



УДК 631.544.4:628.938

## ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕРЕМЕННОГО СВЕТОВОГО ПОЛЯ

Степанчук Г.В. к.т.н.,

Ключка Е.П. к.т.н.,

Петренко Э.Э.

*ФГБОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия», г. Зерноград, Россия*

*Тел.: (86359) 41-3-65*

**Аннотация** - оптическая электротехнология переменного светового поля одно из перспективных направлений энергосбережения. В понятие биотехнической системы должны входить: светотехническое оборудование (источники излучения), техническое оборудование (при помощи которого меняются параметры светового поля), различные по конструкции стеллажи и биологический объект. В методике расчета облучательных установок переменного светового поля необходимо учитывать пространственное и поверхностное распределение энергии оптического излучения.

**Ключевые слова** - энергосбережение, оптические электротехнологии, переменное световое поле, биотехнические системы.

**Постановка проблемы.** В настоящее время, главный вопрос, принимающий все большую актуальность – это энергосбережение, что подразумевает профессиональные методы и технологии эффективного использования энергии оптического излучения. В отрасли тепличного растениеводства из-за наличия биологических объектов в энергетической системе потребления методы энергосбережения разработаны недостаточно. Это объясняется тем, что процессы облучения характеризуются малой долей полезно используемой энергии, несмотря на существенную величину электроэнергии, направленной в тепличном растениеводстве для этих целей. Поэтому поиск возможностей экономии электроэнергии в технологическом процессе выращивания тепличных растений с использованием энергии оптического излучения представляет собой весьма важную практическую цель.

Для ее решения необходимы соответствующие теоретические подходы.

*Анализ последних исследований.* Энергию оптического излучения в тепличном производстве нельзя заменить никаким другим технологическим или агротехнологическим приемами. Но, оптическую электротехнологию стараются применить там, где она повышает количество, качество, сокращает сроки вегетации выращиваемой тепличной продукции, снижает энергоемкость технологического процесса, увеличивает производительность труда и экономически себя оправдывает. Поэтому на протяжении всей истории развития тепличного растениеводства, и светокультуры как науки, происходило непрерывное совершенствование технологий, направленных на облучаемый биологический объект, а именно растение. Технические средства в совокупности с биологическим объектом образуют биотехническую систему.

**Объектом исследования** является биотехническая система тепличного производства с использованием оптической электротехнологии переменных световых полей. Отличительной особенностью данной электротехнологии – энергия электромагнитного излучения, проходящая в технологическом процессе несколько этапов преобразования:

- генерация оптического излучения в источнике излучения;
- использование технического средства (или приема), меняющего параметры светового поля в определенном временном и пространственном промежутке;
- перераспределение оптического излучения в пространстве;
- перераспределение оптического излучения на технологической поверхности – различные по конструкции стеллажи;
- задание необходимого закона изменения потока во времени (по интенсивности излучения, по спектральному составу, по длительности и т.д.) с целью обеспечения полезной реакции приемника облучения.

Созданная нами классификация облучательных установок, используемых в оптической электротехнологии переменного светового поля, отражает основные аспекты построения технологических схем облучения (рис. 1). Комбинации значений каждого из признаков приводят к синтезу конкретных типов технологических схем облучения.

Как видно из многообразия возможных создаваемых технологических схем, применение переменных световых полей для облучения светокультуры, как научное направление далеко не исчерпано. Большая часть идей даже недавнего прошлого еще не реализована, а тем более идеи нового поколения. С одной стороны, анализируя состояние

развития промышленного тепличного растениеводства, выявлено – используется один и тот же технологический способ выращивания – а именно в горизонтальной плоскости один стеллаж, над которым создается «светящийся потолок» из стационарных ламп. Это достаточно простое техническое решение, которое сводится к выбору источника излучения (по спектру, по интенсивности). С другой стороны, существует огромное количество научных исследований, технических разработок, которые способствуют повышению продуктивности фотосинтеза растений и снижению энергоемкости, которые не внедряются и не используются достаточно широко.

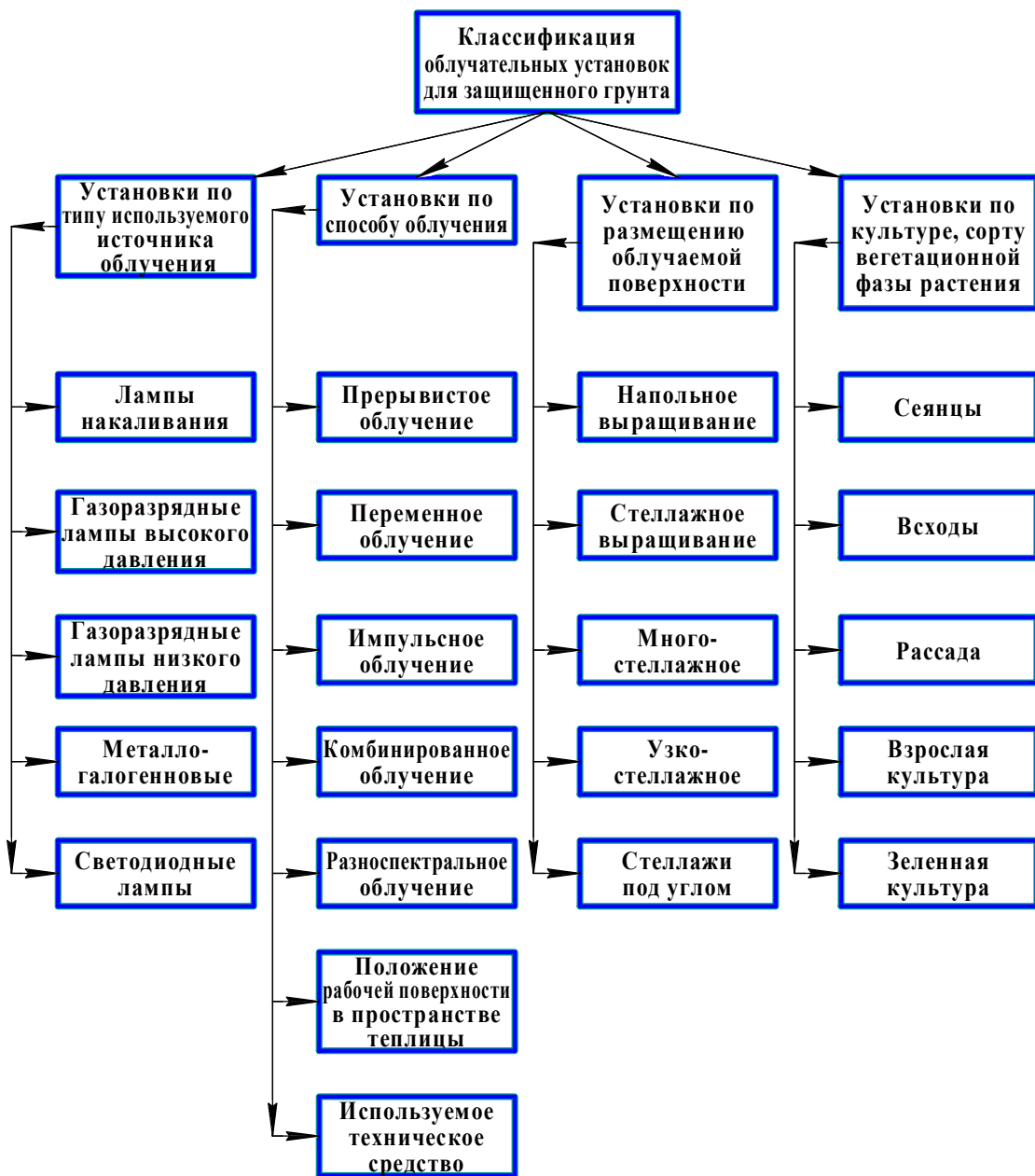


Рис. 1. Классификация облучательных установок.

*Формулирование цели статьи.* Поэтому в задачу данной статьи входит выявить особенности, которые влияют на внедрение новых оптических электротехнологий переменного светового поля.

*Основная часть.*

### **Первая особенность.**

Фактически способ облучения биообъекта определяет параметры переменного светового поля:

- интенсивность (сила излучения)
- спектральный состав (качество излучения)
- длительность воздействия (количество дней, часов в сутки)
- периодичность (ритм облучения – в часах, в минутах)
- импульсность (скважность – в секундах)
- направленность (градиент воздействия)
- скорость изменения параметров.

Отсутствует единый подход (метод) расчета облучательных установок, которые создают переменное световое поле. Эффективность таких установок определяется по реакции растения на созданные световые условия.

### **Вторая особенность.**

Предмет воздействия переменным световым полем является биологический объект. С функциональной стороны фотобиологические реакции можно подразделить на собственно физиологические и деструктивно-модифицирующие [1]. Первые делятся на:

- энергетический процесс (фотосинтез);
- биосинтетический процесс (биосинтез хлорофилла);
- информационные процессы (фототропизм, фотоморфогенез, фотопериодизм, фотосинтетические реакции, фотоадаптация).

Это подтверждает сложность биологического объекта и разносторонние, многоуровневые требования к оптической электротехнологии.

### **Третья особенность.**

Вопросы оптимизации воздействия световой энергии на растения имеют большое практическое значение, и что необходимо знание закономерностей этого воздействия на живой организм. Иначе говоря, необходима идентификация растений как объектов светового воздействия. Очевидно, что проблема интенсификации растений из-за отсутствия прямого информационного обмена с человеком не может быть решена обычными способами и требует особых устройств для получения информации о состоянии растения в динамике. Для преодоления сложностей могут быть предложены приемы, упрощающие задачу, например, разложение на составляющие подзадачи, но полностью

сохраняющие ее специфику. В этом случае снижается сложность в получении информации о состоянии биологического объекта и открывается возможность для использования смежных отраслей знаний – физиология растений, светотехника, фотометрия и т.д. Вследствие неопределенности последних конечные цели переводятся в частные критерии эффективности, к которым предъявляется лишь одно требование – соответствие специфике объекта. Результирующий критерий эффективности должен быть, прежде всего, целесообразным [2].

#### **Четвертая особенность.**

Критериальный подход является основным в светотехнике [3]. Например, для человека, как биообъекта, вместо единственного показателя эффективности вводится ряд ее факторов, определяемых функциональным назначением освещения. Эти факторы непосредственно не контролируются и приобретают значение критериев эффективности. Нормирование освещения в этом случае производится по косвенным для критерия эффективности показателям – фотометрическим величинам. А связь между критериями эффективности и фотометрическими величинам осуществляется по биофизической характеристике объекта светового воздействия. В случае с растениями – это может быть продуктивность фотосинтеза и фенологические показатели объекта.

Для технологического освещения в теплицах система нормирования разработана без учета особенностей растения. Не учитываются освещенность в зоне растения, оптические свойства фотосинтезирующего аппарата, как целого листа, так и архитектура фитоценоза. Отсутствие обоснованной системы нормирования приводит к тому, что отдельные исследования влияния различных световых режимов на растения, будучи не связанными с определенными критериями эффективности, носят характер общебиологических достижений и не получают выхода в практику промышленного тепличного растениеводства, а данные биологических исследований имеют ограниченную область исследования. Примером могут служить опыты на растениях с применением различных световых режимов, как у нас в стране, так и за рубежом. Полученные результаты весьма противоречивы и разрознены. Поэтому систематизация известных результатов воздействий переменных световых режимов на растения являются основной задачей при нормировании технологического освещения.

#### *Выводы*

1. Применение переменных световых полей для облучения тепличных растений является перспективным энергосберегающим направлением. Это особенно актуально в связи с появлением новых

электротехнологий и нового электрооборудования (например, светодиоды).

2. Традиционная схема облучения растений характеризуется односторонним действием по отношению к биообъекту. Научные основы исследования по фотометрическому совершенствованию системы «облучатель – объект» были разработаны в трудах Г.С. Сарычева, В.Н. Карпова. Развитие темы формирования оптимального пространственного потока оптического излучения отражено в работах С.А. Ракутько. Необходимо дальнейшее рассмотрение метода объемного облучения для фитоценоза тепличных растений находящихся в объеме теплицы, который бы исключал противоречия и позволял повысить качество оптического излучения.

3. Необходимо разработать методику энергосбережения для открытой биотехнической системы, в которой применяется оптическая электротехнология. Методика должна решать комплексную задачу: выбор источника излучения, светоотражающие поверхности, пространственное (способ облучения) и поверхностное (рабочая поверхность в объеме теплицы) распределение энергии светового потока. А так же проблему динамической оптимизации продуктивности фотосинтеза растений.

Таким образом, существует необходимость дальнейшего изучения использования переменных световых полей в облучательных установках применяемых для выращивания растений в культивационных сооружениях.

#### Литература

1. *Конев С.В.* Фотобиология / *С.В. Конев, И.Д. Волотовский.* – Минск: Издательство БГУ им. Ленина, 1979. – 284 с.
2. Автоматизированные системы управления технологическими режимами. Идентификация и оптимальное управление. Справочник / Под редакцией *В.И. Салыги.* – Харьков: Харьковский государственный университет. – 1976. – 179 с.
3. *Айзенберг Ю.Б.* Справочная книга по светотехнике / Под редакцией *Ю.Б. Айзенберга.* – Москва: Энергоатомиздат. – 1995. – 593 с.

## ОПТИЧНІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗМІННОГО СВІТЛОВОГО ПОЛЯ

*Степанчук Г.В., Ключка Є.П., Петренко Е.Е.*

**Анотація** – оптична електротехнологія змінного світлового поля є одним з перспективніших напрямків енергозбереження. У поняття біотехнічної системи повинні входити: світлотехнічне обладнання (джерела випромінювання), технічне обладнання (за допомогою якого змінюється параметри світлового поля), різні за конструкцією стелажі та біологічний об'єкт. У методиці розрахунку установок опромінення змінного світлового поля необхідно враховувати просторове та поверхневе розподілення енергії оптичного випромінювання.

## THE OPTIC ELECTRICAL TECHNOLOGY WITH THE APPLICATION OF AN ALTERNATIVE LIGHT-FIELD

*G. Stepantschuk, E. Klutschka, E. Petrenko*

### *Summary*

The optic electrical technology with the application of an alternative light-field is one of the perspective ways of power reserves. The idea (apprehension) of biotechnical system must contain: the light-technical equipment (i.e. the source of light emission, radiation), the technical equipment (through which the parameters of light-field are changed), different in their projects stands and biologics objects. For the calculating method of radiation installation for changeable light-field if is necessary to pay attention to the expanses and surfaces distribution of optic radiation power.