

СЕКЦИЯ 5 ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АПК

УДК 544.6:636.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТЬЮ ТОМАТОВ

Герасимович Л.С., академик, д.т.н., профессор, Сеньков А.Г., к.т.н.,
Михайлов В.В., аспирант, Кухаренко С.А., аспирантка
Белорусский государственный аграрный технический университет

Задачей экстремального адаптивного управления светокультурой является идентификация существенно нелинейного и нестационарного биологического объекта управления (интактного растения томатов) [1]. В этом случае растение томата рассматривается как открытая сложная система, воспринимающая и преобразующая потоки вещества, энергии и информации из среды, синтезируя конечный продукт. Также его можно рассматривать как информационно-ресурсную систему, стратегия жизнедеятельности которого связана с балансом материальных и энергетических. Поскольку жизнеспособность растения зависит, прежде всего, от качества функционирования регуляторных систем, наиболее информативными для идентификации являются те параметры, которые непосредственно связаны с системами регуляции биопродуктивности. Среди измеряемых параметров состояния растений наиболее приемлемы три основные характеристики, которые отображают балансные соотношения в растении по различным ресурсным каналам [2]:

- биоэлектрический потенциал – отображает энергетический баланс в растении, который определяет поступление свободной энергии света, ее запасанием и расходом на структурообразование;
- тургорный (водный) потенциал – баланс между процессами поглощения воды и ее испарением в атмосферу;
- термодинамический потенциал – между теплом, поступающим к растению и рассеиванием его через конвективный и диффузный теплообмен с атмосферой.

Для измерения тургорного потенциала разработаны контактные датчики, принцип их действия основан на преобразовании перемещения в напряжение или измерении давления с помощью пьезоэлемента. Их недостатком является механический контакт с растением томата. Для этой цели могут быть использованы датчики нового поколения, такие как лазерные, оптические или емкостные. Определение поглотительной активности осуществляется с помощью кондуктометрических и потенциометрических датчиков и преобразователей. Кондуктометрические методы позволяют определить общую концентрацию ионов в почвенном электролите по электропроводности, измеренной на переменном токе.

При измерении термодинамических параметров учитывают температурные измерения растительной ткани, которые суммируют влияние энергетических факторов среды – температуры воздуха и радиационной облученности с одной стороны и процессов активной терморегуляции с другой. Достаточно информативным в данном случае является использование дифференциального температурного датчика, используемого для определения критических точек жизнедеятельности растения в условиях монотонного повышения температуры воздуха и облученности ФАР.

Наиболее распространенными приборами и датчиками для измерения биоэлектрических параметров является использование хлорсеребряных электродов с помощью солевых мостиков. Существенным недостатком является относительно длительный период установления стационарного значения БЭП. Метод бесконтактного измерения БЭП основан на ионизации воздушного зазора между электродом и поверхностью растения.

Актуальной проблемой светокультуры является автоматическое поддержание освещенности растений на уровне, обеспечивающем максимальную интенсивность процесса фотосинтеза. Интенсивность процесса фотосинтеза представляет собой сложную функцию нескольких величин: уровня освещенности, влажности почвы, концентрации углекислого газа и т.д. Причем характер данной зависимости и ее абсолютные значения различны для разных культур и сортов растений и изменяются со временем в процессе их роста. Таким образом, задача разработки системы автоматического управления досвечиванием может быть отнесена к категории задач синтеза адаптивных систем экстремального регулирования (СЭР).

Освоение техники компьютерного моделирования и создания интеллектуальных систем управления светокulturой с использованием чувствительных датчиков (биосенсоров), измеряющих реакцию внутренних параметров состояния интактного растения томата в качестве информационных каналов, включенных непосредственно в контуры обратной связи системы экстремального адаптивного управления биопродуктивностью в силах решить задачу моделирования с использованием единого методического подхода. В данном случае наиболее приемлемо использование широких возможностей программной среды MATLAB Simulink.

С помощью моделирования можно оценить и оптимизировать параметры Simulink моделей, а также разработать и настроить модель оптимизации СУСК во взаимосвязи с интактным растением непосредственно на автоматизированном фитостенде.

Предлагаемая в данной работе структурная схема адаптивной СЭР светокulturой представлена на рисунке 1.

В начальном приближении СЭР светокulturой может быть рассмотрена как одномерная система, в которой основным возмущающим воздействием являются колебания уровня естественной (солнечной) освещенности. Об интенсивности процесса фотосинтеза в растении можно судить косвенным образом по интенсивности влагопотребления. Для этого в системе предлагается использовать датчик-влагомер.

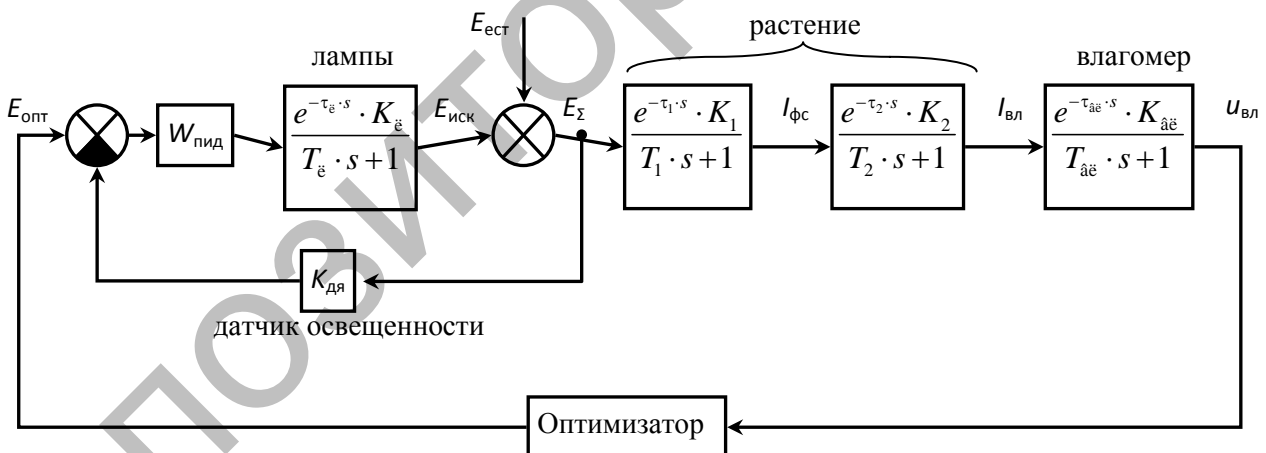


Рисунок 1- Структурная схема адаптивной СЭР яркости досвечивания: $E_{ест}$ – естественная освещенность; $E_{иск}$ – искусственная освещенность; E_{Σ} – суммарная освещенность; $I_{фс}$ – интенсивность процесса фотосинтеза в растении; $I_{вл}$ – интенсивность влагопотребления; $u_{вл}$ – сигнал датчика-влагомера; τ_l, K_l, T_l – параметры передаточной функции лампы; $\tau_{вл}, K_{вл}, T_{вл}$ – параметры передаточной функции влагомера.

Особенностью данной схемы является инерционность реакции растения на изменение уровня суммарной освещенности, значительно превосходящая инерцию газоразрядных ламп: $\tau_1, \tau_2 \gg \tau_l, T_1, T_2 \gg T_l$. Поэтому авторами предложена двухконтурная структура СЭР. Для компенсации колебаний естественной освещенности $E_{ест}$ предлагается использовать датчик освещенности и ПИД-регулятор, управляющий интенсивностью излучения применяемых в системе светокulturой газоразрядных ламп. Для поиска оптимального значения суммарной

освещенности предлагается использовать оптимизатор на основе программируемого логического контроллера, реализующий один из методов экстремального регулирования [3].

Для изучения различных принципов и технических средств интеллектуального управления фотосинтезом на кафедре «Электротехнологии» БГАТУ создана автоматизированная экспериментальная установка с капельным поливом и искусственным досвечиванием интактных растений культуры томата. Ее основное назначение – исследования отклика на воздействие спектра излучения ФАР различной интенсивности и режимов питания корневой системы с автоматической обработкой результатов исследований в режиме «on line».

Литература

1. Герасимович Л.С. Экспериментально-статистическая модель процесса светокультуры в тепличном комбинате, – Минск, 2013г.
2. Горский Ю.М. Системно-информационный анализ процессов управления.- Новосибирск : Наука,1988.-327с.
3. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. М., 1980. 288 с.

УДК 635.35 : 532. 517

К РАСЧЕТУ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОРЕАКТОРА

Кривовязенко Д.И., ст. преподаватель, **Чорный А.Д.**, к.ф.-м.н.,

Заяц Е.М., д.т.н., профессор

Белорусский государственный аграрный технический университет

Электрореактор – устройство в котором под воздействием электрического тока в обрабатываемом материале протекают химические реакции направленные на изменение свойств, состояния или иные заданные изменения материала. Электрореактор является основным элементом устройств электрохимической обработки органических дисперстных гидросистем и в первую очередь электроактивации воды, электрокоагуляции белков соков, молочной сыворотки, очистки сточных вод и др.

Геометрические размеры рабочей камеры электрореактора определяют электрическим, механическим, гидравлическим расчетом. К этим размерам относят межэлектродное расстояние, ширину и длину электродов, диаметр или ширину рабочей камеры. Последнее принимают чаще всего произвольно, исходя из опыта разработчика, не придавая должного значения.

Ширина рабочей камеры, чаще всего она равна ширине электрода, влияет на равномерность движения материала в зоне обработки, между электродами. Равномерное перемещение материала обеспечивает равномерное электрическое и температурное поле, исключает застойные зоны и перегрев обрабатываемой среды.

Целью работы является установление критерия выбора ширины рабочей зоны электрореактора.

При течениях в щелевых каналах различают входной участок L_d , на котором профиль скорости изменяется по мере удаления от входа, и область стабилизированного течения ($L > L_d$), где в каждом сечении все гидродинамические характеристики идентичны (рисунок 1).

На входе в плоский канал предполагается однородный поток, поэтому на начальном участке течение представляет фактически продольное обтекание двух пластин. В результате формируются два гидродинамических пограничных слоя, толщина которых из-за сил трения о стенки канала нарастает с увеличением продольной координаты. На некотором расстоянии L_d от входа в канал эти слои соединяются и заполняют все поперечное сечение канала, образуя равномерный поток. Профиль скоростей перестраивается до установления и поток может считаться стабилизированным. Длина входного участка L_d зависит от ряда параметров и находится часто из эмпирических соотношений или теории пограничного слоя [1].