

др.] ; сост. В. А. Ходяков. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 48-53.

3. Факторы, определяющие характер напряженно-деформированного состояния дорожной конструкции на различных полосах движения транспорта / Е.М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2021. – №2. – с. 14-23.

4. Тришин, Г.Г. Прочность многополосных дорог / Г.Г. Тришин, Р.З. Порицкий, В.П. Корюков // Автомобильные дороги. – 1978. – № 9. – с. 22-23.

5. Влияние укрепленных элементов обочин на изменение дефектности по ширине дорожных покрытий / Е.М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2022. – №1. – с. 19-27.

6. Радкевич, М.В. О возможностях оценки воздействия автотранспортного комплекса на окружающую среду / М.В. Радкевич, А.Т. Салохиддинов // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2014. – №2 (31). – с. 185-190.

7. Жуковский, Е. М. Особенности воздействия транспорта на конструкции нежестких дорожных одежд и их учет при проектировании конструкций / Е. М. Жуковский, А. В. Корончик, С. Е. Кравченко // Каспий и глобальные вызовы: Материалы Международной научно-практической конференции, Астрахань, 23–24 мая 2022 года / Составители: О.В. Новиченко [и др.]. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет", 2022. – С. 888-893.

СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

Запольский А. Е. (аспирант)

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, г. Гомель,
Республика Беларусь*

Аннотация: В данной работе описываются способы автоматизации тепличного хозяйства, а именно применение «умной» электроники. Проанализированы датчики необходимые для создания систем автоматизации, вспомогательные устройства, а также принцип работы подобных систем.

Ключевые слова: автоматизация, датчики, теплица, микроклимат, растениеводство.

Введение

В современном мире важным является качество потребляемого продовольствия, которое обеспечивается сельским хозяйством, включая выращивание овощей и фруктов. Отдельное внимание уделяется тепличным хозяйствам, которые могут круглогодично обеспечивать население страны необходимыми сельскохозяйственными культурами. Это особенно актуально в странах, которые имеют холодный климат в зимний период. Развитие современных технологий, включая область «умной» электроники позволили внедрить в растениеводство в закрытом грунте различные системы автоматизации процессов.

Так новшеством является развитие встраиваемых систем, которые позволяют отслеживать в теплицах параметры микроклимата, почвы, освещения и полива.

Результаты и обсуждение

Главной целью любой системы автоматизации тепличного хозяйства является создание и поддержание оптимальной среды, что увеличивает темпы роста и урожайность. Любая такая система включает набор датчиков в зависимости от необходимой задачи. Данные датчики постоянно мониторят параметры и отправляют их на сервер, который является центральным элементом системы. К таким датчикам можно отнести датчики влажности воздуха и почвы, датчики температуры воздуха, освещенности.

Серверная часть может быть построена как на микроконтроллере, так и на полноценном одноплатном компьютере. Первое более подходит для простых систем, второй – для более сложных.

Кроме датчиков важными являются исполнительные периферийные устройства, которые выполняют различные задачи – полив, вентиляция, поддержание температуры. К

таким можно отнести водяные помпы, наносы, шаговые двигатели, электрические клапана и прочее.

Также отдельно стоит отметить, что любая современная система оснащается интерфейсами для беспроводной передачи данных. Это может быть как передача на централизованный удаленный сервер, так и передача на устройство отслеживания параметров и внесения корректировок работ. Например, в мобильное приложение на смартфоне.

Кроме этого, в умных теплицах могут применяться вспомогательные технологии – гидропоника и искусственный интеллект. Так применение нейронных систем и машинного обучения в совокупности с видеонаблюдением позволяет добиться ещё большего автоматического контроля без участия человеческого влияния.

При организации системы полива эффективным является технология капельного орошения, которая позволяет экономить ресурсы и, следовательно, экономические затраты.

Большее значение оказывает система воздухообмена. Для их организации могут быть применены системы различных типов – гидравлические, электрические, биметаллические. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки, однако при наличии системы постоянного питания наиболее надежным является электрическая система, основными элементами которой является вентилятор и термореле.

Для организации системы освещения могут быть применены лампы различного типа. Основой принципа организации качественного освещения является подбор оптимальной длины световой волны в зависимости от задачи. Так применение освещение с длиной в 600 – 700 нм способствует цветению, а 400 – 500 нм вегетативному росту. В настоящее время эффективным способом организации освещения является применение светодиодных ламп.

Подогрев почвы способствует предотвращению большой температурной разницы в системе почва-воздух с появлением первых лучей солнечного света. Это помогает увеличить рост завязи, а также предотвратить создание благоприятной для вредителей и болезней среды. Для создания подогрева можно использовать специализированный нагревательный кабель с прослойкой теплоизоляции.

Чтобы управлять периферийными силовыми вспомогательными устройствами с помощью сервера необходимо использовать модули управления нагрузками, построенные на применении реле или полупроводниковых ключей.

Для системы компьютерного зрения можно использовать технологию OpenCV, которая является открытой для разработчиков и имеет ряд мощных инструментов. Для хранения и управления информацией о параметрах необходимо использовать базы данных. А для удобной работы, отслеживания и задания настроек необходимо использовать пользовательские мобильные приложения, обмен данных может быть осуществлен через HTTP запросы.

Для дистанционного обмена данными можно использовать WiFi, GSM или протоколы систем «умный дом» – ZigBee, Z-Wave. Однако, если необходимо передача пакетов информации на значительные расстояния, то безоговорочным является применение GSM.

Отдельное внимание необходимо уделить качественному электрическому питанию системы. Оно может быть стационарным, благодаря подключению к имеющиеся сети, или мобильным, благодаря применению переносных аккумуляторных батарей. Чтобы решить проблему их заряда, можно использовать фотоэлектрические преобразователи с инверторами. Для питания низковольтной электронной части системы необходимо применение качественных блоков питания с необходимыми выходными напряжениями.

Заключение

В работе была рассмотрена структура устройства системы «умная» теплица, её составные компоненты и их назначение. Отдельно уделено внимание вопросам применения в таких системах искусственного интеллекта, организация системы пользовательского взаимодействия, питания и беспроводной передачи данных.