: 10.14456/ITJEMAST.2020.331.
7. Gridneva T.S., Mashkov S.V., Syrkin V.A. & Vasilyev S.I. (2020). Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development. *Bio Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2020)*, 62-71. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20202700062>.

### Информация об авторах

В.А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;

В.В. Конюхов – студент;

Н.Р. Дозморов – студент.

### Information about the authors

V.A. Syrkin - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V.V. Konyukhov – student;

N.R. Dozmorov – student;

### Вклад авторов

Сыркин В.А. – научный руководитель;

Конюхов В.В. – написание статьи;

Дозморов Н.Р. – написание статьи.

### Contribution of the authors

Syrkin V.A. - scientific leadership;

Konyukhov V.V. - writing an article;

Dozmorov N.R. - writing an article.

Тип статьи – научная

УДК 621.32, 631.147, 631.588.5

## АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ФИТОСВЕТИЛЬНИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ ФИТОМОДУЛЕЙ

Сергей Иванович Васильев<sup>1</sup>, Павел Андреевич Головко<sup>2</sup>,

Светлана Владимировна Тесленко<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия.

<sup>1</sup>si\_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

<sup>2</sup>gpatakto@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0870>

<sup>3</sup>svetlanateslenko13@icloud.com, <http://orcid.org/0000-0002-4368-3123>

*Приведен обзор и анализ существующих энергосберегающих фитосветильников для досвечивания овощных культур, выращиваемых в защищенном грунте. В обзор включены те светильники, из всего их многообразия, которые применимы при разработке современных фитомодулей, теплиц и иных высокотехнологичных культивационных сооружений. Исследованы различные источники света и светильники, как белого света, так и специальные светильники – фитосвета.*

**Ключевые слова:** светильник, освещение, досвечивание, фитосветильник, фитомодуль.

**Для цитирования:** Васильев С.И., Головко П.А., Тесленко С.В. Анализ энергосберегающих фитосветильников применяемых при разработке современных фитомодулей: Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. – С. 36-40.

## ANALYSIS OF ENERGY-SAVING PHYTOLAMPS USED IN THE DEVELOPMENT OF MODERN PHYTOMODULES

Pavel A. Golovko<sup>1</sup>, Svetlana V. Teslenko<sup>2</sup>, Sergey I. Vasil'yev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia.

<sup>1</sup>gpatakto@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0870>

<sup>2</sup>svetlanateslenko13@icloud.com, <http://orcid.org/0000-0002-4368-3123>

<sup>3</sup>si\_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

*A review and analysis of existing energy-saving phytolamps for supplementary illumination of vegetable crops grown in protected ground is given. The review includes those fixtures, from all their diversity, that are applicable in the development of modern phytomodels, greenhouses and other high-tech cultivation facilities. Various light sources and lamps were studied, both daylight and special lamps - phytolamps.*

**Keywords:** lamp, lighting, additional lighting, phytolamp, phytomodule.

**For citation:** Vasil'yev S.I., Golovko P.A. & Teslenko S.V. (2023). Analysis of energy-saving phytolamps used in the development of modern phytomodels: Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 36-40). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Для обеспечения быстрого роста и правильного развития растениям необходим свет. Под воздействием света в клетках растений начинают протекать фотохимические реакции, вызывающие процесс формирования органических веществ. При этом освещение может быть естественным (солнечный свет), искусственным (искусственные источники света) либо комбинированным.

Организуя освещение искусственно выращиваемых растений важно соблюсти три главные характеристики: освещенность поверхности листьев, продолжительность освещения и спектральный состав света. В случае недостаточной освещенности, скорость реакций фотосинтеза замедляется, что вызывает угнетение выращиваемых растений. Чрезмерно высокая освещенность также негативно сказывается на жизнедеятельности растений и приводит к их угнетению [1, 2].

Не менее важным является и спектральный состав света, освещающего растения. Известно, что не все участки видимой части спектра света являются фитоактивными, то есть как-либо усваиваются растениями. Наиболее интенсивно поглощаются красные и синие части спектра. Прилегающие к ним части усваиваются существенно хуже, а зеленые и желтые участки, практически не поглощаются растениями [3, 4].

Естественное солнечное освещение является весьма эффективным, но только в ясную солнечную погоду, а, например, в пасмурную – спектральный состав света становится далеко не идеальным, также снижается и освещенность. Выращивая растения в условиях закрытого грунта без искусственного освещения обойтись вообще невозможно.

Создавая искусственное освещение необходимо решать вышеперечисленные проблемы. При этом очевидно, что, создавая освещение с характеристиками близкими к идеальным, для конкретного вида растений, возможно значительно ускорить фотосинтез и другие обменные процессы, протекающие во всех частях растений, а, следовательно, ускорить рост и развитие растений [2, 5].

Для досвечивания овощных культур, выращиваемых в закрытом грунте, применяются различные типы ламп: накаливания, люминесцентные, энергосберегающие, металлогалогеновые, ртутные, натриевые, индукционные и светодиодные [6, 7].

К преимуществам ламп накаливания можно отнести ее низкую стоимость, а к недостаткам – большое потребление электроэнергии, и выделение большого количества теплоты [2].

Преимуществом энергосберегающих ламп является низкое энергопотребление и невысокое выделение тепла, что позитивно сказывается на микроклимате в культивационном сооружении. Также они имеют хорошую светоотдачу и обладают относительно невысокой стоимостью. Недостатком таких ламп является возможная потеря мощности ближе к концу срока эксплуатации лампы [3, 8].

Металлогалогенные лампы больше подходят для теплиц и оранжерей, так как имеют большой световой поток, однако выделяют много тепла, при этом имеют и высокое энергопотребление, а, следовательно, низкий световой к.п.д., к тому же могут взорваться при контакте с влагой [5, 7].

Ртутные лампы высокого давления излучают большой световой поток, имея, при этом удовлетворительные спектральные характеристики, однако из-за наличия ртути являются экологически не безопасными и требует аккуратного обращения.

Натриевые газоразрядные лампы отличается более приемлемой стоимостью, в сравнении с энергосберегающими, высокой светоотдачей, экономичностью и относительной долговечностью (до 24 тысяч часов). Недостатком же является высокая чувствительность к скачкам напряжения, высокая опасность взрыва, при контакте с влагой. Такой источник оранжево-красного светового потока чаще используют в промышленном закрытом грунте для повышения силы цветения и урожайности взрослых растений [2, 4].



а.



б.

Рис. 1. Индукционная и светодиодная фитолампы:  
а – индукционная фитолампа; б – светодиодная фитолампа

Преимуществом индукционных устройств является ее долговечность. Такие лампы имеют высокую светоотдачу и устойчивы к перепадам напряжения, не выделяют много тепла и экономят затраты на электроэнергию. Недостатком лампы является высокая стоимость.

Преимуществом светодиодной лампы является низкое энергопотребление, высокая экономичность, удобство и безопасность эксплуатации, высокий срок службы, высокий уровень светоотдачи и незначительное выделение теплоты [3,9,10].

Анализ существующих устройств для освещения и досвечивания растений, выращиваемых в закрытом грунте, показал, что на сегодняшний день промышленно выпускается широкий круг светотехнического оборудования, применимого для организации искусственного освещения растений. Анализ характеристик представленных светильников свидетельствует о том, что не все источники света пригодны для освещения биологических объектов – растений. Некоторые из них не подходят по спектральному составу излучаемого ими света, другие по величине светового потока, а какие-то по экономичности и безопасности. Одними из наиболее удобных, промышленно-применимых и энергосберегающих, по мнению авторов, являются светодиодные источники фитосвета. Спектральный состав испускаемого ими света вполне соответствует потребностям растений, а уровень энергопотребления – позволяет применять эти лампы в промышленных масштабах.

#### Список источников

1. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства: отчет о НИР (промежуточн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д.Н. – Кинель, 2019. – 67 с. – № ГР АААА-А19-119011400093-1.

2. Васильев С. И. Гриднева Т. С. Оценка влияния энергоэффективных источников света на качество электроэнергии в электрических сетях и системах электроснабжения // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборн. науч. трудов Международной науч.-практ. Конференции. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 369-372.

3. Васильев С. И. Электротехника и электроника: практикум / С.И. Васильев, И.В. Юдаев / Кинель: РИЦ СГСХА, 2016. – 133 с.

4. Васильев С. И., Машков С. В., Сыркин В. А., Гриднева Т. С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции. – Самара: РИО СГСХА, 2018. – С. 576-579.

5. Васильев С. И. Результаты исследования спектральных характеристик светодиодов применяемых в электротехнологии досвечивания сельскохозяйственных культур: Наука и современность: сборник материалов V-ой международной научно-практической конференции. – М.: НИЦ «Империya», 2016. – С. 37-38.

6. Васильев С. И. Комбинированное устройство для комплексного измерения твердости и влажности почвы // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области: сб. науч. тр. – Самара: РИЦ СГСХА, 2011. – С. 96...99.

7. Сыркин В. А., Васильев С. И. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения // Известия Самарской ГСХА – Кинель: РИЦ СГСХА, 2016. – Вып. 4. – С. 51-54.

8. Сыркин В. А., Гриднева Т. С., Ишкин П. А., Фатхутдинов М. Р. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем // Сельский механизатор, 2019. № 6. С. 28-29.

9. Yudaev I., Mashkov S., Vasil'yev S., Syrkin V., Shevchenko S., Sirakov K. (2020). Improvement of technology of electrical and magnetic stimulation of seeds and crop plants. Handbook of research on energy-saving technologies for environmentally friendly agricultural development. (pp. 365-396) (in USA).

### References

1. Maschkov S.V., Kryuchin P.V., Vasil'yev S.I., Gridneva T.S., Fatkhutdinov M.R., Nugmanov S.S., Ischkin P.A., Syrkin V.A., Mokritzkyi S.N., Afonin E.A., Buntova E.V., Mel'nikova N.A., Morgunov D.N. (2019). Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. *Research report*. (p. 67). Kinel. No. GR AAAA-A19-119011400093-1 (in Russ).

2. Vasil'yev S.I. & Gridneva T.S. (2019). Assessment of the impact of energy-efficient light sources on the quality of electricity in electrical networks and power supply systems. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. (pp. 369...372). Kinel, (in Russ).

3. Vasil'yev S.I. & Yudaev I.V. (2016). Electrical and Electronics. *Workshop*. (p. 133) Kinel (in Russ).

4. Vasil'yev S.I., Maschkov S.V., Syrkin V.A. & Gridneva T.S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. (pp. 576-579) Samara (in Russ).

5. Vasil'yev S.I. (2016). The results of the study of the spectral characteristics of LEDs used in electrical technology for supplementary illumination of agricultural crops. *Science and modernity*. (pp. 37...38), Moscow (in Russ).

6. Vasil'yev S.I. (2011). Combined device for complex measurement of soil hardness and moisture. *The contribution of young scientists to the agricultural science of the Samara region*. (pp. 96-99). Samara (in Russ).

7. Vasil'yev S. I. & Syrkin V. A. (2016). Justification of the rotor speed of a radial electrified honey extractor with a horizontal axis of rotation. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*. (pp. 51-54) Kinel, 4 (in Russ).

8. Syrkin V.A., Gridneva, T.S., Ishkin P.A. & Fatkhutdinov M.R. (2019). Seed stimulation device by pulsed magnetic field. *Sel'skiy mekhanizator (Rural machine operator)*, 6, 28-29 (in Russ.).

9. Yudaev I., Mashkov S., Vasil'yev S., Syrkin V., Shevchenko S. & Sirakov K. (2020). Improvement of technology of electrical and magnetic stimulation of seeds and crop plants. Handbook of research on energy-saving technologies for environmentally-friendly agricultural development. (pp. 365-396) (in USA).

### Информация об авторах

С.И. Васильев – кандидат технических наук, доцент;

П.А. Головкин – магистрант;

С.В. Тесленко – магистрант.

### **Information about the authors**

S.I. Vasil'yev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
P.A. Golovko – master student;  
S.V. Teslenko – master student.

### **Вклад авторов:**

С.И. Васильев – научное руководство;  
П.А. Головки – написание статьи;  
С.В. Тесленко – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

S.I. Vasil'yev – scientific management;  
P.A. Golovko – writing articles;  
S.V. Teslenko – writing articles.

Тип статьи – научная

УДК 621.32, 631.147, 631.588.5

## **АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТИВАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ (ФИТОМОДУЛЯХ)**

**Сергей Иванович Васильев<sup>1</sup>, Павел Андреевич Головки<sup>2</sup>,  
Илья Евгеньевич Орлов<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия.

<sup>1</sup>si\_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

<sup>2</sup>gpatako@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0870>

<sup>3</sup>ilyaarel@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0875>

*Приведен обзор и анализ существующих и наиболее часто применяемых способов досвечивания овощных культур, выращиваемых в защищенном грунте, например, в фитомодуле. В обзор включены те способы, из всего их многообразия, которые применимы при разработке современных фитомодулей, теплиц и иных высокотехнологичных культивационных сооружений. Рассмотренные способы досвечивания позволяют не только создавать наиболее благоприятные условия роста растений и обладают высокой энергоэффективностью.*

**Ключевые слова:** светильник, освещение, досвечивание, фитосветильник, фитомодуль.

**Для цитирования:** Васильев С.И., Головки П.А., Орлов И.Е. Обзор способов досвечивания растений, выращиваемых в культивационных сооружениях (фитомодулях): Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. – С. 40-45.

## **A REVIEW OF METHODS FOR ADDITIONAL LIGHTING OF PLANTS GROWN IN CULTIVATION FACILITIES (PHYTOMODULES)**

**Sergey I. Vasil'yev<sup>1</sup>, Pavel A. Golovko<sup>2</sup>, Ilya E. Orlov<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia.

<sup>1</sup>si\_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

<sup>2</sup>gpatako@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0870>

<sup>3</sup>ilyaarel@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0875>

*A review and analysis of the existing and most commonly used methods for additional illumination of vegetable crops grown in protected ground, for example, in a phytomodule, is given. The review includes those methods, from all their diversity, that are applicable in the development of modern phytomodules, greenhouses and other high-tech cultivation facilities. The considered methods of additional lighting allow not only creating the most favorable conditions for plant growth and having high-energy efficiency.*

**Keywords:** lamp, lighting, additional lighting, phytolamp, phytomodule.

**For citation:** Vasil'yev S. I., Golovko P. A. & Orlov I. E. (2023). A review of methods for additional lighting of plants grown in cultivation facilities (Phytomodules). Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 40-45). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Для создания нормальных условий роста и правильного развития растениям необходим свет. Под воздействием света, в видимой части спектра, в клетках растений возникают химические реакции, вызывающие образование органических веществ. Освещение растений может быть естественным, в виде солнечного света на открытом пространстве или в закрытом грунте, искусственным, то есть за счет применения искусственных источников света, либо комбинированным. Чаще всего в производственных условиях применяется комбинированный способ освещения, так как затраты энергии в этом случае существенно снижаются [1].

Проектируя систему освещения растений, выращиваемых в закрытых культивационных сооружениях, важно выполнять три главных требования: уровень освещенности на поверхности растений, продолжительность освещения в течении суток и состав спектра излучаемого света. В случае недостаточного уровня освещенности, скорость фотохимических реакций в клетках растений замедляется, что приводит к угнетению выращиваемых культур. Превышение уровня освещенности также негативно сказывается на жизнедеятельности растений и может приводить к их угнетению [2,9,10].

Большое значение при проектировании освещения имеет спектральный состав света, падающего на растения. Дело в том, что из всей области видимой части спектра энергия световых лучей, имеющих различную длину волны, усваивается растениями не одинаково. То есть различные участки видимой части спектра света являются в различной степени фитоактивными. Большинство овощных культур наиболее интенсивно поглощают световые лучи красной и синей части спектра. Излучение прилегающих к ним частей спектра усваивается существенно хуже, а излучение зеленой и желтой части спектра, практически не поглощается растениями [3].

Естественное солнечное освещение является наиболее эффективным, но только в ясную солнечную погоду, а, например, в пасмурную – спектральный состав света становится далеко не идеальным, также снижается и уровень освещенности. Выращивая растения в условиях закрытых культивационных сооружений или закрытого грунта без искусственного освещения обойтись невозможно.

Разрабатывая системы искусственного освещения необходимо решать вышеперечисленные проблемы. При этом очевидно, что, создавая освещение с характеристиками близкими к идеальному, для конкретного вида растений, возможно значительно ускорить фотосинтез и другие обменные процессы, протекающие во всех частях растений, а, следовательно, ускорить рост и развитие растений [4, 5].

Рассмотрим особенности влияния на растения различных частей спектра света.

Например, ультрафиолетовая часть спектра (200 – 315 нм) угнетает рост растений, а при избытке может быть причиной их гибели, однако более узкая часть спектра ультрафиолетового спектра, в интервале длин волн 315 – 380 нм, может оказывать и положительное влияние, вызывая цветение и плодоношение многих видов растений. Процесс поглощения световой энергии хлорофиллом начинается в видимой части спектра на длине волны 380 – 400 нм,

на длине волны 430 – 480 нм наблюдается первый и основной пик поглощения энергии света хлорофиллом. Это оказывает существенное влияние на интенсивность фотосинтеза. Хлорофилл – это пигмент, основная молекула, с которой начинается процесс трансформации энергии солнечного света в энергию химических связей. У высших зелёных растений различают следующие виды хлорофиллов: *a* (имеет сине-зелёный оттенок); хлорофилл *b* (жёлто – зелёный оттенок). В молекуле хлорофилла *a* во втором парольном кольце содержится альдегидная группа [5, 6].

Таким образом, молекула хлорофилла не одинаково, а избирательно поглощает кванты света, максимумы поглощения наблюдаются в красном и сине-фиолетовом участках спектра (рис. 1) [1, 2, 7].

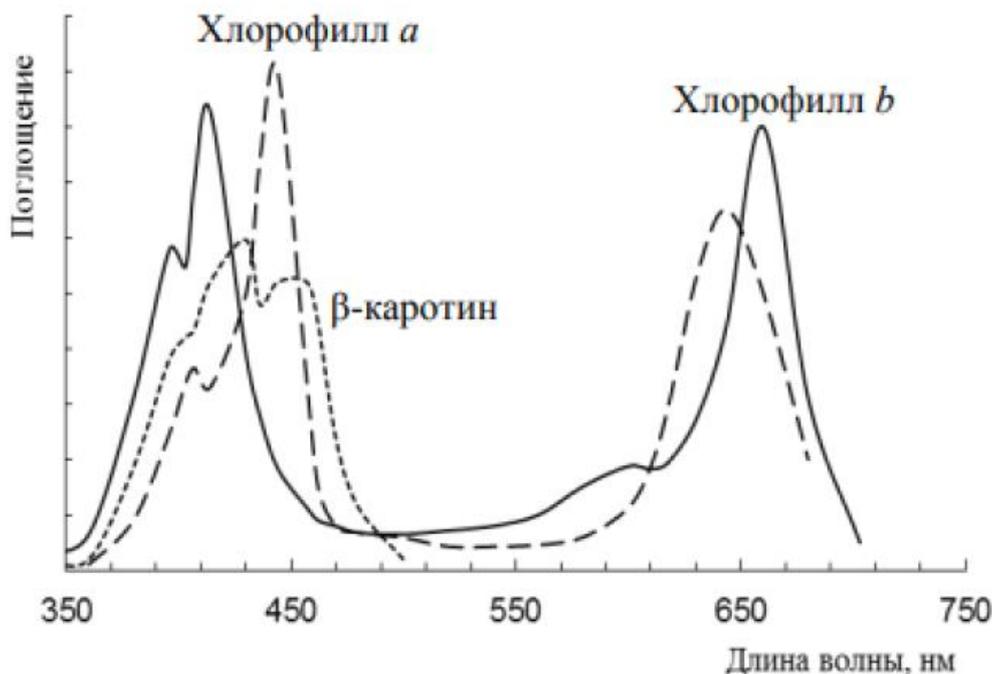


Рис. 1. Диаграмма поглощения света молекулами хлорофилла

В соответствии с принципом Паули, электроны невозбуждённой светом молекулы хлорофилла находится в базовом или синглетном состоянии  $S_0$ . Поглощая квант света, молекула переходит в возбуждённое состояние, а её электроны переходят на более высокий энергетический уровень, называемый также, синглетным. Этот энергетический уровень обозначается  $S^*$ .

При этом кванты света с различными длинами волн (зрительно различных цветов) обладают различными энергиями. Например, кванты синего цвета обладают большей энергией нежели кванты красного цвета. Таким образом получается, что квант красного света переводит электрон на уровень  $S_1^*$ , а квант синего света, обладая большей энергией, переводит электрон на уровень  $S_2^*$  (рис. 2) [1, 2, 8].

Так как молекула хлорофилла, находящаяся в возбуждённом состоянии, стремится вернуться в базовое состояние, в силу своей нестабильности, то полученный избыток энергии может выделяться в виде тепла или испускания кванта света (флуоресценцирование – свечение).

Спектральный состав света является одной из важнейших характеристик света. Биосфера получает солнечную радиацию с длинами волн примерно от 0,29 до 3 мкм. Более коротковолновая радиация поглощается озоном в верхних слоях атмосферы и кислородом воздуха, а граница в области длинных волн зависит от содержания в воздухе водяного пара и двуокси углерода. Около 40-45% излучаемой солнечной энергии приходится на область от 380 до 720 нм [1, 5].

Эту часть спектра мы воспринимаем как видимый свет. Пигменты хлоропластов поглощают излучение с длиной волны примерно 380 и 740 нм. Эту область называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР). К области ФАР со стороны более коротких волн примыкает ультрафиолетовая радиация (УФ), а со стороны более длинных волн – инфракрасная радиация (ИК).

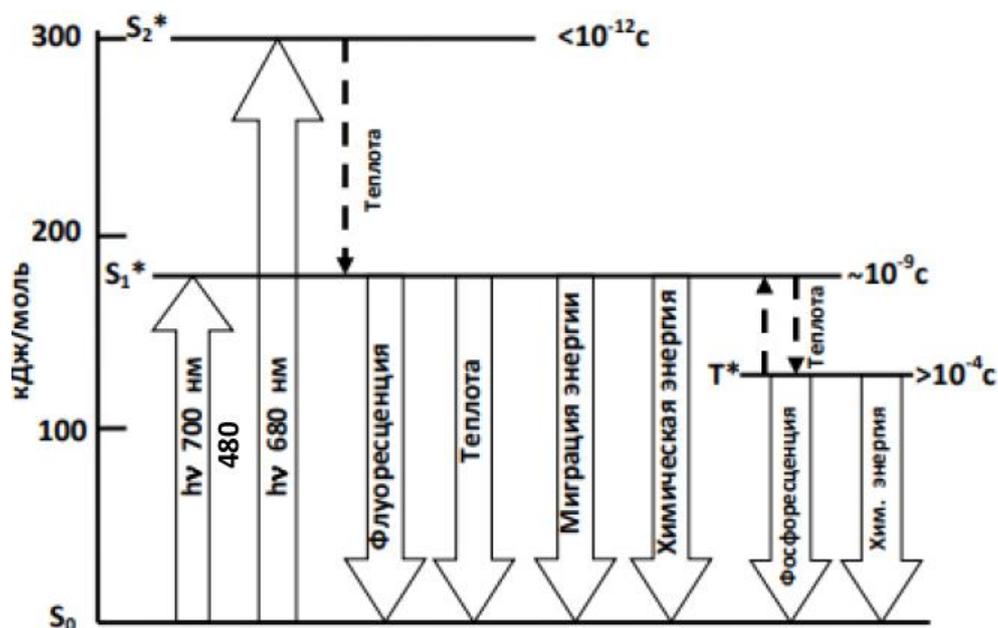


Рис. 2. Энергетические уровни молекулы хлорофилла

Однако, для нормальной жизнедеятельности растений ключевое значение имеет физиологически активная радиация, а также фотосинтетически активная радиация. То есть наиболее важными частями спектра видимого излучения для растений являются: оранжевая (620-595 нм) и красная (720 – 600 нм). Излучение именно этих диапазонов поставляет энергию для процесса фотосинтеза, а также оказывают непосредственное воздействие на процессы, влияющие на скорость роста растений. Так, например, пигменты клеток с пиком чувствительности в красной области спектра отвечают за развитие корневой системы, созревание плодов, цветение растений.

#### Список источников

1. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства: монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. Кинель: РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ. 2020. – 239 с.
2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты: отчет о НИР (промежуточн.); рук. Нугманов С.С.; исполн. Васильев С.И., Гриднева Т.С., Машков С.В., Фатхутдинов М.Р., Сыркин В.А. Тарасов С.Н., Крючин П.В., – Кинель, 2017. – 63 с. – № ГР 01201376403.
3. Васильев С. И. Использование спектрокалориметра ТКА-ВД для исследования спектральных характеристик источников света, применяемых для досвечивания растений в защищенном грунте // Интеграция наук. – М.: НИЦ «Империя», 2017. С. 128-130.
4. Васильев С. И., Машков С. В., Сыркин В. А., Гриднева Т. С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции. – Самара: РИО СГСХА, 2018. – С. 576-579.
5. Нугманов С. С., Васильев С. И., Сазонов М. В. ТЗ: обнадеживающие перспективы // Сельский механизатор. – 2007. – № 3. – С. 22.

6. Васильев С. И. Комбинированное устройство для комплексного измерения твердости и влажности почвы // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области: сб. науч. тр. – Самара: РИЦ СГСХА, 2011. – С. 96...99.

7. Сыркин В. А., Васильев С. И. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения // Известия Самарской ГСХА. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2016. – Вып. 4 – С. 51-54.

8. Yudaev I., Mashkov S., Vasil'yev S., Syrkin V., Shevchenko S. & Sirakov K. Improvement of technology of electrical and magnetic stimulation of seeds and crop plants. Handbook of research on energy-saving technologies for environmentally friendly agricultural development. Hershey, PA, USA, 2020, pp. 365-396.

9. Yudaev I., Ivushkin D., Belitskaya M. & Gribust I. Pre-sowing treatment of robinia pseudoacacia L. seeds with electric field of high voltage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012078.

10. Аксенов М. П., Петров Н. Ю., Юдаев И. В. Результаты исследований комплексного воздействия электрического поля и регулятора роста на посевные, ростовые и продуктивные свойства подсолнечника в зоне черноземных почв волгоградской области // Вестник аграрной науки Дона. 2016. № 1 (33). С. 55-63.

### References

1. Vasil'yev S. I., Yudaev I. V., Maschkov S. V. [et al] (2020). Electrophysical pre-sowing treatment of seeds as a way to intensify processes in the crop industry of agriculture. *Monograph*. (p. 239). Kinel (in Russ).

2. Nugmanov S. S., Vasil'yev, S. I., Gridneva T. S. [et al] (2017). Improvement of electrophysical methods and technical means for control and impact on agricultural objects. Research report, 63. Kinel, No. GR 01201376403 (in Russ).

3. Vasil'yev S. I. (2017). Using the TKA-VD spectrokalorimeter to study the spectral characteristics of light sources used for additional illumination of plants in protected soil. *Integration of Sciences*. (pp. 128-130). Moscow (in Russ).

4. Vasil'yev S. I., Maschkov S. V., Syrkin V. A. & Gridneva T. S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. (pp. 576-579). Samara (in Russ).

5. Nugmanov S. S., Vasil'yev S. I. & Sazonov M. V. (2007). Precision Farming: promising prospects. *Rural machine operator*. (p. 22). Moscow, 3 (in Russ).

6. Vasil'yev S. I. (2011). Combined device for complex measurement of soil hardness and moisture. *The contribution of young scientists to the agricultural science of the Samara region*. (pp. 96...99). Samara (in Russ).

7. Vasil'yev S. I. & Syrkin V. A. (2016). Justification of the rotor speed of a radial electrified honey extractor with a horizontal axis of rotation. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*, (pp. 51...54). Kinel, 4 (in Russ).

8. Yudaev I., Mashkov S., Vasil'yev S., Syrkin V., Shevchenko S. & Sirakov K. Improvement of technology of electrical and magnetic stimulation of seeds and crop plants. Handbook of research on energy-saving technologies for environmentally friendly agricultural development. Hershey, PA, USA, 2020, pp. 365-396.

9. Yudaev I., Ivushkin D., Belitskaya M. & Gribust I. (2019). Pre-sowing treatment of robinia pseudoacacia L. seeds with electric field of high voltage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH*, 403, 012078.

10. Aksenov M. P., Petrov N. Yu. & Yudaev I. V. (2016). Results of studies of the complex effect of the electric field and the growth regulator on the sowing, growth and productive properties of sunflower in the zone of chernozem soils of the Volgograd region. *Vestnik agrarnoy nauki Dona (Bulletin of Agrarian Science of the Don)*, 1 (33), 55-63.

### **Информация об авторах**

С. И. Васильев – кандидат технических наук, доцент;  
П. А. Головкин – магистрант;  
И. Е. Орлов – магистрант.

### **Information about the authors**

S. I. Vasil'yev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
P. A. Golovko – master student;  
I. E. Orlov – master student.

### **Вклад авторов:**

С. И. Васильев – научное руководство;  
П. А. Головкин – написание статьи;  
И. Е. Орлов – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

S. I. Vasil'yev – scientific management;  
P. A. Golovko – writing articles;  
I. E. Orlov – writing articles.

Тип статьи – научная  
УДК 631.3.05; 631.171

## **СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ**

**Сергей Иванович Васильев<sup>1</sup>, Максим Олегович Филипчук<sup>2</sup>,  
Евгений Александрович Евсеев<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия.

<sup>1</sup>si\_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

<sup>2</sup>filepchak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7843-0870>

<sup>3</sup>evseevgen15@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0875>

*В статье приведен обзор и анализ современных способов и технических средств для мониторинга физического состояния почвы в условиях точного земледелия. Представлена классификация способов и соответствующих устройств, а также их преимущества и недостатки.*

**Ключевые слова:** мониторинг почвы, твердость, твердомер, удельное сопротивление, точное земледелие, почва.

**Для цитирования:** Филипчук М. О., Евсеев Е. А., Васильев С. И. Современные способы и устройства для мониторинга состояния почвы // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. – С. 45-49.

## **MODERN METHODS AND DEVICES FOR SOIL CONDITION MONITORING**

**Sergey I. Vasil'yev<sup>1</sup>, Maksim O. Filipchak<sup>2</sup>, Evgeniy A. Evseev<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia.

<sup>1</sup>si\_vasilev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4368-3123>

<sup>2</sup>filepchak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7843-0870>

<sup>3</sup>evseevgen15@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7853-0875>

*The article provides an overview and analysis of modern methods and technical means for monitoring the physical state of the soil in precision farming. A classification of methods and corresponding devices is presented, as well as their advantages and disadvantages.*

**Keywords:** soil monitoring, hardness, hardness tester, resistivity, precision farming, the soil.

**For citation:** Filipchak M. O., Evseev E. A. & Vasil'yev S. I. (2023): Modern methods and devices for soil condition monitoring: Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 45-49). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

При механической обработке того или иного материала необходимо знать его физические свойства. При обработке почвы, как объекта сельскохозяйственного производства, это утверждение также справедливо. Почва представляет собой сложную и неоднородную среду, физические свойства которой непрерывно меняются с течением времени. В различных точках поля свойства почвы также не одинаковы [1, 2, 9, 10]. Например, в зависимости от рельефа местности. Одними из главных свойств почвы, характеризующими ее состояние, многие из ученых считают твердость или, по-другому, ее удельное сопротивление, а также влажность и механический состав. В ходе предшествующих исследований для определения этих свойств уже разработано большое количество способов и соответствующих технических средств [1, 3, 4].

За последние десятилетия все более широкое применения находят технологии точного (прецизионного) сельского хозяйства, как в России, так и в других развитых странах. Применение данных технологий подразумевает исследование множества различных показателей, характеризующих состояние почвы, в привязке к конкретным точкам на поле с фиксированными координатами. Из этого следует и еще одна задача – это обеспечение массового измерения твердости почвы [4, 5].

Таким образом для применения технологии точного земледелия необходимы способы и устройства, позволяющие обеспечить массовое измерение твердости почвы и, при этом, совместимые с системами измерения и фиксирования координат.

Кроме того, технология точного земледелия подразумевает не только определение показателей, характеризующих состояние почвы, но и составления карт распределения измеряемых показателей по полю.

В настоящее время используется два основных способа определения твердости почвы: способом вертикального вдавливания плунжера с определенным наконечником, с одновременной регистрацией усилия вдавливания, действующего на плунжер со стороны почвы, в привязке к глубине погружения наконечника; способом, при котором наконечник с плунжером движется в почве горизонтально. В последнем случае производится как бы горизонтальное измерение твердости почвы, то есть в определенном слое. Такой способ начал разрабатываться относительно недавно [1, 2, 6].

Исторически первыми были твердомеры нажимного действия различных конструкций, например, Ревякина, Качинского, ВИСХОМа и др. Недостатками вышеперечисленных приборов являются невысокая точность и достоверность результатов измерений. Которая возникает вследствие того, что показания прибора существенно зависят от скорости погружения наконечника в почву. В свою очередь скорость погружения наконечника зависит от множества причин: силы работающего с прибором человека, плотности почвы на которой производятся измерения. Вследствие этого скорость погружения не может выдерживаться постоянной [5, 7].

В связи с вышеперечисленным актуальным является проведение дальнейших исследований, направленных на создание современной установки, позволяющей проводить достоверные измерения удельного сопротивления (твердости) почвы непосредственно в движении агрегата. К тому же конструкция установки должна позволять проводить измерения

одновременно в нескольких слоях почвы. Такая конструкция позволяет обеспечить построение объемной карты твердости (удельного сопротивления) почвы. Конструктивная схема предлагаемой установки представлена на рисунке 1. Предлагаемая установка состоит из стойки 1, плунжера 2, сменного наконечника 3, измерительной балки 4, блока усилителя 5, фторопластовой втулки 6, и тензодатчиков 7 [1, 3, 8].

Усилие, оказываемое почвой на плунжер, в процессе измерения осуществляется с помощью тензометрических датчиков, установленных на балку. Тензометрическая балка состоит из металлической пластины, изготовленной из твердой стали марки 65 Г, с наклеенными на нее с обеих сторон тензометрическими датчиками, в количестве четырех штук. Датчики соединены между собой по мостовой схеме. Постоянное напряжение подается на одну из диагоналей моста, а измеряемый сигнал снимается с другой диагонали моста.

Выходной сигнал с тензометрических датчиков имеет низкое значение, около 3...5 В, поэтому его сложно фиксировать. Для удобства его дальнейшей обработки выходной сигнал необходимо усилить [5; 8].

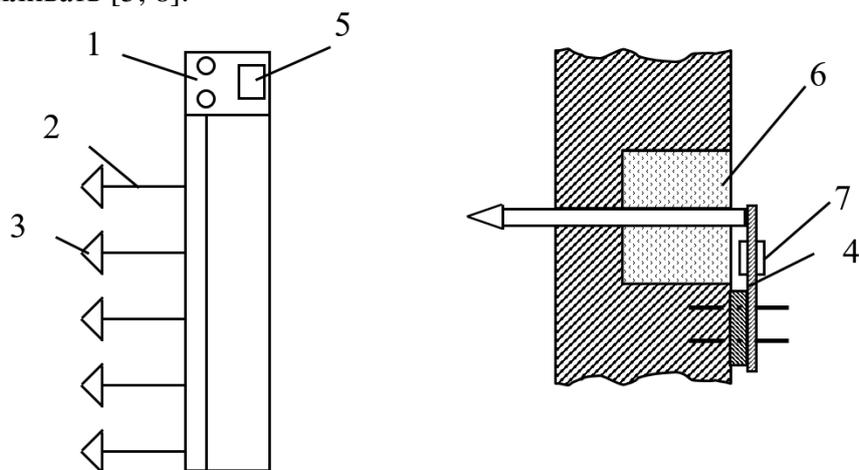


Рис. 1. Схема устройства для измерения удельного сопротивления почвы.

1 – стойка; 2 – плунжер; 3 – сменный наконечник; 4 – измерительная балка; 5 – блок усилителя; 6 – фторопластовая втулка; 7 – тензодатчики

Таким образом, разработка твердомера нового типа для горизонтального измерения твердости почвы необходимо для аппаратного обеспечения современных технологий точного (прецизионного) земледелия. Применение предлагаемого устройства позволит проводить массовые измерения твердости почвы в связке с координатами точек измерения, что позволяет проводить построение карт распределения твердости почвы на поле.

#### Список источников

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты: отчет о НИР (итоговый.); рук. Нугманов С. С.; исполн. Васильев С. И., Фатхутдинов М. Р., Сыркин В. А., Тарасов С. Н., Машков С. В., Крючин П. В., Гриднева Т. С. – Кинель, 2018. – 160 с. – № гос. регистрации Р 01201376403.

2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты: монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева, В. А. Сыркин, С. В. Машков, М. Р. Фатхутдинов, П. В. Крючин, С. Н. Тарасов. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с. – ISBN 978-5-88575-567-2.

3. Васильев С. И. Комбинированное устройство для комплексного измерения твердости и влажности почвы // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области: сб. науч. тр. – Самара: РИЦ СГСХА, 2011. – С. 96...99.

4. Крючин Н. П., Васильев С. И., Крючин А. Н. Совершенствование процесса дозирования трудносыпучих семян путем применения электрического поля // Известия Самарской ГСХА – Самара, 2010. Вып. 3. – С. 36...40.
5. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства: монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель: РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с. ISBN 978-5-88575-599-3.
6. Васильев С. И., Киселев Р. В. Результаты стимулирования семян в электрическом поле // Вклад молодых ученых в аграрную науку: мат. Международной научно-практической конференции. – Кинель: РИО СГСХА, 2017. – С.238-242.
7. Сыркин В. А., Васильев С. И. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения // Известия Самарской ГСХА. – Самара: РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.
8. Васильев С. И. Электромагнитное стимулирование семян и растений // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции. – Кинель: РИО СГСХА, 2018. – С. 366-369.
9. Нугманов, С. С., Гриднева Т. С., Васильев С. И. Совершенствование конструкции почвенного пробоотборника // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 55-60.
10. Нугманов С. С., Васильев С. И., Иваськевич А. В., Гриднева Т. С. Новые устройства для агрооценки почвы // Сельский механизатор. 2011. № 11. С. 10-11.

#### References

1. Nugmanov S. S., Vasil'yev S. I., Fatkhutdinov M. R., Syrkin V. A., Tarasov S. N., Maschkov S. V., Kryuchin P. V. & Gridneva T. S. Improvement of electrophysical methods and technical means for monitoring and influencing agricultural objects (2018). *Research report (final.)* (p. 160). Kinel. No. GR P 01201376403 (in Russ).
2. Nugmanov S. S., Vasil'yev S. I., Gridneva T. S., Syrkin V. A., Maschkov S. V., Fatkhutdinov M. R., Kryuchin P. V. & Tarasov S. N. (2019). Improvement of electrophysical methods and technical means for influencing agricultural objects. *Monograph* (p. 150). Kinel. ISBN 978-5-88575-567-2. (in Russ).
3. Vasil'yev S. I. (2011). Combined device for complex measurement of soil hardness and moisture. *The contribution of young scientists to the agricultural science of the Samara region.* (pp. 96...99). Samara (in Russ).
4. Kryuchin N. P., Vasil'yev S. I. & Kryuchin A. N. (2010). Improving the dosing process of difficult-to-flow seeds by applying an electric field. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy.* No. 3. (pp. 36...40). Samara (in Russ).
5. Vasil'yev S. I., Yudaev I. V., Maschkov S. V. [et al] (2020). Electrophysical pre-sowing treatment of seeds as a way to intensify processes in the crop industry of agriculture. *Monograph.* (p. 239). Kinel (in Russ).
6. Vasil'yev S. I. & Kiselev R. V. (2017). Results of stimulation of seeds in an electric field. *The contribution of young scientists to agricultural science.* (pp. 238...242). Kinel (in Russ).
7. Syrkin V. A. & Vasil'yev S. I. (2016). Justification of the rotor speed of a radial electrified honey extractor with a horizontal axis of rotation. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy.* No. 3. (pp. 51...54). Samara (in Russ).
8. Vasil'yev S. I. (2018). Electromagnetic stimulation of seeds and plants. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* (pp. 366...369). Kinel (in Russ).
9. Nugmanov S. S., Gridneva T. S. & Vasiliev S. I. (2015). Improving the design of the soil sampler. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 55-60 (In Russ.).
10. Nugmanov S. S., Vasiliev S. I., Ivaskevich A.V. & Gridneva T. S. (2011). New devices for soil agro-assessment. *Sel'skiy mekhanizator (Rural machine operator)*, 11, 10-11 (in Russ.).

### **Информация об авторах**

С. И. Васильев – кандидат технических наук, доцент;

М. О. Филипчак – студент;

Е. А. Евсеев – аспирант.

### **Information about the authors**

S. I. Vasil'yev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. O. Filipchak – student;

E. A. Evseev – graduate student.

### **Вклад авторов:**

С. И. Васильев – научное руководство;

М. О. Филипчак – написание статьи;

Е. А. Евсеев – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

S. I. Vasil'yev – scientific management;

M. O. Filipchak – writing articles;

E. A. Evseev – writing articles.

Тип статьи – обзорная, дискуссионная

УДК 632.7.04.08

## **НАСЕКОМЫЕ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ КОРМОВ ДЛЯ ОТКОРМА ЖИВОТНЫХ, ПТИЦЫ И РЫБЫ**

**Игорь Викторович Юдаев<sup>1</sup>, Руслан Николаевич Миронов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

<sup>1</sup>etsh1965@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3435-4873>

<sup>2</sup>cesarkaccc@gmail.com

*Существующая сегодня в мировом сельском хозяйстве проблема сбалансированности корма для животных, птицы и рыбы может быть решена за счет применения в рационах кормления высокобелковых компонентов, полученных из переработанных насекомых, в том числе и из саранчовых насекомых. В тушках этих насекомых содержание белка составляет 70% и более, и он быстро усваивается в организме откармливаемых животных, птицы и рыбы, позволяя улучшить и ускорить рост и развитие последних.*

**Ключевые слова:** насекомые, животные белки, корм и кормовые добавки, сельскохозяйственные животные и птица, рыба

**Для цитирования:** Юдаев И. В., Миронов Р. Н. Насекомые как основа для производства высокобелковых кормов для откорма животных, птицы и рыбы // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 49-53

## **INSECTS AS THE BASIS FOR THE PRODUCTION OF HIGH-PROTEIN FEED FOR FATTENING ANIMALS, POULTRY AND FISH**

**Igor V. Yudaev<sup>1</sup>, Ruslan N. Mironov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin

<sup>1</sup>etsh1965@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3435-4873>

<sup>2</sup>cesarkaccc@gmail.com

*The problem of balancing feed for animals, poultry and fish that exists today in world agriculture can be solved through the use of high-protein components obtained from processed insects, including locust insects, in feeding rations. In the carcasses of these insects, the protein content is 70% or more, and it is quickly absorbed in the body of fattened animals, birds and fish, allowing them to improve and accelerate the growth and development of the latter.*

**Keywords:** insects, animal proteins, feed and feed additives, farm animals and poultry, fish

**Forcitation:** Yudaev I. V. & Mironov R. N. Insects as the basis for the production of high-protein feed for fattening animals, poultry and fish (2023). Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 49-53). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Сегодня основным белковым компонентом для разнообразных кормов и кормовых смесей, используемых при выращивании и откорме свиней, птицы и рыбы, является рыбная мука, а также продукты переработки соевых бобов. Сбалансированный по всем компонентам корм, служит основой для повышения эффективности технологических процессов выращивания в таких направлениях аграрного сектора как мясное птицеводство и животноводство, а также в яичном и молочном направлениях отрасли. Отсутствие сбалансированности рационов кормления по белку, как выявили ученые-аграрии и ученые в области изменения климата, заставляет производителей добавлять в корма низкопротеиновые компоненты, например, увеличивая количество зерна и продуктов его переработки, а такое решение повышает выход неусвоенного белка в навоз и помет, что приводит к увеличению поступления в атмосферу таких парниковых газов как аммиак и метан. Производство белкового сырья для кормовых смесей сегодня сталкивается с дефицитом той же рыбной муки, из-за истощения мировых водных ресурсов, и с недостатком компонентов, остающихся после переработки соевых продуктов, как например шрот, концентрат и т.п., которые являясь растительными белками, не могут служить полноценной заменой белков животного происхождения. Перечисленные проблемы характерны и для мирового сельского хозяйства и для отечественных производителей мяса животных, птицы и рыбы. В настоящее время на фоне поиска альтернативных источников белка, появилось много информации о том, что ученые и исследователи занимаются изучением такого перспективного направления в кормопроизводстве, как получение кормовых добавок из насекомых [1, 2, 3].

Корма, произведенные из насекомых, являются высокопитательными, они содержат много качественного животного белка, жиров, клетчатки, витаминов, а также микро- и макроэлементов. Белок из насекомых (энтомопротеин) по своим свойствам, параметрам и аминокислотному составу не уступает, а во многих случаях и превосходит постоянно используемые источники протеина, такие как растительные шроты, рыбная и мясокостная мука. При его производстве, например, при выращивании личинок не требуется много воды, а также свободных для организации производства площадей: чтобы произвести один килограмм такого продукта, требуется в среднем в пятьсот раз меньше воды и в десять раз меньше земельных площадей, чем при выработке одного килограмма белка из говядины. Получаемый продукт безопасен с микробиологической точки зрения для животных и человека [2, 3].

Сельское хозяйство Российской Федерации всегда испытывало дефицит животного белка, используемого в рационах кормления животных, и в связи с этим, по данным Всероссийского института кормов имени Вильямса, ежегодно осуществлялась закупка животного белка за рубежом в объеме более чем 500 тысяч тонн. В нашей стране можно не только развивать производство кормов из насекомых на фабрично-фермерской основе по аналогии с зарубежными технологиями, но собирать и перерабатывать насекомых, которые бурно размножаются в естественных условиях своего проживания – к таким насекомым, прежде всего, следует отнести, саранчовых насекомых (лат. *Acrididae*). Следует отметить, что саранча в странах

Юго-Восточной Азии еще с библейских времен рассматривалась и использовалась как продукт питания. В южных регионах России первичного сырья для производства животного белка из саранчовых насекомых предостаточно. Так, используя данные саранчового бюллетеня, издаваемого ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), можно выделить как, например, в республике Калмыкия изменялось количество почвенных площадей заселенных этими мигрирующими вредителями по годам: 2009 – 82 тыс. га; 2010 – 40 тыс. га; 2011 – 60 тыс. га; 2012 – 100 тыс. га; 2013 – 38 тыс. га; 2014 – 80 тыс. га; 2017 – 113 тыс. га; 2020 – 57 тыс. га; 2021 – 85,75 тыс. га.

Имеются данные, полученные по результатам многочисленных экспериментов, что не летающие насекомые, а перемещающиеся по поверхности почвы и прыгающие молодые особи являются наиболее привлекательным материалом для приготовления корма сельскохозяйственным животным, птице и рыбе ввиду более высокого содержания в них белковых соединений. Именно в этот период развития, а это 2-3 недели от появления ее из личинок-кубышек, то есть в период ее развития пока она не «встала на крыло», сбор саранчи для кормовых нужд считается наиболее эффективным. В это время – примерно две недели после их появления на поверхности почвы, молодые насекомые ведут практически оседлый образ существования на одном месте, на одной территории. Наиболее удобно использовать в качестве корма и кормовой добавки муку из саранчи – раздробленную массу подсушенных тушек особей саранчи. Эта мука содержит вдвое больше белка, чем говядина, витамина В<sub>12</sub> в ней больше, чем в лососе, а железа больше, чем в шпинате. Следует также отметить, что в тканях тушек этих насекомых имеются алифатические и ароматические аминокислоты такие как лизин (по 100 мг на грамм сырого белка) и триптофан [4].

Сравним кормовую и питательную ценность муки из саранчи по сравнению с другими яркими представителями полезных компонентов для откорма животных, птицы и рыбы, и возможного питания человека. Этот продукт не имеет себе равных, превосходя по основным показателям полезности все существующие группы животных белков. В свинине и баранине содержится протеина 17%; в рыбе – 21%; в тушках взрослых особей саранчи – 75%. Если провести некую абсолютную оценку, то «КПД саранчи» по выработке протеинов превосходит крупный рогатый скот более чем в 25 раз.

Содержание белка, жира и калорийности саранчи сопоставимо или выше, чем в мясе, а именно – 18...29%, 1...32% и 106...353 ккал на 100 г. соответственно. Учитывая тот факт, что уровни сырого протеина у саранчовых обычно высоки, все же присутствие хитина ухудшает его растворимость. Повысить растворимость можно, например, в шесть раз при щелочном уровне рН и за счет экстракции хитина для других целей. Анализируя количественные показатели содержания цинка в кочующей саранче можно отметить, что оно сопоставимо с его содержанием в баранине, говядине и свинине. Содержание тяжелых металлов в этих насекомых находится в допустимых пределах, как и в других продуктах питания (фрукты, овощи). Перелетная саранча содержит 0,8...2,4 мкг витамина D<sub>3</sub> на один килограмм веса, и примерно 0,6 мкг/г и 267,5 мкг/г витамина А и Е соответственно. Она также содержит 10...20 мкг на 100 г веса витамина В<sub>12</sub>, что в 5...10 раз превышает его уровни в говядине, беконе, баранине и свинине. Саранча содержит полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3 и омега-6). В 100 г. продукта из саранчи содержится 66 мг холестерина, тогда как, например, в баранине его содержится уже 62...81 мг. Известно, что саранча богата фитостеринами, которые ухудшают абсорбцию холестерина, снижая его общий уровень в организме животных и человека. Кроме перечисленных положительных моментов полезного действия на организм, добавки из саранчи имеют свойства естественного консерванта, продлевающего срок хранения продуктов на четыре-пять дней [5].

Исследования, проведенные учеными из Восточной Азии, предполагали замену в рационе кормления прудовой рыбы 25% и 50% рыбной муки на муку из саранчовых насекомых. Полученные при этом результаты показали одинаковую эффективность, как и при кормлении рыбы только 100% рыбной мукой. Но в тоже время все ростовые процессы были гораздо лучше, чем с коммерческими кормами, используемыми на рыбных фермах. При выращивании

японских перепелов в их рацион последовательно вводилась в увеличиваемых объемах мука саранчовых насекомых с параллельным снижением доли рыбной муки, в результате чего были получены положительные результаты, как в ростовых показателях, так по плодовитости – увеличилось число яиц на одну самку перепелов. В Китае исследовали и изучали питательную ценность корма из пустынной саранчи для роста и развития бройлеров. Проанализировав питательные свойства полученного корма и сравнив их со стандартным рационом для бройлеров, пришли к выводу, что около 15% стандартного рациона можно заменить кормом из саранчовых насекомых «без каких-либо неблагоприятных последствий для прироста в весе бройлеров» [6].

Сегодня в стране существуют несколько технологий сбора и переработки саранчовых насекомых на корм. Так ученые-исследователи совместно с практиками в Челябинской и Волгоградской областях, Ставропольском крае подготовили технологию, которая реализует принцип сдувания-сбора саранчи при помощи комплекса рабочих органов, функционирующих по принципу «пылесоса», размещенных на колесном тракторе или агрегатированных с ним.

Учеными и практиками из Челябинской области реализована следующее техническое сопровождение при сборе саранчи: технологическая машина осуществляющая сбор агрегатируется с колесным трактором типа МТЗ. Структурно она состоит из прицепного устройства с катками захвата шириной 12 метров на базе стандартной сцепки для зубчатых борон ЗЗБ-12. На самом тракторе смонтирована мощная вакуумная установка типа «Буран», работа которой осуществляется от вала отбора мощности и характеризуется засасыванием биомассы насекомых с катков захвата. На навеске трактора смонтирована ёмкость с влагопоглотителем «Вереск» и дозирующим устройством. В процессе своего функционирования «Буран» засасывает при помощи пневморукава саранчу, осуществляет дробление насекомых – превращение их в биомассу, и первично смешивает ее с влагопоглотителем. Полученная таким образом смесь воздушным потоком направляется в стандартную прицепную телегу типа 2ПТС, предназначенную для транспортировки грубых кормов и перевозится к месту складирования и окончательной доработки. Окончательная технологическая операция по изготовлению белкового концентрата из саранчовых насекомых происходит в мобильном комплексе – экструдере, размещенном на базе автомобиля УАЗ. На экструдерной установке смесь стерилизуется за счет давления и высокой температуры и доводится до окончательной влажности биомассы 9%. После этого производится затаваривание кормовой смеси в транспортные мешки и отправляется в места складирования [4].

Следует отметить, что рассматриваемые технологии не являются единственными [7-9]. Можно подойти к решению по новому, применив стационарный принцип и обосновав, например, использование для сбора саранчовых насекомых оптических технологий их привлечения и электротехнологий для их обездвиживания, умерщвления и сушки. Для обоснования и проектирования обозначенных операций необходимо экспериментально выявить ценность белкового корма из саранчовых насекомых, изучив не только по материалам, опубликованным в средствах массовой и специальной информации, его свойства и параметры, и определив направления применения, но и проведя лабораторные исследования.

В качестве заключения можно подытожить проведенный анализ, предложив в качестве выводов следующие рассуждения. Применять биомассу, полученную из саранчовых насекомых, можно не только в качестве компонентов для кормов и кормовых смесей при выращивании животных, птицы и рыбы, но также для изготовления белково-липидной муки для производства продуктов питания, а также можно использовать попутный хитин в косметологии, медицине, стоматологии.

#### **Список источников**

1. Ковтунова А. С., Древко Я. Б., Мендубаев Д. В. [и др.]. Биотехнология получения и перспектива использования альтернативного кормового белка // Актуальная биотехнология, 2015. № 3 (14). С. 102.

2. Ушакова Н. А., Некрасова Н. А., Некрасов Р. В. Перспективы использования насекомых в кормлении сельскохозяйственных животных // Биотехнология: состояние и перспективы развития: Мат. VIII Московского Междунар. Конгр. – ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. С. 147-149.
3. Юматов Е. Н. Оценка новых источников белка насекомых в условиях Российской Федерации, как устойчивая альтернатива традиционным вариантам производства белоксодержащих продуктов // Сельское хозяйство. 2019. № 1. С. 1-24.
4. Зальцман В. А., Красильников О. Ю. Кормовая мука из саранчи: восполнение дефицита животного белка в кормах для животных // Нива Зауралья. 2014. №11 (122). С.15-18.
5. Khramova V. N., Timofeeva A. D., Eviev V. A. et al. Acridids' nutritional and biological values: application potential // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. V. 677. №. 3. P. 032069
6. Van Huis A., Van Itterbeeck J., Klunder H. et. al. Edible insects: future prospects for food and feed security. Rome, FAO, 2013. pp. 89-97.
7. Gridneva T. S., Mashkov S. V., Syrkin V. A., Vasilyev S. I. Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources". EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – С.00062.
8. Сыркин В. А., Гриднева Т. С., Ишкин П. А., Фатхутдинов М. Р. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем // Сельский механизатор, 2019. № 6. С. 28-29.
9. Васильев С. И., Машков С. В., Сыркин В. А., Гриднева Т. С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции // Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. тр. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 576-579.

### References

1. Kovtunova A. S., Drevko Ya. B., Mendubaev D. V. et. al. (2015). Biotechnology for obtaining and the prospect of using alternative feed protein. *Aktual'naya biotekhnologiya (Actual biotechnology)*. № 3 (14). pp. 102.
2. Ushakova N. A., Nekrasova N. A. & Nekrasov R. V. (2015). Prospects for the use of insects in the feeding of farm animals. *Biotekhnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya: Mat. VIII Moskovskogo Mezhdunar. Kongr. ZAO «Ekspo-biohim-tekhologii»*. (Biotechnology: state and development prospects: Mat. VIII Moscow Intern. Kongr. CJSC "Expo-Biochem-Technologies") RHTU im. D.I. Mendeleeva (RKhTU im. DI. Mendeleev). pp. 147-149.
3. Yumatov E. N. (2019). Evaluation of new sources of insect protein in the conditions of the Russian Federation as a sustainable alternative to traditional options for the production of protein-containing products. *Sel'skoehozyajstvo (Agriculture)*. №1. pp. 1-24.
4. Zaltsman V. A. & Krasilnikov O. Yu. (2014). Locust Feed Meal: Replenishing Animal Protein Deficiency in Animal Feed. *Niva Zaural'ya (NivaZauralya)*. №11 (122). Pp.15-18.
5. Khramova V. N., Timofeeva A. D., Eviev V. A. et al. (2021). Acridids' nutritional and biological values: application potential. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing*. V. 677. №. 3. P. 032069
6. Van Huis A., Van Itterbeeck J., Klunder H. et. al. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. *Workshop*. Rome, FAO, 2013. Pp.89-97.
7. Gridneva T. S., Mashkov S. V., Syrkin V. A., Vasilyev S. I. (2020) Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources". EDP Sciences: EDP Sciences. – p.00062.
8. Syrkin V. A., Gridneva, T. S., Ishkin P. A. & Fatkhutdinov M. R. (2019). Seed stimulation device by pulsed magnetic field. *Sel'skiy mekhanizator (Rural machine operator)*, 6, 28-29 (in Russ.).
9. Vasiliev S. I., Maschkov S. V., Syrkin V. A. & Gridneva T. S. (2018). Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, (pp. 576-579). Samara (in Russ.).

### **Информация об авторах**

И. В. Юдаев – доктор технических наук, профессор;  
Р. Н. Миронов – студент.

### **Information about the authors**

I. V. Yudaev – Doctor of Technical Sciences, Professor;  
R. N. Mironov – student.

### **Вклад авторов:**

Юдаев И. В. – научное руководство;  
Миронов Р. Н. – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

Yudaev I. V. – scientific management;  
Mironov R. N. – writing articles.  
Тип статьи – обзорная, дискуссионная

УДК 632.7.08

## **ПРИВЛЕЧЕНИЕ САРАНЧОВЫХ НАСЕКОМЫХ СВЕТОВЫМИ ЛОВУШКАМИ**

**Игорь Викторович Юдаев<sup>1</sup>, Руслан Николаевич Миронов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

<sup>1</sup>etsh1965@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3435-4873>

<sup>2</sup>cesarkaccc@gmail.com

*В настоящее время отсутствует научно обоснованная технология экологически чистого, эффективного способа борьбы с саранчовыми насекомыми. Проанализировав имеющиеся публикации, сделан вывод о том, что для привлечения в электротехнологическую светоловушку саранчи можно использовать УФ излучение, которая затем необратимо повреждается (обездвиживается) электрическими импульсами высокого напряжения.*

**Ключевые слова:** саранчовые насекомые, борьба с насекомыми, световая ловушка, привлечение насекомых, УФ излучение.

**Для цитирования:** Юдаев И. В., Миронов Р. Н. Привлечение саранчовых вредителей световыми ловушками // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 54-59.

## **ATTRACTING LOCUST PESTS WITH LIGHT TRAPS**

**Igor V.Yudaev<sup>1</sup>, Ruslan N.Mironov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin

<sup>1</sup>etsh1965@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3435-4873>

<sup>2</sup>cesarkaccc@gmail.com

*Currently, there is no scientifically based technology for the environmentally friendly, effective way to control locust insects. After analyzing the available publications, it was concluded that UV radiation can be used to attract locusts to the electrotechnological light trap to damage (immobilize) it irreversibly by high-voltage electrical impulses.*

**Keywords:** locust insects, insect control, light trap, insect attraction, UV radiation.

**Forcitation:** Yudaev I. V. & Mironov R. N. Attracting locust pests with light traps (2022). Modern economy. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 54-59). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

**Введение.** Существует множество факторов, влияющих на снижение урожайности сельскохозяйственных культур, среди которых, например, негативное воздействие, оказываемое на количество получаемой продукции насекомыми-вредителями. Особняком среди них стоит саранча (лат. *Acrididae*), полчища которой могут поглощать большие объемы растительной пищи, опустошая поля целых регионов. Саранча быстро и массово размножается в степных зонах России и Казахстана, поэтому в этих странах проблема её нашествия ощущается особенно остро и именно в них требуются организационные и технические мероприятия, снижающие ее численность и вредоносность [1, 2].

В связи с необходимостью эффективно защищать растения от этих вредителей, разработаны различные виды и способы борьбы с ними. Существуют биологические, химические и физические варианты уничтожения саранчи. Наиболее часто против вредителей применяют инсектициды, так как обработка ими почвенных площадей не требует больших финансовых затрат, а ядохимикаты легко можно приобрести и использовать. Однако, у этого химического способа есть очевидные недостатки: химикаты после распыления оседают на растениях, которые впоследствии могут быть использованы для кормления животных и поэтому высока вероятность попадания их остатков в тракт питания человека, и кроме того, химические компоненты ядов отравляют почву и воду [3].

В настоящее время всё больше обращают внимание на физические способы борьбы с вредителями, например на использование для этих целей светотехнологических устройств-ловушек. Их применение не сопряжено с теми проблемами, которые возникают при использовании многих других способов. Ловушки полностью безопасны для человека, а за счёт использования электричества для своей работы они не слишком дороги в обслуживании. Также существует множество их модификаций, применяющихся в практике борьбы с летающими насекомыми – против мух и комаров. К сожалению, на данный момент такие аппараты недостаточно распространены в сельском хозяйстве при защите посадок и посевов, а список вредителей, которых они могут эффективно приманивать и умерщвлять, не включает в себя саранчовых насекомых. Таким образом, после рассмотрения существующих физических способов борьбы с летающими вредителями, возникает вопрос о целесообразности поиска возможностей приманивания саранчи в электротехнологические светоловушки и последующего их там уничтожения [4, 5].

**Цель статьи:** изучить строение и принцип работы некоторых видов электротехнологических светоловушек, проанализировать имеющиеся данные о привлекающих саранчу различных видов светового излучения и сформировать вывод о целесообразности применения полученных данных для создания устройств, способных приманивать и истреблять саранчовых насекомых.

**Методика исследования.** Для того, чтобы понять принцип функционирования большинства светотехнологических установок-ловушек, необходимо в первую очередь рассмотреть их конструкции и основные структурные элементы. В состав таких устройств могут входить металлические токопроводящие сетки, аккумуляторные батареи, фотоэлектрические модули, источники искусственного света, ёмкости для сбора насекомых, специальной формы корпуса светоловушек и др. В зависимости от модели установки (автономная или сетевая) для бесперебойного обеспечения её электрической энергией могут использоваться аккумуляторные батареи и фотоэлектрические модули функционирующие, как по отдельности, так и совместно, а также применяться централизованная сеть электроснабжения. Источники

искусственного света приманивают насекомых к металлической токопроводящей сетке, находящейся под напряжением, поэтому как только вредители касаются сетки, их поражает электрический разряд и они падают в специально отведённую ёмкость, откуда их потом извлекают.

Привлечь насекомых возможно благодаря такому явлению, как фототаксис. Фототаксис – свойство насекомых ориентироваться и двигаться к или от источника оптического излучения. Считается, что насекомые ориентируются в пространстве на искусственное излучение, потому что оно содержит лучи с такими же длинами волн, как и у излучаемого природного источника света – Солнца. В основном, это лучи ультрафиолетовой (УФ) части светового спектра длиной волны от 100 до 400 нм, но нередко привлекательными могут быть и длины других волн от 400 до 600 нм. Благодаря проведённым различными учёными исследованиям стали известны подробности о наиболее эффективных длинах световых волн для привлечения некоторых видов насекомых (табл. 1).

Таблица 1

Эффективные длины световых волн для привлечения насекомых (лёт насекомых на свет)

Вид или род насекомых	Эффективная длина световой волны, нм	Примечания [Источники информации]
Огородные белянки (лат. <i>Pieris</i> )	450; 600	Бабочки из рода <i>Pieris</i> проявляют особое поведение, если попадают под излучения с данными длинами волн, воздействия которых ассоциируются у них с процессом кормления [6]
Совка капустная (лат. <i>Mamestrabraccae</i> )	360; 460; 540; 580	Совки капустные имеют довольно широкую вариативность длин световых волн, которые их привлекают [5]
Большая восковая моль (лат. <i>Galleriamellonella</i> )	510	Наилучшие результаты по привлечению большой восковой моли показывают длинноволновые виды излучения, с пиком эффективности у волн длиной 510 нм [5]
Тля зелёная персиковая (лат. <i>Alatemyzuspersicae</i> )	527	Длины световых волн, к которым чувствительна зелёная персиковая тля варьируются от 450 до 600 нм, с пиком чувствительности на 527 нм [7]
Бабочки голубянки (лат. <i>Narathurabazalus</i> )	340	Вид бабочек <i>Narathurabazalus</i> имеет высокую чувствительность к световым волнам из УФ части спектра, обладая максимальной чувствительностью к волнам длиной 340 нм [7]

Также хотелось бы отметить, что по результатам многочисленных экспериментальных исследований, проведенных *Nihon Gairoto Seizou KK*, было сделано заключение, что насекомых различных биологических групп и видов привлекает УФ излучение с длиной волны от 340 до 350 нм [8].

Большое количество полученной исследователями информации уже многие годы используется при создании световых ловушек, направленных на привлечение определённых видов вредителей. Результатов исследований о том, какие длины волн наиболее эффективно приманивают саранчу известно не так много. Так, исследователь Астраханского ГУ Артём Макухин, который занимался изучением этого вопроса, пришёл к выводу, что этих насекомых привлекает излучение УФ части спектра, так как именно у этих насекомых имеются дополнительные фоторецепторы, которые эффективно обнаруживают свет данного спектра. Он разработал вариант прожектора, который способен приманивать саранчовых, представил его на обсуждение экспертам в 2016 году и выиграл грант по программе поддержки молодёжи «УМНИК». Благодаря этому, на наш взгляд, произошло продвижение идей в разработке эффективного метода светового привлечения саранчи, которое можно использовать в создании ловушек [9].

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенного аналитического исследования, очевидно, что для обоснования способа борьбы с саранчовыми насекомыми при помощи электротехнологических светоловушек есть неплохая предварительная информационная база. Она опирается на результаты применения устройств и аппаратов, которые уже успешно справляются с другими видами насекомых-вредителей, а также наличие наработок в направлении приманивания саранчовых доказывают существование потенциала для разработки эффективно функционирующего опытного варианта конструкции.

Проанализировав существующие конструкции световых ловушек привлекающих и уничтожающих насекомых при помощи электричества, можно обосновать конструкцию такого рода установки и для борьбы с саранчовыми насекомыми (рис. 1).

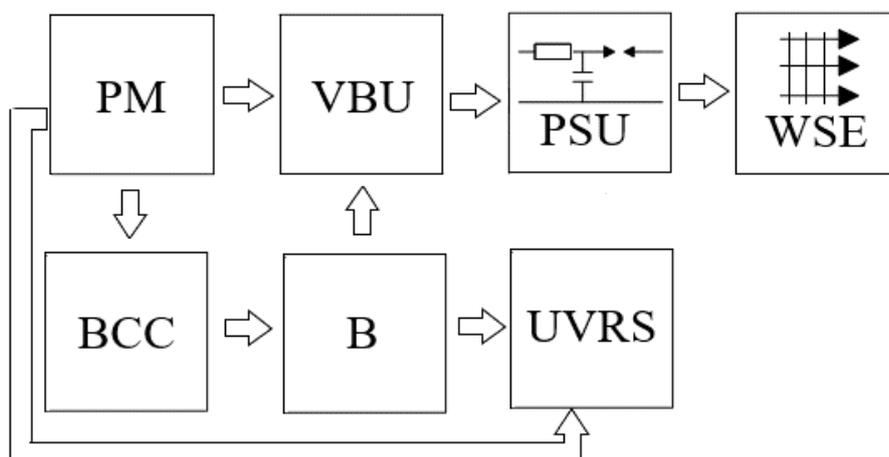


Рис. 1. Блочная структура стационарной светоэлектротехнологической установки для электроимпульсного обездвиживания (необратимого повреждения) саранчовых насекомых

Устройство, работающее на проектируемом принципе действия должно состоять из следующих блоков (рис. 1): PM – фотоэлектрический солнечный модуль; BCC – контроллер заряда аккумуляторной батареи; B – аккумуляторная батарея; VBU – блок повышающий напряжение, до требуемого технологического уровня; PSU - блок формирования электрических импульсов высокого напряжения; WSE - рабочие электроды, в виде токопроводящей решетки, ограждающей внутреннее пространство; UVRS – источник ультрафиолетового (УФ) излучения, размещаемый во внутреннем пространстве установки.

Принцип функционирования и взаимодействия элементов, указанных на схеме, заключается в следующем: основным источником питания системы является фотоэлектрический модуль, который преобразует энергию солнечного света в электричество и направляет её дальше по цепи. Энергия поступает на контроллер, контролирующий заряд аккумуляторной батареи, откуда передаётся на саму батарею, параллельно обеспечивая напряжением питания блок повышения напряжения, а также источник УФ-излучения, который обеспечивает привлечение насекомых к ловушке. В светлое время суток, пока солнечные лучи падают на фотоэлектрический модуль, питание установки осуществляется напрямую от него, а ночью, запас энергии, накопленный в аккумуляторе, позволяет устройству продолжить функционировать, пополняя свою емкость снова с выходом естественного светила на небо. Благодаря блоку формирования импульсов высокого напряжения, энергия, проходящая через него от блока повышения напряжения, поступает к рабочим электродам (токопроводящая металлическая сетка) и расходуется только тогда, когда происходят соприкосновения насекомых с металлической сеткой, поражающей их электрическим током. Это позволяет избегать ненужных расходов энергии и производить более эффективное обездвиживание саранчи.

Похожую установку разработали инженеры из Ставропольского края на заводе «ЮТЭК» в г. Михайловске, но, на наш взгляд, эта установка требует внесения некоторой корректировки, как в оптическую, так и электротехнологическую её части. Поэтому нами разработана программа исследований, которая позволит повысить эффективность подобных

устройств, обосновав параметры и режимы их функционирования, и провести исследования по изучению реакции саранчи на УФ искусственное излучение, передвижение насекомых (фототаксис) в дневное и ночное время на источник оптического излучения и оценить степень необратимого их повреждения в электрической части.

**Выводы.** Учитывая преимущества применения электротехнологических светоловушек для уничтожения вредителей над другими способами, наиболее целесообразно было бы продолжить исследования по изучению привлекающих саранчу свойств ультрафиолетового искусственного излучения и использовать полученные данные наряду с уже имеющейся информацией для создания новых и совершенствования существующих установок. Для получения информации следует провести эксперименты с использованием различных типов ламп, излучающих световые волны определённых длин УФ части спектра. Результаты этих тестов стоило бы сопоставить с итогами исследований конструктивных характеристик существующих моделей электротехнологических светоловушек и биологическими особенностями саранчи. Успешное проведение таких мероприятий может позволить обосновать параметры и режимы работы устройств, которые будут наиболее эффективно справляться с уничтожением саранчовых насекомых. Разработка и внедрение подобных электротехнологических светоловушек позволит не допустить появления многих проблем, возникающих при использовании других методов борьбы с вредителями, а тушки саранчи, которые не подвергались воздействию химикатов, могут быть пригодными к использованию при создании кормов для животных или даже пищи для людей. Учитывая огромные количества этих насекомых, ежегодно появляющиеся на просторах сельскохозяйственных угодий, можно с уверенностью говорить о существовании перспектив не только в появлении эффективного, экономичного и безопасного способа истребления этих вредителей, но и в получении дополнительного источника прибыли от реализации сырья или готовой продукции на его основе.

#### Список источников

1. Рубцов И. А. О количестве пищи, поедаемой саранчовыми // Защита растений. 1932. №2. С. 31-40.
2. Сергеев М. Г., Лачининский А. В. Вредные саранчовые: мировой обзор // Защита и карантин растений. 2007. № 11. С. 24-28.
3. Сергеев М. Г., Лачининский А. В., Чистобаев А. И. [и др.]. Борьба с вредными саранчовыми на постсоветском пространстве: превентивный подход // Роль географии в изучении предупреждении природно-антропогенных стихийных явлений на территории СНГ и Грузии, Алматы, 10–11.09.2013 / Объединенный научный совет по фундаментальным географическим проблемам МААН, Научный совет по фундаментальным географическим проблемам РАН, Институт географии РАН. Алматы: Медиа-Пресс, 2015. С. 117-127.
4. Лихтер А. М., Плешкова Ю. А., Шагаутдинова И. Т. [и др.]. Разработка технологического комплекса на основе физических полей для управления поведением насекомых в сельскохозяйственных целях // Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2010»: Материалы международной конференции 11-14.05.2010 Астрахань: ИД «Астраханский университет». 2010. С. 66.
5. Wakefield A., Wakefield A., Broyles M. et al. experimentally comparing the attractiveness of domestic lights to insects: Do LEDs attract fewer insects than conventional light types? // Ecology and Evolution. October 2016. Pp. 1-9. DOI: 10.1002/ece3.2527
6. Barghini A., Souza B. UV Radiation as an Attractor for Insects // LEUKOS The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America. 2012. Vol 9. № 1. Pp. 47-56. DOI:10.1582/LEUKOS.2012.09.01.003
7. Solano H. A., Kocifaj M. Light Pollution in Ultraviolet and Visible Spectrum: Effect on Different Visual Perceptions // PLoS ONE 8(2): e56563. 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0056563
8. Мазохин-Поршняков Г. А. Зрение и визуальная ориентация насекомых. М.: Знание, 1980. 64 с.

9. Учёный АГУ придумал способ изготавливать из саранчи корм для рыб [Электронный ресурс] / <https://asu.edu.ru/news/6381-uchenyi-agu-izobrel-sposob-izgotavlivat-iz-saranchi-korm-dlia-ryb.html> Режим доступа: 01.12.2022.

### References

1. Rubtsov I. A. (1932). About the amount of food eaten by locusts. *Zashchita rastenij (Plant protection)*. 2. (pp. 31-40) (in Russ).
2. Sergeev M. G. & Lachininsky A.V. (2007). Harmful locusts: a global overview. *Zashchita i karntin rastenij (Plant protection and quarantine)*. 11. (pp. 24-28) (in Russ).
3. Sergeev M. G., Lachininsky A. V., Chistobaev A. I. et al. (2015). Control of harmful locusts in the post-Soviet space: a preventive approach. *Rol' geografii v izuchenii preduprezhdenii prirodno-antropogennyh stihijnyh yavlenij na territorii SNG i Gruzii, Almaty, 10-11.09.2013. Ob"edinennyj nauchnyj sovet po fundamental'nym geograficheskim problemam MAAN, Nauchnyj sovet po fundamental'nym geograficheskim problemam RAN, Institut geografii RAN. Almaty: Media-Press. (The role of geography in the study of the prevention of natural and anthropogenic disasters in the CIS and Georgia, Almaty, 10–11.09.2013 / Joint Scientific Council on Fundamental Geographical Problems of the MAAS, Scientific Council on Fundamental Geographical Problems of the Russian Academy of Sciences, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. Almaty: Media Press.)*. (pp. 117-127) (in Russ).
4. Likhter A. M., Pleshkova Yu. A., Shagautdinova I. T. et al. (2010). Development of a technological complex based on physical fields to control the behavior of insects for agricultural purposes. *Innovacionnye tekhnologii v upravlenii, obrazovanii, promyshlennosti «ASTINTEKH-2010»: Materialy mezhdunarodnoj konferencii 11-14.05.2010. Astrahan': ID «Astrahanskij universitet» (Innovative technologies in management, education, industry "ASTINTECH-2010": Proceedings of the international conference 11-14.05.2010. Astrakhan, 66* (in Russ).
5. Wakefield A., Wakefield A. Broyles M. et al. (2016). Experimentally comparing the attractiveness of domestic lights to insects: Do LEDs attract fewer insects than conventional light types? *Ecology and Evolution*. pp. 1-9. DOI: 10.1002/ece3.2527
6. Barghini A., Souza B. (2012). UV Radiation as an Attractor for Insects. *LEUKOS The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America*. 9, 1, 47-56. DOI:10.1582/LEUKOS.2012.09.01.003
7. Solano H. A., Kocifaj M. (2013) Light Pollution in Ultraviolet and Visible Spectrum: Effect on Different Visual Perceptions. *PLoS ONE*, 8(2): e56563. DOI:10.1371/journal.pone.0056563
8. Mazokhin-Porshnyakov G. A. (1980). Vision and visual orientation of insects. *Workshop. Znanie, Moscow*. 64 (in Russ).
9. ASU scientist came up with a way to make fish food from locusts [Electronic resource]: <https://asu.edu.ru/news/6381-uchenyi-agu-izobrel-sposob-izgotavlivat-iz-saranchi-korm-dlia-ryb.html> (access mode: 01.12.2022).

### Информация об авторах

И. В. Юдаев – доктор технических наук, профессор;  
Р. Н. Миронов – студент.

### Information about the authors

I. V. Yudaev – Doctor of Technical Sciences, Professor;  
R. N. Mironov – student.

### Вклад авторов:

Юдаев И. В. – научное руководство;  
Миронов Р. Н. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Yudaev I. V. – scientific management;  
Mironov R. N. – writing articles.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ АПК

<i>Гриднева Т.С., Мокров Д.А.</i> Тепловизионное обследование электрооборудования .....	3
<i>Гриднева Т.С., Кочетков Н.М., Голованов Д.С.</i> Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии .....	8

### ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В АПК

<i>Машков С.В., Басов А.Ю.</i> Модернизация электропривода зернового транспортера .....	13
<i>Гриднева Т.С., Назаров А.В., Яндулов В.Г.</i> Электрооборудование для систем поддержания микроклимата в культивационных сооружениях защищенного грунта .....	17

### ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В АПК

<i>Сыркин В.А., Андреев А.А., Булатов Р.Т.</i> Анализ способов стимуляции роста растений ...	22
<i>Сыркин В.А., Андреев А.А., Смолев К.С.</i> Разработка устройства магнитной стимуляции растений с телескопической катушкой .....	27
<i>Сыркин В.А., Конюхов В.В., Дозморов Н.Р.</i> Патентный анализ устройств для поения пчел	31
<i>Васильев С.И., Головкин П.А., Тесленко С.В.</i> Анализ энергосберегающих фитосветильников, применяемых при разработке современных фитомодулей .....	36
<i>Васильев С.И., Головкин П.А., Орлов И.Е.</i> Анализ характеристик света при выращивании растений в культивационных сооружениях (фитомодулях) .....	40
<i>Васильев С.И., Филипчук М.О., Евсеев Е.А.</i> Современные способы и устройства для мониторинга состояния почвы .....	45
<i>Юдаев И.В., Миронов Р.Н.</i> Насекомые как основа для производства высокобелковых кормов для откорма животных, птицы и рыбы .....	49
<i>Юдаев И.В., Миронов Р.Н.</i> Привлечение саранчовых насекомых световыми ловушками .	54

Научное издание

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*7 декабря 2022 г.*

Подписано в печать 19.06.2023. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 7,08 ; печ. л. 7,62 .

Тираж 500. Заказ № 151.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
E-mail: ssaariz@mail.ru