

Представлена система за результатами віброакустичної діагностики дозволяє визначати технічний стан об'єкту контролю та тип дефекту. Система знаходиться у тестовій експлуатації. Перевагою розробленої системи є гнучкість її архітектури, висока швидкодія, достовірність обробки інформації, а також широкі можливості її представлення та реєстрації.

Література

1. Єременко В.С., Переїденко А.В. Дослідження алгоритмів проведення кластерного аналізу для вирішення задач неруйнівного контролю // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – Харків, 2010. – №1. – с.40-43.

2. Єременко В.С., Гільова О.О., Суслів Є.Ф., Переїденко А.В. Побудова вирішальних правил при багатопараметровому неруйнівному контролі // 18-я міжнародна конференція «современные методы и средства НК и ТД», 2010, с.78-81.
3. Бурау Н.І., Гельман Л.М. Теоретичні основи діагностичного низькочастотного акустичного методу вільних коливань // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 1998. – № 3. – С. 107–110.
4. Зажицький О. В. Розпізнавання нейронними мережами стану лопаток авіаційних двигунів у процесі віброакустичного моніторингу // Автореферат дисертаційної роботи, Київ, НТУУ «КПІ» 2008.

Запропоновано підходи до розробки технічних засобів для механізації та автоматизації процесу забезпечення заданого теплового режиму відкритої агроєкосистеми. Розробка цих питань дає можливість розширення арсеналу методів і технічних засобів для систем точного землеробства

Ключові слова: заморозок, тепловий режим саду

Предложены подходы к разработке технических средств для механизации и автоматизации процесса обеспечения заданного теплового режима открытой агроэко-системы. Разработка этих вопросов дает возможность расширения арсенала методов и технических средств для систем точного земледелия

Ключевые слова: заморозок, тепловой режим сада

This article represents approaches to working out of means for mechanization and automation of process of maintenance of the process of ensuring a given thermal regime of open agroecosystem. Working out of these questions gives the chance expansions of an arsenal of methods and means for systems of exact agriculture

Keywords: frost, a thermal mode of a garden

УДК 001.57:658:512

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ЗАМОРОЗКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.В. Рудницкая

Аспирант

Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенка
ул. Артёма, 44, г. Харьков, Украина, 61050
Контактный тел.: (057) 755-58-16, (057) 732-86-40
E-mail: semaskacat@mail.ru

1. Введение

Актуальной является проблема обеспечения заданного теплового режима садов и питомников саженцев, находящихся в открытом грунте, в экстремальные промежутки времени года (весенние заморозки, зимние морозы, первые осенние морозы).

Это возможно осуществить на основе разработки мобильного комплекса технических средств для механизации и автоматизации процесса обеспечения теплового режима сада путем мониторинга теплового режима агроэкоэcosystemы и управления параметрами подвижного источника тепла. Разработка этих вопросов дает возможность расширения арсенала

методов и технических средств для систем точного земледелия.

2. Постановка проблемы

Имеется участок земли (сад) с заданной геометрической формой и рельефом. Известна структура насаждения плодовых или ягодных культур, а также известны размеры междурядья и высота растений. Заданы местоположения и высота защитных насаждений по периметру сада. Для каждого из трех экстремальных, по температурам, периодов года (весенние заморозки, зимние морозы, первые осенние морозы), заданы предельно допустимые значения температур воздуха, не травмирующие растения и обеспечивающие их выживаемость. Известны природно-климатические характеристики и параметры региона возделывания плодово-ягодных культур.

Необходимо предложить мобильные технические средства и технологию, обеспечивающие поддержание заданного теплового режима плодовых или ягодных культур, находящихся в открытом грунте, для каждого из трех экстремальных, по отрицательным температурам, периодов года.

3. Обзор литературы

Вопросам разработки систем точного земледелия посвящены работы [1 - 5]. В них отмечается, что для повышения эффективности проведения технологических процессов в земледелии насущной задачей является разработка мобильных, оснащенных специализированными вычислительными системами, обеспечивающими комплексное, оперативное решение задач прогнозирования, планирования и управления в сфере земледелия. Для обогрева сада при сильных заморозках рассматривалась система стационарных источников в виде нефтяных факелов [6]. Однако, значительная часть тепла от них, конвективно уходит в атмосферу (вверх) и это требует значительных расходов энергоресурсов. Вопросы создания мобильного комплекса для обеспечения теплового режима агроэкосистемы рассматривались в работах [7 - 8]. Основное внимание в них уделено вопросу обоснования выбора мобильного механизированного комплекса для обеспечения операции его транспортировки и обогрева агроэкосистемы.

4. Мониторинг теплового режима агроэкосистемы

Задача мониторинга теплового режима агроэкосистемы состоит в необходимости слежения за текущими изменениями температуры в заранее выбранной системе точек. При этом задается предельно допустимое (отрицательное) значение температурного поля в точках контроля. Это значение необходимо для сравнения с текущими контролируемыми величинами температур. Результаты их сравнения дают возможность оценивать ситуацию и, в случае неудовлетворения заданными ограничениям, принимать решение о начале технологического процесса подогрева агроэкосистемы.

Рассмотрим предложенные в патенте на полезную модель [9] аппаратные средства для решения этих двух взаимосвязанных задач: задачи мониторинга теплового режима и задачи обеспечения заданного теплового режима агроэкосистемы. Отметим, что для реализации аппаратных средств были привлечены основные положения теории моделирования и управления процессами, происходящими в технических и агротехнических системах, изложенные в работе [10].

В предложенном устройстве [9] этап моделирования теплового процесса в агроэкосистеме возложен на моделирующую среду (сеточная оптоэлектронная модель) с соответствующими начальными и граничными условиями.

Устройство [9] (рис. 1) содержит: источник тепла; модель агроэкосистемы; элементы задержки; измерительные блоки; генератор импульсов; блок выделения минимального значения; блок управления; следящую систему; блок сравнения; блок допустимого значения.

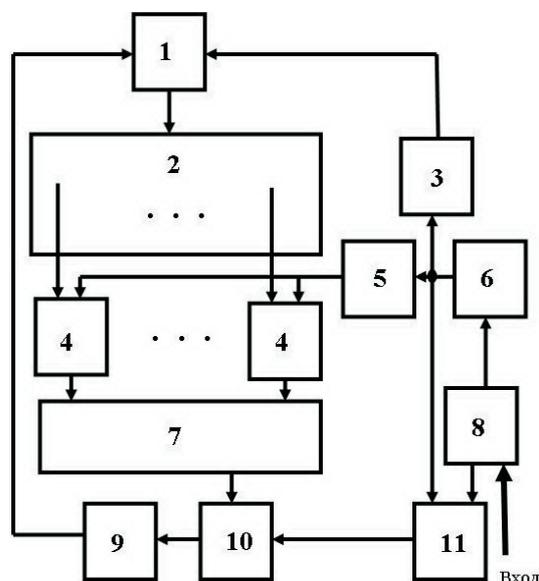


Рис. 1. Устройство для мониторинга теплового режима агроэкосистемы: 1 — источник тепла; 2 — агроэкосистема; 3 и 5 — элементы задержки; 4 — измерительные блоки; 6 — генератор импульсов; 7 — блок выделения минимального значения; 8 — блок управления; 9 — следящая система; 10 — блок сравнения; 11 — блок допустимого значения

Устройство функционирует следующим образом. На вход блока управления 8 подается заданная допустимая температура в контролируемых точках модели 8 агроэкосистемы. Затем включается блок управления 8, который запускает генератор импульсов 6. Далее импульсом от генератора импульсов 6, вводится в блок 11 допустимое значение температуры воздуха агроэкосистемы. На этом подготовка устройства к работе заканчивается.

Измерительными блоками 4 фиксируются текущие значения температуры воздуха агроэкосистемы 8. Эти значения температур с блоков 4, с помощью импульса, который поступает от генератора импульсов 6 через элемент задержки 5, поступает в блок выделения минимального значения 7. Полученное минимальное значение температуры воздуха агроэкосистемы подается в блок сравнения 10, где осуществляется его сравнение

с ранее заданным допустимым значением температуры. Результат сравнения поступает на вход следящей системы 9, которая устанавливает необходимую мощность источника тепла 1. Затем импульсом от генератора импульсов 6, через элемент задержки 3, включается источник тепла 1 соответствующей мощности. Таким образом, осуществляется подогрев воздуха агроэко-системы до заданного температурного режима.

Заметим, что переходные процессы в агроэко-системе 2 обладают значительной инерционностью, поэтому устройство позволяет определить необходимую мощность источника тепла и осуществить управление агроэко-системой в реальном масштабе времени.

Точность моделирования тепловых процессов в агроэко-системе зависит от точности моделирующей среды 2 (сеточная оптоэлектронная модель).

Реализация на устройстве процесса мониторинга теплового режима агроэко-системы и принятие мер по его поддержанию, позволяют экономить энергетические ресурсы на обогрев агроэко-системы в случае заморозков или сильных зимних морозов.

5. Управление источником обогрева агроэко-системы

Одной из основных задач при обеспечении теплового режима агроэко-системы является проблема повышения точности определения мощности источника обогрева. Для ее решения необходимо предложить технические средства моделирования, обеспечивающие исследование процесса взаимодействия движущегося теплового источника с тепловой моделью агроэко-системы. При этом основной задачей является определение мощности движущегося источника обогрева по наперед заданным ограничениям на температурное поле агроэко-системы в заданной системе точек контроля. Решение этой задачи позволит сократить энергетические затраты на поддержание заданного теплового режима агроэко-системы.

В предлагаемых технических средствах [11] для решения указанной выше задачи, применены следующие блоки (рис. 2): источник освещения; моделирующая тепловые процессы среда (оптоэлектронная сетка); синхронизатор; блок управления; формирователь траектории движения источника; блок задания координаты X; блок задания координаты Y; блок выделения минимального значения температурного поля; блок задания допустимого значения температуры; блок сравнения температур; формирователь мощности источника тепла.

Процесс оптимизации мощности источника обогрева агроэко-системы, по заданным ограничениям на ее температурное поле, осуществляется следующим образом.

Исходная информация поступает на вход синхронизатора 3, а именно: информация, относительно параметров оптоэлектронной сетки 2 для моделирования агроэко-системы; начальное значение яркости источника луча света (модель источника тепла), которое задается в блоке 4 управления; информация для формирования заданной траектории движения источника 1, которая задается в блоке 5 с помощью блока 6 координаты X и блока 7 координаты Y; в блок 9 вводится заданное допустимое значение температурного поля агроэко-системы. На этом подготовка устройства к работе заканчивается.

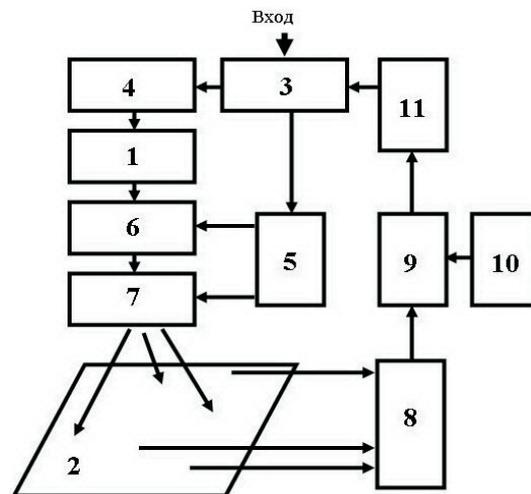


Рис. 2. Устройство для управления источником обогрева агроэко-системы: 1 – источник освещения; 2 – моделирующая среда (сетка); 3 – синхронизатор; 4 – блок управления; 5 – формирователь траектории; 6 – блок координаты X; 7 – блок координаты Y; 8 – блок выделения минимального значения; 9 – блок сравнения; 10 – блок задания допустимого значения температуры; 11 – формирователь мощности источника тепла

Луч света 1 (модель источника тепла), с помощью блока 6 задания координаты X и блока 7 задания координаты Y, направляется на сеточную модель 2 агроэко-системы. С помощью сеточных элементов оптоэлектроники осуществляется взаимодействие луча света с сеткой 2 для моделирования агроэко-системы. Это позволяет сформировать температурное поле агроэко-системы на сеточной модели 2. Далее значения температурного поля с контролируемых точек сеточной модели поступают на вход блока 8 выделения минимального значения температурного поля. Выделенное значение температуры поступает на вход блока 9 сравнения с допустимым значением температуры, задаваемым блоком 10. Результат сравнения подается в формирователь мощности источника 11. Сформированный в блоку 11 сигнал поступает в синхронизатор 3, который осуществляет коррекцию мощности источника в блоке 4.

Заметим, что точность работы предложенного устройства зависит от: количества оптоэлектронных элементов в сеточной модели 2 агроэко-системы; качества задания аналога источника тепла 1; точности задания блоками 6 и 7 траектории движения источника 1.

6. Поиск рациональной трассы обогрева агроэко-системы

Ранее предполагалось, что трасса движения источника обогрева агроэко-системы является заданной. Однако, поиск одной или нескольких допустимых трасс обогрева агроэко-системы является сложной и важной задачей. Построение же и использование специализированного устройства для реализации этой цели – значительно расширяет круг решаемых задач и пополняет арсенал технических средств, обеспечивающих решение главной цели, а именно обеспечения заданного теплового режима агроэко-системы при ве-

сеннее заморозках и сильных зимних морозов. Это, в свою очередь, позволяет снизить энергетические затраты на поддержание заданного теплового режима агроэкосистемы.

Задача поиска рациональной трассы обогрева агроэкосистемы и основных параметров движения по ней состоит в следующем. Необходимо обосновать выбор следующих значений параметров управления подвижным источником тепла: выделить множество допустимых траекторий (трасс) движения источника с учетом геометрии насаждений расстояний и расстояния между рядами насаждений; определить лучшую трассу из множества допустимых трасс; обосновать повторяемость технологического процесса обогрева в зависимости от результатов текущего контроля температуры воздуха в агроэкосистеме.

Для решения поставленной задачи предложено устройство [12], содержащее следующие основные блоки (рис. 3): блок задания входной информации; блок задания источника тепла; блок перебора сочетаний, размещений и перестановок; коммутатор; тепловая модель агроэкосистемы; блок выделения минимального значения температурного поля; блок сравнения; блок допустимых значений температурного поля; блок регистрации.

В качестве блока перебора сочетаний, размещений и перестановок использовано известное устройство [13]. Тепловая модель агроэкосистемы базируется на устройстве [11]. Остальные блоки являются стандартными.

Подготовка устройства к работе состоит в следующем.

Исходная информация вводится в блок 1. При этом задается интенсивность источника тепла, которая потом поступает в блок 2 задания источника тепла. Вводится информация о координатах всех возможных составляющих частей трасс. В блоке 8 допустимых значений температурного поля задается значение критической температуры в контролируемых точках агроэкосистемы. На этом подготовка устройства к работе заканчивается.

Кнопкой «пуск» в блоке 1 (рис. 3) устройство запускается. Блок 3 перебора сочетаний, размещений и перестановок со всех возможных составляющих частей трасс формирует первую трассу передвижения источника тепла. Коммутатор 4, в соответствии с координатами прохождения первой трассы, подает в тепловую модель агроэкосистемы 5 соответствующее значение интенсивности источника тепла. На тепловой модели агроэкосистемы 5, для каждого положения источника тепла на трассе, формируется соответствующее температурное поле. С контролируемых точек тепловой модели 5 снимаются соответствующие значения температурного поля и подаются в блок 6 выделения минимального значения температуры. Это значение поступает в блок 7 сравнения, на второй вход которого подается ранее заданное допустимое значение температурного поля. Если для всех положений источника тепла на первой трассе, температурное поле агроэкосистемы ниже заданного уровня, то эта трасса не является допустимой. Далее блоком 3 перебора сочетаний, размещений и перестановок генерируется другая трасса и аналогично осуществляется ее анализ. Если сложится такая ситуация, когда передвижение

источника тепла по одной из трасс обеспечивает превышение наперед заданной температуры, то такая трасса является допустимой. При этом блок 7 сравнения подает команду в блок 9 регистрации, который регистрирует с блока 3 соответствующую допустимую трассу. Решение задачи заканчивается тогда, когда будут рассмотрены все возможные трассы и будут зарегистрировано множество допустимых по тепловому режиму трасс.

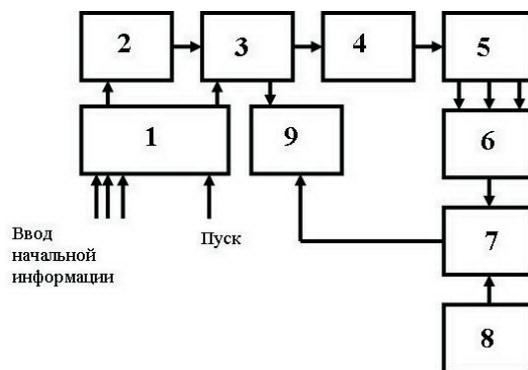


Рис. 3. Устройство для поиска рациональной трассы обогрева агроэкосистемы: 1 — блок задания входной информации; 2 — блок задания источника тепла; 3 — блок перебора сочетаний, размещений и перестановок; 4 — коммутатор; 5 — тепловая модель агроэкосистемы; 6 — блок выделения минимального значения; 7 — блок сравнения; 8 — блок допустимых значений температурного поля; 9 — блок регистрации

Отметим также, что пользователь (эксперт) имеет возможность выбора наилучшей трассы из множества допустимых по тепловому режиму трасс, задавшись дополнительным критерием. Например, в качестве дополнительного критерия может быть выбран критерий энергетических затрат (затрат топлива на мобильный агрегат) при движении по той или иной допустимой трассе. Другим критерием, например, может быть критерий влияния на агроэкосистему при реализации технологического процесса ее обогрева.

Проведем оценку преимуществ предложенного устройства поиска рациональной трассы по критерию энергетических затрат, а именно затрат топлива на мобильный агрегат.

Численное решение серии задач поиска трасс, на базе пакета прикладных программ, разработанного на основе метода оптимизации, изложенного в работе [14], показали, что если рассматривать в каждой из задач все допустимые по тепловому режиму трассы (множество допустимых решений), и для каждой из задач находить наихудшую из этого множества, затем сравнить ее по длине с найденной наилучшей, то длина последней, как правило, меньше предыдущей на 15-20%. То есть, принимая постоянство скорости и расхода топлива на единицу пути, при движении по найденной оптимальной трассе, суммарный расход энергетических ресурсов (топлива на движение мобильного агрегата по трассе) сокращается на 15-20%. Отметим, что этот процентный диапазон величины сокращения расхода топлива существенно зависит от геометрических характеристик агроэкосистемы (сада) и геометрии прохождения составляющих частей трасс.

7. Выводы

1. Предложенное мобильное устройство [7], совмещенное с трактором, и устройства [9, 11, 12], позволяют повысить: эффективность обогрева агроэкосистемы, за счет равномерности воздушного потока обогрева агроэкосистемы, повысить точность контроля и управления агроэкосистемой, сократить на 15-20% затраты топлива для мобильного агрегата при его движении по найденной оптимальной трассе.

2. Комплекс предложенных устройств позволяет интегрировать его в мобильный сельскохозяйственный агрегат для осуществления механизации и авто-

матизации выполнения операций технологического процесса по обеспечению теплового режима агроэко-системы.

3. Результаты раздела могут быть использованы при разработке серийных мобильных сельскохозяйственных агрегатов, оснащенных бортовыми специализированными устройствами для механизации и автоматизации принятия решений по обеспечению теплового режима сельскохозяйственных культур, находящихся в открытом грунте, при заморозках и сильных зимних морозах. Кроме того, такие технические средства могут быть интегрированы в системы точного земледелия.

Литература

1. Ушкаренко, В. О. Система точного землеробства як об'єкт управління / В. О. Ушкаренко, Є. К. Міхеев // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 4. – С. 11-16.
2. Кравчук, В. Г. Концептуальні основи побудови систем точного землеробства України / В. Г. Кравчук, Г. А. Баранов // Техніка АПК. – 2000. – № 9. – С. 4-8.
3. Крыжачковский, Н. Анализ разрабатываемых систем «точного земледелия» / Н. Крыжачковский, В. Трагов // Труды Таврической гос. акад. – 1999. – Вып. 1. – Том 10. – С. 63-69.
4. Ромащенко, М. І. Концептуальні засади організації інформаційного забезпечення точного землеробства на меліорованих землях / М. І. Ромащенко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 4. – С. 60-64.
5. Шаповалов, В. Д. Автоматика топоориентированных технологий растениеводства / В.Д. Шаповалов // Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – №1. – С. 3-5.
6. Берлянд, М. Е. Предсказание заморозков и борьба с ними / М.Е. Берлянд, П.Н. Красилов. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1960. – 148 с.
7. Мобільний пристрій для захисту рослин від заморозків: пат. № 32163 Україна. / С. Г. Фришев, Г. В. Рудницька, І.О. Колосок; замовник та патентовласник Національний аграрний університет. – № u 2007 13756; заявл. 10.12.2007; опубл. 12.05.2008. Бюл. № 1.
8. Agtec Frost control. Frost Dragon [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agtecsprayers.com/frostcontrol.html> – загал. з екрану.
9. Пристрій для моніторингу теплового режиму агроэкосистеми: пат. № 43162 Україна. / В. І. Пастухов, В. П. Путятін, Г. В. Рудницька; замовник та патентовласник Харків. нац. техн. ун-т сільск. госп. ім. П. Василенка. – № u 2009 00695; заявл. 30.01.2009; опубл. 10.08.2009. Бюл. № 15.
10. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления / А.Б. Лурье, И.С. Нагорский, В.Г. Озеров, Е.А. Абе-лев, Т.В. Литвиновский / под ред. А.Б. Лурье. – Л.: Колос, 1979. – 312 с.
11. Пристрій для керування джерелом обігріву агроэкосистеми: пат. № 42497 Україна. / В. І. Пастухов, В. П. Путятін, Г. В. Рудницька; замовник та патентовласник Харків. нац. техн. ун-т сільск. госп. ім. П. Василенка. – № u 2009 00678; заявл. 30.01.2009; опубл. 10.07.2009. Бюл. № 13.
12. Пристрій для пошуку раціональної траси обігріву агроэкосистеми: пат. № 47954 Україна. / В. П. Путятін, Г. В. Рудницька, Б. С. Елькін, О. Б. Елькін; замовник та патентовласник Харків. нац. техн. ун-т сільск. госп. ім. П. Василенка. – № u 2009 10571; заявл. 19.10.2009; опубл. 25.02.2010. Бюл. № 4.
13. А.с. 643883 СССР. МКИ G 06 F 15/20. Устройство для перебора сочетаний, размещений и перестановок / Левин Г. И. (СССР) – № 2439332/18-24; заявл. 10.01.1977; опубл. 25.01.1979. Бюл. №3. – 4 с.
14. Смеляков, С. В. Численная реализация математической модели дискретной задачи оптимизации сети трасс / С.В. Смеляков, А.Б. Элькин // Вісник Харк. нац. ун-ту. № 806. Сер. «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи керування» – Х.: Харк. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна, 2008. – Вип. 9. – С. 178 – 191.