

ТЕПЛИЧНОЕ УСТРОЙСТВО С ОБОГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**В.В. Белов, Е.Л. Белов***Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. В статье описана новая конструкция тепличного устройства, позволяющая наиболее эффективно использовать фотосинтетическую активную радиацию (ФАР) солнца, так как она является основным климатическим фактором, который влияет на выбор определенных видов и типов культивационных сооружений в данной местности, предопределяет выбор высаживаемых культур, предопределенный разными периодами их выращивания.

С учетом того, что территория Чувашской Республики относится к II световой зоне ФАР, возможно более эффективное применение солнечного тепла в условиях закрытого грунта, что позволяет снизить энергозатраты и получить более ранний урожай без использования искусственных обогревательных установок. Предлагается более эффективно использовать инфракрасное излучение солнечной энергии при выращивании продукции растениеводства в тепличных условиях. Для этого в теплице рекомендуется использовать системы воздушных и жидкостных (водяных) трубопроводов для создания условий, при которых осуществляется более эффективная циркуляция воздуха в верхних и нижних слоях и подогрев верхнего слоя почвы. Система воздушных трубопроводов предусматривает забор вентилятором нагретого солнцем воздуха из верхней части теплицы и подача его в подпочвенные трубопроводы, а система водяных трубопроводов – использование в качестве теплоносителя нагретой воды из специальной ёмкости, расположенной в верхней части теплицы, которая также нагревается за счет инфракрасного излучения солнца.

Также в статье анализируются результаты исследований температуры и относительной влажности воздуха внутри тепличного устройства, доказывающие значительное превышение температуры воздуха внутри устройства в сравнении с уличной температурой.

В целом, в результате анализа полученных данных можно сделать следующий вывод: предложенная конструкция тепличного устройства позволяет создавать микроклимат, необходимый для наиболее эффективного выращивания сельскохозяйственных культур в максимально ранние сроки.

Ключевые слова: тепличное устройство, теплица, фотосинтетическая активная радиация (ФАР), обогрев, теплицы, подогрев почвы.

Введение. В мировой практике все виды культивационных сооружений создаются с учетом максимального использования солнечной радиации. Она имеет определенную интенсивность, спектральный состав и суточную продолжительность в зависимости от зоны выращивания овощных культур в культивационных сооружениях.

На территории России наблюдается в основном широтное распределение суммарной солнечной радиации: суммы убывают по мере продвижения с юга на север. Для нормального роста и развития растений имеет значение главным образом коротковолновое излучение, поглощаемое пигментами пластид. Это фотосинтетическая активная радиация (ФАР) – часть доходящей солнечной радиации в диапазоне от 400 до 700 нм, необходимая растениями для фотосинтеза.

Отечественными учеными было проведено зонирование территории страны по притоку естественной ФАР, проникающей в теплицы в осенне-зимний период. В соответствии с вычисленными месячными суммами суммарной ФАР в декабре – январе (самые критические месяцы по притоку радиации) все районы страны были разбиты на 7 световых зон по возрастающей степени. Так, территория Чувашской Республики попадает во II световую зону ФАР с суммой 400...580 кал/см² [3], [4].

Материалы и методы. Более эффективное применение солнечного тепла в условиях закрытого грунта позволит снизить энергозатраты и получить более ранний урожай без использования искусственных обогревательных установок, имеющих большую энергоёмкость и требующих больших затрат электроэнергии, топлива. Под понятием ранние сроки производства продукции подразумевается следующее: продукция должна производиться раньше, чем при обычных условиях, то есть прогревание почвы и начало прорастания культур будут зависеть только от погодных условий: пока земля не прогреется для развития корневой системы и температура воздуха не поднимется до 10...15 °С.

Чем больше разница температур наружной среды и той, которая определяется внутри теплицы, тем больше требуется затрат энергии для обогрева как всего объема теплицы, так и ее почвы, где произрастают различные культуры. Таким образом, есть возможность получить урожай растений в теплице в максимально ранние сроки (весной) с минимальной затратой энергии для обогрева, а в наилучшем варианте – без затрат горючего и других источников искусственного тепла.

Так как теплица имеет определенную высоту над поверхностью почвы, как правило, выше роста человека, и покрыта светопрозрачным материалом, боковые поверхности изготавливаются из того же материала, что позволяет обеспечить беспрепятственное проникновение солнечных лучей внутрь помещения теплицы,

обеспечивая не только попадание в нее инфракрасного излучения, но светового потока, направленного на растения. Таким образом, солнечные лучи насквозь пронизывают пространство теплицы. Известно, что температура внутри теплицы отличается в зависимости от высоты: в верхней части теплицы, находящейся под светопрозрачным материалом, она выше, чем над поверхностью почвы.

Чтобы почва во время зимы не промерзала, можно ее укрыть опавшей листвой измельченной соломой и т.д. В дальнейшем это уменьшит глубину промерзания почвы и обеспечит более ранний срок прогрева (различными исследователями были проведены эксперименты, которые доказали необходимость прикрытия поверхности почвы опавшей листвой).

Чтобы поднять температуру почвы выше 0⁰C, необходимо использовать инфракрасное излучение, исходящее от солнца, которое нагревает воздух и воду, находящиеся в теплице. Нагретый воздух в помещении теплицы всасывается вентиляторами в верхней зоне и по системе труб передается в почву. Это первый источник тепла, который необходимо использовать для подогрева почвы.

Вторым источником тепла для почвы является емкость с водой, окрашенная в черный цвет (за счет этого достигается максимальное поглощение инфракрасного излучения). Желательно её разместить на северной стороне теплицы, в верхней части, чтобы она не затеняла растения. Так как ёмкость для воды окрашена в черный цвет, то она наиболее эффективно поглощает тепло солнечных лучей, тем самым повышая скорость нагрева воды. Вместо воды можно использовать другую жидкость. Как показали результаты наших экспериментальных исследований, в январе – феврале в солнечные дни температура в теплице в верхней зоне может подниматься до 20...60 °C при климатических условиях Чувашской Республики, даже если на улице температура минус 20 °C.

В холодное время года по ночам температура становится отрицательной, поэтому возможно использование незамерзающей жидкости. Если этого не сделать, вода замерзнет и система обогрева теплицы (почвенного слоя) с использованием прогретой жидкости выйдет из строя. Таким образом, данная емкость для обогрева жидкости является автономным обогревательным узлом, который предназначен для поглощения солнечной энергии в диапазоне инфракрасного излучения.

Для обогрева почвы в теплице предлагается уложить под землю трубы для подвода нагретого воздуха или воды. Обогревательные трубы для воды и воздуха рекомендуется чередовать друг с другом. То есть трубы как с жидкостью (возможно водяные в зависимости от региона), так и воздушные должны быть расположены на одном уровне.

В летний жаркий период также следует забирать теплый воздух из верхней части теплицы и подавать в почву, так как слишком высокая температура отрицательно влияет на растения, например, на томаты. По мнению В. В. Огнева, превышение ее более чем на 35 °C уже сказывается на урожае [2]. Пыльца в цветках стерилизуется, и они не завязывают плодов. У томата такие цветки усыхают, а у перца и баклажан — осыпаются. Кроме того, при выращивании пасленовых культур необходимо, чтобы ночная температура не была выше дневной, а, наоборот, – ниже на 5...10 °C. Перцы и баклажаны реагируют еще и на длительность дня гораздо сильнее, чем томаты. Лучше образуются цветки во время короткого дня ближе к 12 часам [2].

Схема перемещения теплого воздуха из верхней зоны в почву включает воздухопроводы и воздушный вентилятор. В ранневесеннем режиме воздух циркулирует внутри теплицы, прогревая поверхностный слой, а основная его часть подается в подземные воздушные трубы. Подаваемый ранней весной центробежным вентилятором теплый воздух позволит раньше прогреть верхний слой почвы, что обеспечивает возможность осуществлять ранний посев семян или посадку рассады.

По мере повышения температуры более чем на 10 °C в ночное время за пределами теплицы основная часть воздуха подается в подпочвенные трубы, что позволяет ускорить развитие корневой системы растений к началу их прорастания и увеличить размеры растений.

В нижней части каждый воздухопровод соединен с трубами с помощью входных и выходных коллекторов. На каждом воздуховоде имеется заслонка регулировки, используемая для подачи нагретого воздуха. С одного конца подается теплый воздух, а с другого воздух выводится в помещение теплицы.

Применение подогретой воды также позволит повысить эффективность теплицы. Ранней весной вода, подогретая солнечной энергией, используется для полива (рекомендуется использовать воду, имеющую температурой не менее 18 °C и не более 24 °C), а избыточную часть теплой воды рекомендуется применять для подогрева верхнего слоя почвы.

При малой температуре нагрева воды, менее 18 °C, воду не рекомендуется использовать для полива, так как растения будут угнетаться и могут заболеть, а также плохо развиваться, что приведет к существенному снижению урожайности, удорожанию продукции.

При дальнейшем повышении температуры окружающего воздуха в теплице и достаточном нагреве воды (более 22 °C) рекомендуется использовать воду для прогрева почвы. Вода, нагретая в емкости под действием солнечных лучей, циркуляционным насосом нагнетается во впускной коллектор и распределяется по водяным трубам, концы которых соединены в выпускном коллекторе, через который вода, передававшая свое тепло почве, возвращается обратно в ёмкость для последующего прогрева инфракрасным излучением солнца.

Периметр подземной части теплицы рекомендуется обложить теплоизоляционным материалом, чтобы мороз не проник в тепличное устройство. Теплоизоляционный материал также служит средством защиты

почвы тепличного устройства от проникновения кротов и других грызунов-вредителей. Как показывает практика эксплуатации тепличных устройств, грызуны любят проникать в тепличные устройства и наносят вред корням растений, вследствие чего снижается урожайность культур [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Нами были проведены исследования, направленные на изучение характера изменений температуры и относительной влажности внутреннего воздуха в тепличном устройстве выше описанной конструкции. На рис. 1 представлены графики зависимости влажности и температуры воздуха внутри помещения теплицы за период с 19 ч. 41 мин. 9 марта 2019 г. до 19 ч. 11 мин. 12 марта 2019 г. На горизонтальной оси – шкала времени (с 19 ч. 41 мин. следующих суток). На левой вертикальной оси располагается шкала относительной влажности воздуха в %, на правой – температура воздуха внутренней части тепличного устройства. Измерения проводились с помощью регистратора температуры и влажности TZ-temp U03, автоматически фиксирующего температуру и относительную влажность воздуха каждые 30 минут.

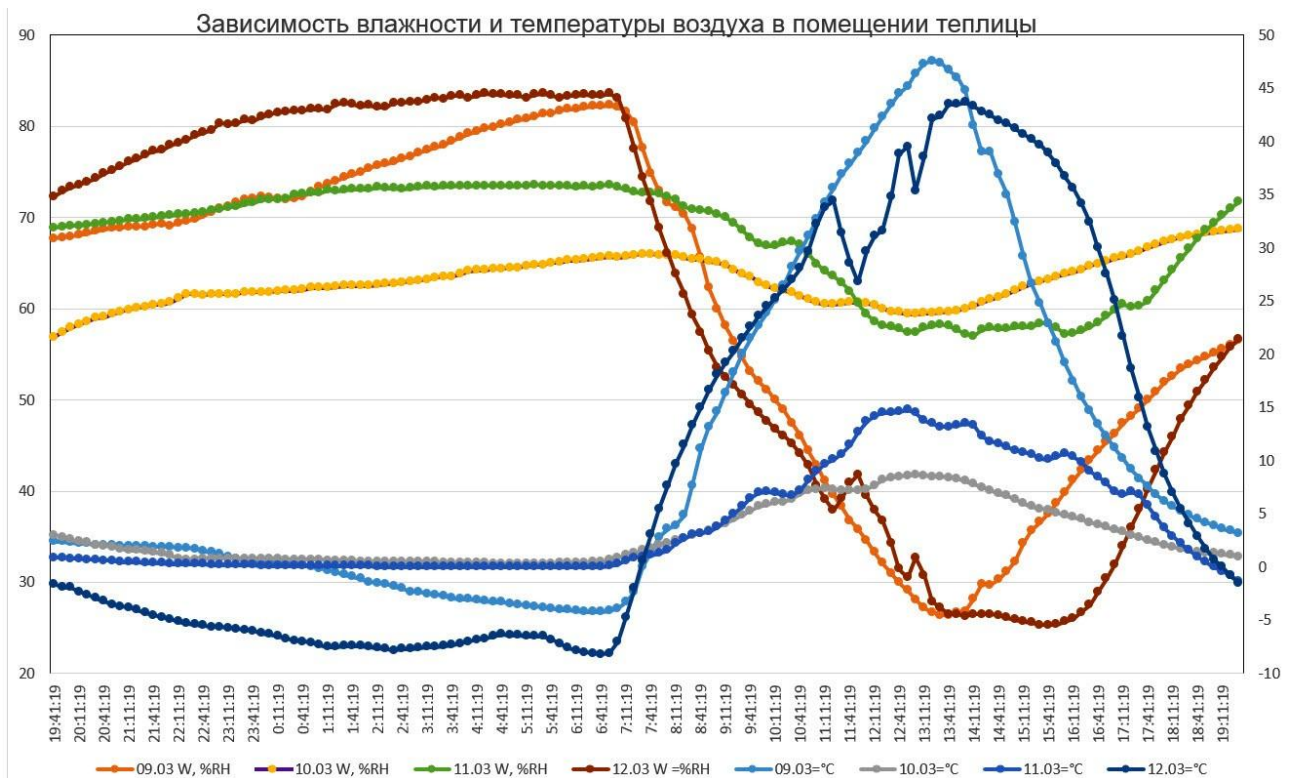


Рис. 1. Зависимости влажности и температуры воздуха в помещении теплицы:
09.03 W, % RH – дата (число, месяц), относительная влажность воздуха внутри теплицы, %; 09.03=°C – дата (число, месяц), температура воздуха внутри теплицы, °C.

Анализ данных, представленных в графиках, показывает, что максимальная температура внутри теплицы в этот период была 9 марта в 13:00 ч. и составляла 47°C, относительная влажность равнялась 27 %.

При этом, по данным метеостанции за № 27581 (г. Чебоксары, аэропорт им. А.Г. Николаева), в Чебоксарах фактическая температура за интервал времени от 12:0 до 15:00 ч. составляла 2,0...2,3°C; относительная влажность воздуха – 82 %.

Минимальная температура в теплице за этот период была зафиксирована 12 марта в 6:41 ч. – минус 8°C, относительная влажность – 84 %. По данным метеостанции за № 27581 (г. Чебоксары, аэропорт им. А. Г. Николаева), в Чебоксарах фактическая температура в этот день в 6:00 ч. составляла 0,0°C; относительная влажность воздуха – 90,0 % [1]. Также график изменений температуры за 12 марта имел скачкообразную форму (происходило резкое уменьшение и увеличение как температуры, так и влажности) в интервале времени с 11:00 ч. до 14:00 ч. По архивным данным, в этот день преобладала изменчивая погода. Резкое увеличение температуры свидетельствовало о появлении солнца, то есть его лучи напрямую попадали в теплицу. Падение температуры происходило из-за сильного холодного ветра, дующего с северо-запада, и ливневого дождя со снегом.

В этот период территория теплицы имела ровный слой сухого рассыпчатого снега и покрывала поверхность почвы полностью. Высота снежного покрова составляла не менее 1 м. А по периметру теплицы на расстоянии около 40 см снег растаял полностью.

Предложенная конструкция тепличного устройства позволяет значительно увеличивать температуру воздуха внутри теплицы и постоянно поддерживать его. Технический эффект от предложенных решений заключается в снижении энергозатрат на производство единицы продукции, производимой в тепличном устройстве растений, повышение их урожайности, а также позволяет производить продукцию в максимально ранний период по сравнению с производством, осуществляемом на открытом грунте, а также защищать окружающую среду от промышленных загрязнений.

Предлагаемое техническое решение позволяет снизить энергоемкость за счет использования тепла солнечной энергии (повышения коэффициента использования ФАР). Кроме того, устройство имеет простую конструкцию и небольшую металлоемкость.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили наши предположения о возможности более раннего срока посева культур и получения урожая, чем при известных конструкциях тепличных устройств, при использовании традиционных способов и технологий возделывания.

Литература

1. Архив погоды в Чебоксарах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp5.ru>.
2. Огнев, В. В. Результаты и перспективы селекции томата для весенних теплиц в России / В. В. Огнев, Т. А. Терешонкова, А. Н. Ховрин // Картофель и овощи. – 2016. – № 11. – С. 35-38.
3. Световые зоны Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agromania.ru/enc/svetovye-zony-rossiyskoj-federacii>.
4. Свешников, А. Г. Исследование интенсивности солнечной радиации / А. Г. Свешников, В. В. Белов // Молодежь и инновации: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2019. – С. 405-409.
5. Свешников, А. Г. Перспективный метод поддержания микроклимата теплиц / А. Г. Свешников, Е. Д. Идрисова, В. В. Белов // Молодежь и инновации: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2019. – С. 409-413.

Сведения об авторах

1. **Белов Валерий Васильевич**, доктор технических наук, профессор кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: belovdtn@gmail.com;

2. **Белов Евгений Леонидович**, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: belovevg2008@yandex.ru.

GREENHOUSE DEVICE WITH HEATING ELEMENTS

V.V. Belov, E.L. Belov

*Chuvash State Agricultural Academy
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Abstract: *The article describes a new design of the greenhouse device that allows the most efficient use of photosynthetic active radiation (PAR) of the sun, as it is the main climatic factor that affects the choice of certain types and types of cultivation structures in a given area, determines the choice of planted crops, predetermined by different periods growing them.*

The authors note that taking into account the fact that the territory of the Chuvash Republic belongs to the II light zone of the PAR, it is possible to more efficiently use solar heat in closed ground conditions, which can reduce energy consumption and get an earlier crop without the use of artificial heating systems. It is proposed to use infrared radiation of solar energy more efficiently when growing crop products in greenhouse conditions. To do this, it is recommended to use systems of air and liquid (water) pipelines in the greenhouse to create conditions under which more efficient air circulation in the upper and lower layers and heating of the upper soil layer are carried out. The system of air pipelines provides for the intake of air heated by the sun from the upper part of the greenhouse by a fan and its supply to the subsoil pipelines, and the system of water pipelines uses heated water from a special tank located in the upper part of the greenhouse, which is also heated by infrared radiation from the sun, as a heat carrier.

The article also analyzes the results of studies of the temperature and relative humidity of the air inside the greenhouse device, proving a significant excess of the air temperature inside the device in comparison with the outdoor temperature.

In general, as a result of the analysis of the obtained data, the following conclusion can be drawn: the proposed design of the greenhouse device allows you to create the microclimate necessary for the most efficient cultivation of crops in the earliest possible time.

Key words: *greenhouse device, greenhouse, photosynthetic active radiation, (PAR), heating, greenhouses, soil heating.*

References

1. Arhiv pogody v CHEboksarah [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://rp5.ru>.
2. Ognev, V. V. Rezul'taty i perspektivy selekcii tomatov dlya vesennih teplic v Rossii / V. V. Ognev, T. A. Tereshonkova, A. N. Hovrin // Kartofel' i ovoshchi. – 2016. – № 11. – S. 35-38.
3. Svetovye zony Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://agromania.ru/enc/svetovye-zony-rossiyskoj-federacii>.
4. Sveshnikov, A. G. Issledovanie intensivnosti solnechnoj radiacii / A. G. Sveshnikov, V. V. Belov // Molodezh' i innovacii: materialy XV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2019. – S. 405-409.
5. Sveshnikov, A. G. Perspektivnyj metod podderzhaniya mikroklimata teplic / A. G. Sveshnikov, E. D. Idrisova, V. V. Belov // Molodezh' i innovacii: materialy XV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh, aspirantov i studentov. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2019. – S. 409-413.

Information about authors

1. **Belov Valery Vasilyevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automatization of Agricultural Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: belovdtn@gmail.com;
2. **Belov Evgeniy Leonidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanization, Electrification and Automation of Agricultural Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks, str. 29; e-mail: belovevg2008@yandex.ru.

УДК 631.3.635

DOI: 10.17022/kgw4-bh69

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

М.А. Канаев, В.А. Милюткин

*Самарский государственный аграрный университет
446442, Самарская область, п. Усть-Кинельский, Российская Федерация*

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, направленных на поиск эффективного совершенствования сельскохозяйственных машин, способных вносить необходимое количество удобрений в зависимости от степени плодородия почв и их твердости с учетом глубины гумусового горизонта. В статье предложена принципиально новая блок-схема устройств, базирующихся на платформе Arduino. Для функционирования систем разработан специальный алгоритм и программное обеспечение. Согласно этому алгоритму, один раз в секунду происходит вызов программы, инициализированный таймером прерываний, затем происходит последовательный опрос тензодатчиков. Для регистрации показаний используются цифровые входы микроконтроллера AT91SAM3X8E. С учетом тарировочных коэффициентов вычисляется истинный показатель твердости почвы. Затем производится вычисление дозы удобрений, необходимой для внесения в почву в данных условиях, и генерирование управляющих импульсов на сервопривод высевающих аппаратов. Управляющие импульсы подаются через цифровые выходы микроконтроллера. GPS модуль, соединенный с последовательным портом микроконтроллера, считывает точное время и текущие координаты нахождения машины, которые сохраняются на карте SD, что даёт возможность после внесения удобрений получить карту поля с распределением внесённых доз удобрений для дальнейшего анализа ситуации, что позволяет принимать соответствующие решения. Данная система может устанавливаться на сельскохозяйственных машинах для автоматической регулировки доз вносимых удобрений с учётом поступающей с различных датчиков информации о состоянии почвы и посевах в режиме online. Регулировка доз вносимых удобрений осуществляется посредством изменения скорости вращения электродвигателя, установленного на бункере и связанного с валом туковывсевающего аппарата посредством цепной передачи. В результате лабораторных испытаний система показала высокую эффективность, точность при расчете доз минеральных удобрений. Изменение скорости дозирования удобрений находится в пределах 1 секунды. При использовании технологий точного земледелия предлагается использовать усовершенствованные сельхозмашины, дополненные устройствами, позволяющими дифференцированно вносить удобрения.

Ключевые слова: удобрения, точное земледелие, алгоритм, программа, гумус.