

Навроцкая Светлана Романовна

магистр, ассистент

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева»

г. Москва

ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА ВЕГИТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

***Аннотация:** в статье говорится о новом способе обработки растений лазерным излучением при их росте и развитии, с помощью беспилотных летательных аппаратов. Данная обработка способствует стимулированию развития растений на начальных этапах вегетации и как следствие на более поздних этапах их роста и развития. Способствует повышению их урожайности и устойчивости к некоторым болезням. Вместе с тем такая обработка дает значительное уменьшение вносимых удобрений и снижает себестоимость сельскохозяйственной продукции.*

***Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат БПЛА, лазерная обработка вегетирующих растений, двухкоординатное сканирующее лазерное устройство, полупроводниковый лазер, агрокультуры.*

В России лазерные устройства для сельского хозяйства начали применять на Кубани с 1976 г. В Казахстане на базе УНПО «Биофизика» (Алма-Ата) разработана специализированная установка лазерной активации посевов сельскохозяйственных культур. Её основные элементы – гелий-неоновый лазер (ЛГ-75 или ЛГН-104) и сканирующее устройство, закреплённое на вертикальной подъёмной стойке. Вся конструкция, собранная на стальной раме, размещается в кузове транспортного средства, например, колёсного трактора. Перемещаясь вдоль поля со скоростью 10–15 км/час, лазерная установка облучает значительную поверхность, сканируя лучом перпендикулярно направлению движения трактора.

При помощи специальной рамки это же устройство навешивалось на транспортное средство, от бортовой сети которого осуществлялось его питание

(аккумулятор 12В). Облучение посевов производилось при движении транспортного средства по периметру поля или технологической колее, диаметр действия лазерного луча охватывает 800м [1].

Все эти устройства имели главный недостаток, из-за которого они не получили широкого распространения в сельскохозяйственном производстве. Установки недостаточно адаптированы к промышленному сельскохозяйственному производству, кроме того, оборудование установок громоздкое, травмирующее растения. Недостатками этих устройств являются также обработка не всей поверхности растений, а отдельных секторов с темновыми паузами после каждого поворота зеркала на 180° , высокзатратность, трудоемкость и энергозатратность технологического процесса.

Учитывая недостатки ранее применяемых лазерных установок, на ООО «Биомед» (г. Великий Новгород) разработано устройство для лазерной обработки вегетирующих растений с применением БПЛА [2].

Небольшой размер и низкая инерция дронов позволяют использовать особенно простую систему управления полетом, что значительно повысило практическую использования небольших квадрокоптеров в этой области.

Квадрокоптеры обычно имеют два ротора, вращающихся по часовой стрелке (CW), и два *против часовой стрелки* (CCW). Управление полетом осуществляется за счет независимого изменения скорости и, следовательно, подъемной силы и крутящего момента каждого ротора. Управление тангажом и креном осуществляется путем изменения суммарного центра тяги, а управление рысканием – путем изменения суммарного крутящего момента [3].

Дроны-квадрокоптеры могут весить всего 30 граммов. Впервые десятилетия 2000-х годов квадрокоптеры стали популярны среди разработчиков небольших беспилотных летательных аппаратов или дронов. Потребность в летательных аппаратах с большей маневренностью и способностью зависать в воздухе привела к росту интереса к исследованиям в области квадрокоптеров. Конструкция с четырьмя несущими винтами позволяет создавать относительно простые, но при этом очень надежные и маневренные квадрокоптеры.

Исследования в области расширения возможностей квадрокоптеров продолжаются и направлены на совершенствование систем связи между несколькими летательными аппаратами, исследования окружающей среды и повышения маневренности. Если удастся объединить эти развивающиеся технологии, квадрокоптеры смогут выполнять сложные автономные задачи, которые в настоящее время недоступны для других аппаратов.

Хотя небольшие игрушечные квадрокоптеры с дистанционным управлением производились в Японии уже в начале 1990-х годов, первый квадрокоптер с камерой, выпущенный в значительных количествах (Draganflyer Stabilized Aerial Video System, в ретроспективе также Draganflyer I, канадский стартап Draganfly), был разработан только в 1999 году.

Квадрокоптеры дешевле и прочнее обычных вертолетов благодаря своей механической простоте. Их лопасти меньшего размера также имеют преимущество, поскольку обладают меньшей кинетической энергией, что снижает вероятность причинения ими вреда. Для небольших квадрокоптеров это делает их более безопасными для непосредственного взаимодействия. Кроме того, на квадрокоптеры можно установить защитные кожухи, закрывающие винты, что еще больше снижает вероятность повреждения. Однако с увеличением размера у квадрокоптеров с фиксированным пропеллером появляются недостатки по сравнению с обычными вертолетами. Увеличение размера лопастей увеличивает их инерцию. Это означает, что изменение скорости вращения лопастей занимает больше времени, что негативно сказывается на управлении. У вертолетов такой проблемы нет, поскольку увеличение размера диска несущего винта не оказывает существенного влияния на возможность управления шагом винта.

Наиболее эффективным является способ авиационной лазерной обработки растений в период вегетации, включающий доставку летательного аппарата к месту обработки растений. В настоящее время используют бесплотный летательный аппарат с закрепленным на нем блоком лазера, с блока управления в память беспилотного летательного аппарата заносят данные о траектории и параметрах полета, производят привязку беспилотного летательного аппарата к местности в

месте обработки поля и осуществляют лазерную обработку выбранного поля сканирующим кадровым лазерным излучением в виде прямоугольного светового пятна размером 50×1 метр с высоты полета 15 метров, после осуществления обработки беспилотный летательный аппарат возвращается в точку взлета. (RU №2637663, Способ авиационной лазерной обработки растений в период вегетации / Даниловских М.Г., Винник Л.И., Степанов В.М., А01G 1/00, 06.12.2017, Бюл. №34).

Основным недостатком изобретения является маленькая площадь обработки 1 гектар и длительное время обработки 14 минут.

Этот недостаток был устранён при увеличении площади и сокращение времени обработки за счет применения на БПЛА оптомеханического блока лазерной кадровой развертки. Формируемый оптомеханическим блоком лазерной кадровой развертки прямоугольный кадр, максимальный размер которого 350×350 метров с высоты полета 10 метров позволяет обработать максимальную площадь в 12 гектар за время 30 секунд.

Поставленная задача достигается тем, что в способе лазерной обработки растений с беспилотного летательного аппарата, включающем доставку беспилотного летательного аппарата с закрепленным на нем блоком к месту обработки растений и занесение в его память данных. В качестве беспилотного летательного аппарата используют гексакоптер типа Gaia 160AG NO FC с установленным на нем оптомеханическим блоком двухкоординатной сканирующей лазерной кадровой развертки. В память гексакоптера заносят координаты привязки к местности и устанавливают размер окна излучения оптомеханического блока кадровой развертки под заданную площадь обработки, после входа в рабочую точку, расположенную в середине поля на высоте 10 метров. Гексакоптер зависает и в течение 30 секунд выполняет лазерную обработку сканирующим кадровым лазерным излучением в виде прямоугольного светового кадра, максимальный размер которого 350×350 метров, после осуществления обработки программа отключает лазер блока кадровой развертки и возвращает гексакоптер в точку взлета.

В качестве БПЛА используется гексакоптер модели «Gaia 160AG NO FC Combo», время полета с одним аккумулятором 60 минут, взлетный вес 23 кг. На гексакоптер к интегрированному подвесу крепится двухкоординатный блок сканирующей лазерной кадровой развертки. В блоке формируется сканирующая кадровая развертка лазерного излучения в виде прямоугольного или квадратного светового пятна с максимальным размером 350×350 метров. На блоке предусмотрена регулировка раскрыва (размера) окна излучения, что дает возможность для регулировки обрабатываемой площади от 0 до 12 гектар. Лазерная обработка осуществляется с высоты полета 10 метров.

Место нахождения поля, его конфигурация и площадь определяются заранее. На основании этих данных оператор с клавиатуры блока управления заносит в память гексакоптера траекторию и параметры полета: скорость полета, высота и конечная точка маршрута.

Оператор на автомобиле осуществляет доставку гексакоптера вместе с блоком лазера к месту обработки растений. По прибытии к месту обработки оператор с клавиатуры блока управления заносит в память гексакоптера координаты привязки к местности (начальной точки обработки поля) и устанавливает размер окна излучения блока кадровой развертки под заданную площадь обработки. Полет гексакоптера проходит полностью в автономном режиме. После входа в рабочую точку и набора нужной высоты: середина поля на высоте 10 метров, гексакоптер зависает и в течении 30 секунд выполняет лазерную обработку. Выполнив обработку программа отключает лазер блока кадровой развертки и возвращает гексакоптер в точку взлета.

По сравнению с прототипом время обработки сокращено с 14 минут до 30 секунд.

Данный способ опробован на овощном опытном участке крестьянско-фермерском хозяйстве «Ермолино» Новгородской области и может быть использован для усиления стимуляционных процессов роста и развития агрокультур и увеличения их урожайности.

Список литературы

1. Андросова В.М. Индукция болезнеустойчивости озимой пшеницы лазерным облучением семян и вегетирующих растений / В.М. Андросова // Тез. докл. I Всерос. конф. по иммунитету растений к болезням и вредителям. – СПб., 2002.
2. Журба П.С. Способ промышленного возделывания сельскохозяйственных культур с использованием лазерного облучения : пат. № 240663 РФ / П.С. Журба, Т.П. Журба, Е.П. Журба. – Оpubл. 11.03.2003.
3. Журба П.С. Экологически чистые технологии защиты и повышения урожайности сельскохозяйственных культур на основе лазерной активации семян и растений / П.С. Журба, Д.Л. Трещев, В.М. Андросова // Современные технологии и перспективы использования экологически безопасных средств защиты растений и регуляторов роста : Тез. докл. III семинара-совещания. – М. : ЦИНАО, 2001.
4. Журба П.С. Способ промышленного возделывания сельскохозяйственных культур с использованием лазерного облучения : пат. № 240663 РФ / П.С. Журба, Т.П. Журба, Е.П. Журба. – Оpubл. 11.03.2003.
5. Способ лазерной обработки растений с беспилотного летательного аппарата. – URL: <http://patinfo.ru/files/fips/2022/UAV-IZ/RU2740543/RU2740543.html> (дата обращения: 10.07.2026).