

Хайруллин Равиль Ильдарович, магистрант,
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа,

Афзамов Ришат Миннекамилович, магистрант,
ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, г. Уфа

**СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ
СПЕКТРОМ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА
ARTIFICIAL LIGHTING SYSTEM WITH ADJUSTABLE SPECTRUM
FOR PROTECTED GROUND CONDITIONS**

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы разработки системы освещения с регулируемым спектром для условий защищенного грунта, таких как теплицы и вертикальные фермы. Подчеркивается важность оптимизации освещения для повышения урожайности и качества продукции растениеводства.

Abstract: The article discusses the development of a spectrum-controlled lighting system for protected ground conditions such as greenhouses and vertical farms. The importance of optimizing lighting to increase crop yields and quality is emphasized.

Ключевые слова: защищенный грунт, регулируемый спектр, светодиодное освещение, фотосинтез, световые рецепты.

Keywords: protected soil, adjustable spectrum, LED lighting, photosynthesis, light recipes.

Современное сельское хозяйство сталкивается с растущими вызовами, связанными с изменением климата, урбанизацией и необходимостью повышения продовольственной безопасности. Одним из способов решения этих проблем является развитие технологий выращивания растений в условиях защищенного грунта, таких как теплицы, оранжереи и вертикальные фермы. Эти системы позволяют минимизировать зависимость от природных условий, таких как температура, влажность и уровень естественного освещения. Однако успешное культивирование растений в таких условиях требует точного контроля над всеми параметрами среды, особенно над освещением.

Освещение играет ключевую роль в процессах фотосинтеза, роста и развития растений. Традиционные источники света, такие как натриевые лампы высокого давления (HPS) или металлогалогенные лампы, не всегда способны обеспечить оптимальный спектр и интенсивность света, необходимые для различных культур на разных этапах их жизненного цикла. Кроме того, они характеризуются низкой энергоэффективностью и высокой стоимостью эксплуатации. В этой связи разработка систем освещения с регулируемым спектром становится важным направлением научных исследований и инженерных разработок.

Цель данной статьи – рассмотреть основные аспекты создания системы освещения с регулируемым спектром для условий защищенного грунта, проанализировать её преимущества перед традиционными решениями и обозначить перспективы внедрения таких систем в современное сельское хозяйство.

Традиционные системы освещения имеют ряд ограничений:

- 1) Фиксированный спектр: большинство ламп излучают свет в узком диапазоне, который не всегда соответствует потребностям растений.
- 2) Низкая энергоэффективность: многие источники света расходуют значительную часть энергии на тепловыделение, а не на фотосинтез.
- 3) Ограниченная адаптивность: изменение условий освещения требует замены оборудования, что увеличивает затраты.



Эти недостатки особенно заметны в условиях защищенного грунта, где контроль над параметрами среды должен быть максимально точным.

Системы освещения с регулируемым спектром позволяют решить многие проблемы классических подходов. Основные преимущества включают:

- гибкость настройки: возможность изменения спектрального состава света в зависимости от типа растений и стадии их развития.
- энергоэффективность: использование светодиодных технологий снижает энергопотребление и минимизирует тепловыделение.
- увеличение урожайности: оптимизация спектра света может стимулировать фотосинтез, ускорять рост и повышать качество продукции.
- автоматизация управления: современные системы могут быть интегрированы с датчиками и программным обеспечением для автоматической корректировки параметров освещения.

Для наглядной демонстрации сравнения эффективности различных типов освещения приведен в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение характеристик различных источников света

Параметр	Натриевые лампы (HPS)	Металлогалогенные лампы	Светодиоды (LED)
Энергоэффективность (лм/Вт)	100–150	75–100	150–200
Срок службы (тыс. часы)	10–20	6–15	50–100
Возможность регулировки спектра	Нет	Ограниченная	Полная
Тепловыделение	Высокое	Среднее	Низкое

Основой системы освещения с регулируемым спектром являются светодиоды (LED), которые могут излучать свет в строго заданном диапазоне длин волн. Светодиоды объединяются в модули, каждый из которых отвечает за определенный участок спектра:

- красный свет (600–700 нм): стимулирует процессы фотосинтеза и цветения.
- синий свет (400–500 нм): регулирует рост стеблей и развитие листьев.
- дальний красный (700–800 нм): участвует в процессах растяжения клеток и перехода к цветению.
- белый свет: обеспечивает общий уровень освещенности и эстетическую комфортность для персонала.

На рисунке 1 ниже представлен спектральный состав света, рекомендуемый для различных этапов роста растений:



Рисунок 1. Спектральный состав света для разных стадий роста растений



Этапы разработки системы:

- 1) Анализ потребностей растений – исследование влияния различных спектров света на рост, развитие и продуктивность культур.
- 2) Подбор компонентов – выбор светодиодов, драйверов, радиаторов и других элементов системы.
- 3) Проектирование конструкции – разработка модульной системы, удобной для монтажа и обслуживания.
- 4) Программирование контроллера – создание интерфейса для управления спектром и интенсивностью света.
- 5) Тестирование и оптимизация – проведение экспериментов для проверки эффективности системы и корректировки параметров.

Разработка системы освещения с регулируемым спектром представляет собой передовое решение для условий защищенного грунта. Она позволяет существенно повысить эффективность выращивания растений, снизить затраты на энергопотребление и обеспечить высокое качество продукции. Внедрение таких систем открывает новые горизонты для сельского хозяйства, делая его более устойчивым и экологичным.

Список литературы:

1. Баранов Л.А., Захаров В.А. Светотехника и электротехнология // М.: КолосС, 2006. – 344 с: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 5-9532-0373-X.
2. Валеев Р.А., Возможность регулирования спектрального состава светодиодных облучательных установок при помощи микроконтроллеров // Материалы Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы». Том 2. Ижевск: ФГБОУ ИжГСХА, 2013. – С. 53-56.
3. 18. Гладин, Д.В. Использование светодиодных технологий в сельском хозяйстве // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 2. – С.60-65.
4. Валишин, Д. Е. "Сельское хозяйство 4.0". "умные" технологии в сельском хозяйстве / Д. Е. Валишин, С. В. Акчурин // материалы международной научно-практической конференции в рамках 32-й Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2022». 23 марта 2022 г. Часть 2. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2022. – С. 201-204.
5. Харисов, Д. Д. Цифровые технологии в диагностике мобильных энергетических установок / Д. Д. Харисов, Б. А. Сахибгараев, Д. Е. Валишин // Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы XV Национальной научно-практической конференции молодых ученых. 16–17 ноября 2022 г. Часть 2. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2022. – С. 101-106.

