

Видеонаблюдение и навигация в системах точного земледелия

А. М. Башилов

В статье рассмотрены современные стационарные и мобильные средства видеонаблюдения сельскохозяйственных растений в полевых условиях, концептуально изложен проект управления объектами сельскохозяйственного производства с использованием дистанционных систем интерактивного видеонаблюдения и навигации.

Вводные замечания

Использование систем дифференцированного (точного) земледелия (СТЗ) – это основанный на принципах преемственности и поступательного развития, а также новейших научных достижениях и инновационном развитии техники и технологий новый технологический подход мировых трендов повышения эффективности агропроизводства. Его реализация предусматривает мониторинг сельхозугодий для оценки и прогнозирования развития растений и состояния возделываемого угодья, целенаправленное дозированное применение для депрессивных участков или растений оптимизированных (по качеству, урожайности, энергоресурсозатратам) агротехнологий. Это - оптимальное управление для каждого метра поля (растения), обеспечивающее снижение затрат на семена, удобрения, пестициды и гербициды, улучшение качества продукции и состояния угодий, рассматривается сегодня как средство экономии и автоматизации для получения дивидендов.

СТЗ являются техногенной частью самоорганизующихся структур агротехноценоза. Как и в других подобных метасистемах, инфраструктура СТЗ охватывает многочисленные технические устройства, связанные информационными потоками и средствами управления.

В число этих устройств входят системы видеонаблюдения и навигации (СВН).

Видеонаблюдение в условиях агропроизводства повышает точность позиционирования рабочих органов относительно объекта при снижении стоимости оборудования и эксплуатации системы навигации.

В настоящее время созданы и успешно внедряются в различных сферах индустрии (космическая, авиационная, автомобильная и др.) СВН, в т.ч., с использованием технических средств высококачественного стереоскопического разномасштабного технического зрения. Известные СВН могут успешно решать задачу локализации - определение собственных координат и задачу картографирования – составление представления об окружающем пространстве препятствий и свободных путей. Для навигации широко используются дальномеры (лазерные, инфракрасные, ультразвуковые), системы технического зрения. При использовании известных СВН в сельском хозяйстве требуется их доводка и доработка с учетом специфики агропроизводства: возделываемые угодья неоднородны по рельефу, почвенному покрову, агрохимическому содержанию, росту и развитию растений, степени повреждений; необходима трехмерная привязка мобильного рабочего агрегата к реальному текущему местоположению в полевых условиях (к отдельным растениям, меже, междурядьям поля и т.п.); требуется вычисление траектории движения мобильного средства на основе видеоданных, уточнение координат текущего местоположения рабочего агрегата по ориентирам для увеличения точности и повышения надежности навигации, обнаружение препятствий, обочин, межи, человека или животного; при производстве технологических операций выполняется рассмотрение каждого метра земли на площади в тысячи гектаров, определение состояния посевов с подробностью до одного растения (их удельной растительной массы, наличия сорняков, вредителей), сопровождение целевой реализации технологических операций, например, внесение

удобрений и обработка химикатами с учётом физиологического состояния растений по данным бортовых датчиков и др.

В общем случае технологический процесс видеонаблюдения за растениями можно представить в виде последовательной реализации вероятных событий – информационно-аналитических процедур регистрации:

$$P_{УПР.} = P_{НАЛ.} \cdot P_{ОБЗ.} \cdot P_{ОБН.} \cdot P_{РАС.} \cdot P_{РЕШ.} \cdot P_{ИСП.},$$

где $P_{УПР.}$ - вероятность реализации управления растениями по результату регистрации биометрического признака растений; $P_{НАЛ.}$ – вероятность наличия биометрического признака в пространстве агроценоза; $P_{ОБЗ.}$ – вероятность обзора пространства агроценоза системой видеонаблюдения; $P_{ОБН.}$ - вероятность обнаружения местоположения биометрического признака системой видеонаблюдения; $P_{РАС.}$ – вероятность распознавания состояния растений по параметрам биометрического признака системой компьютерного зрения; $P_{РЕШ.}$ – вероятность принятия правильного диагностического решения о состоянии растений; $P_{ИСП.}$ – вероятность исполнения управляющего действия по изменению параметров биометрического признака.

Структуры систем видеонаблюдения и навигации

Наиболее простыми по составу и в эксплуатации являются стационарные СВН, например, телескопические посты кругового видеонаблюдения. Посты кругового обзора территории, охраны, а также мониторинга роста и развития агрокультуры, устанавливаются в центре возделываемого угодья на телескопической вышке. Основные характеристики данной системы: одна или две купольные камеры кругового обзора на телескопической мачте; мобильность, быстрота развёртывания, малое время подготовки к работе; высота обзора 6 - 19 м. "Перекрытие" вышками с телекамерами гарантирует круглосуточное видеонаблюдение за состоянием полей на всем инспектируемом угодье.

При невозможности или нецелесообразности монтажа вышек, а также в случае необходимости обеспечения их мобильности и оперативного перемещения в инспектируемые зоны, телескопическую вышку целесообразно разместить на мобильном подвижном средстве, например, на грузовике.

Известны варианты смешанной (стационарно-мобильной) инсталляции СВН. Например, в мостовой агромостовой системе средства технического зрения размещают на мачтах и на движущейся ферме мостового агрегата.

При значительных площадях возделываемого угодья монтаж вышек (стационарных или мобильных) может оказаться экономически нецелесообразным и (или) технически сложным. В таких ситуациях функции мониторинга растений в посадках могут быть переданы мобильному рабочему агрегату (робот, трактор, автомобиль), оснащённому СВН.

Еще одним вариантом относительно дешевой реализации СВН является использование при видеоинспекции полей в качестве баз для размещения ее технических средств движущегося по заданному маршруту, с заданной скоростью, на заданной высоте беспилотного летательного аппарата. При этом полученные данные с беспилотного летательного аппарата рабочим исполнительным агрегатам передаются по шине беспроводной связи.

В качестве примера практической реализации видеонаблюдения растений в посадках можно рассмотреть беспилотный авиационный комплекс «Инспектор», на базе микролетательного аппарата весом 0,9 кг и дальностью полёта 45 км. Он предназначен для решения задач обнаружения неравномерности развития растений в период вегетации и фитосанитарной инспекции сельскохозяйственных угодий. В отличие от пилотируемого самолета, использование которого связано с техническими проблемами и денежными затратами, управлять комплексом может один человек, даже без специальной подготовки. В результате мы получаем

видеоматериал высокого качества, на основе которого составляется электронная карта разнокачественности фитосанитарного состояния поля.

При обработке больших сельхозугодий в настоящее время начинают применять спутниковые системы навигации. Однако в чистом виде эти системы дают координаты реального объекта обработки (межа, междурядья картофеля поля и т.п.) с существенной ошибкой. Это ухудшает эффективность применения геоинформационных систем и не позволяет эффективно решать проблемы точной обработки пашни, внесения удобрений и ядохимикатов.

На базе системы технического зрения можно проводить анализ состояния посевов, урожайности, засоренности сорняками и вредителями. Но поскольку невозможно привязка полученных данных к участку местности (2D карта) и рельефу (3D карта) поля необходимо синхронизовать съемку с навигационными данными, за счет применения GPS или ГЛОНАС.

Информационно-управляющие технологии мобилизации агоресурсов.

При построении современных систем управления сельскохозяйственными территориями и производствами ключевую роль играет применение геоинформационных систем (ГИС), позволяющих оценивать обоснованность принимаемых решений на основе моделирования технологических процессов, с учётом условий агропроизводственной среды.

Концепция управления распределёнными ГИС на основе адаптации структуры их мультисервисных сетей связи к структуре агропроизводственных задач заключается в обеспечении возможностей быстрого информационного доступа к накопленным и текущим данным о состоянии (поведении) агрообъектов и их визуализацию по запросу специалистов. Сегодня на современном уровне развития науки и техники мы имеем:

- распределённые геоинформационные модели и макеты местности;
- спутниковые базовые навигационные станции и дистанционное управление пространством распределёнными объектами;
- системы космического, авиационно-воздушного, наземного видеомониторинга сельскохозяйственных объектов и территорий;
- видеодигитальные и мультимедийные способы и средства диспетчеризации;
- инновационные энергоресурсосберегающие проекты агротехнологий и агропроизводств.

В любой технологии электронно-оптического мониторинга и управления сельскохозяйственным производством одно из основных мест занимает система видеонаблюдения, обеспечивающая исчерпывающую информацию об идентифицируемом объекте и его поведении. На рис. 1 приведена инфраструктура организации управления территориально распределённым аграрным производством с использованием мобильных и дистанционных систем видеонаблюдения.

Видеокамеры (ПКВН, МКВН, СПВН, ВБ, ВБПУ, БПЛА) направленные на объекты аграрного производства выдают на выходе видеосигнал (видеокадры, видеоряды, видеопотоки). По коаксиальным кабелям и беспроводным радиоканалам видеoinформация поступает на рабочее место оператора и через коммутаторы КПВ и КСС выводится на монитор. Дополнительно могут быть реализованы различные автоматизированные режимы: организации и архивации видеoinформации с возможностью повторного просмотра; обнаружения траектории движения подвижных объектов; распознавания объектов по морфологическим признакам; концентрирования внимания оператора на видеокамерах, зафиксировавших отклонение поведения объектов и агротехнологических параметров.

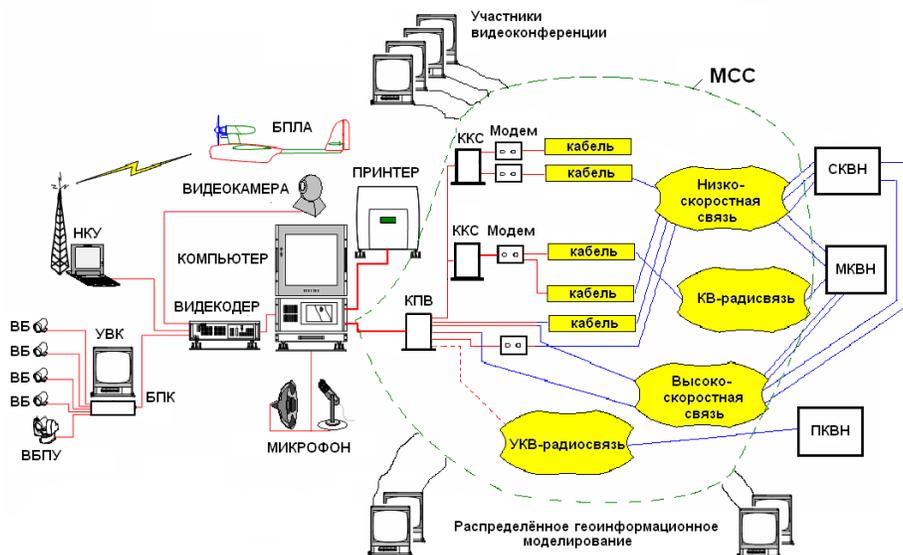


Рис. 1. Схема интеграции управления территориально-распределённым аграрным производством с использованием мобильных и дистанционных систем СВН: МСС – мультисервисная сеть связи; БПЛА – беспилотный летательный аппарат; НКУ – наземный комплекс управления видеоцифровой съёмкой; УВК – устройство видеоконтрольное с блоком питания и коммутации; БПК – бортовой передвижной видеокомплекс; ВБ – видеокамера бортовая; ВБПУ – видеокамера бортовая с поворотным устройством; КПВ – коммутатор пакетный высокоскоростной; ККС – контроллер каналов связи; ПКВН – переносной комплекс видеонаблюдения, принимать управляющую информацию от видеорегистраторов, сопровождающая звуковыми и световыми сигналами или командами на автоматические исполнительные устройства; МКВН – мобильный комплекс видеонаблюдения; СПВН – стационарный пункт видеонаблюдения и управления.

Видеонаблюдение может осуществляться как с наземных камер, расположенных на мобильных транспортных средствах, так и с использованием видеокамер, расположенных на беспилотном летательном аппарате [1-3].

На стационарных пунктах видеонаблюдения и управления собирается видеоинформация с нескольких мобильных комплексов. Для её отображения используется специализированный монитор, программы анализа и обработки потоков видеоцифровых изображений. Монитор позволяет отображать информацию от четырёх и более направлений видеонаблюдения, принимать управляющую информацию от видеорегистраторов, сопровождающая звуковыми и световыми сигналами или командами на автоматические исполнительные устройства.

Для реализации предложенного проекта управления территориально распределённым аграрным производством с использованием мобильных и дистанционных систем видеонаблюдения требуются значительные материально-финансовые затраты. Однако если считать неиспользованные возможности, потенциально существующие, но невостребованные, то мы имеем заведомо залоговую эффективность их применения.

ВЫВОДЫ

1. Для решения проблем энергоресурсосберегающей оптимизации агротехнологий целесообразным представляется разработка системы управления роботизированными агротехнологическими комплексами с использованием мобильных дистанционных систем видеонаблюдения и навигации.

2. Использование беспилотного летательного аппарата в качестве базы для размещения технических средств видеонаблюдения и навигации позволит сократить перечень и стоимость услуг систем глобальной навигации и пилотируемой авиации при видеоинспекции полей.

3. Рассмотренные в статье технические решения позволят строить системы дистанционного наблюдения за объектами аграрного производства и территориями любой протяжённости и размеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башилов А.М. Визуализация и наблюдение системной сложности точного земледелия. Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства. - М.: Изд. ВИМ, 2005, с.207-213.

2. Башилов А.М. Безграничные возможности инновационных технологий видеонаблюдения и видеоадминистрирования – М.: Изд. МГАУ, Вестник МГАУ, 2007.

3. Колесников Ю.П., Аванесов М.Ю. Концепция создания геопространственных систем видеосвязи на базе новых возможностей мультисервисных сетей обмена информацией. - Информация и космос, 2007, №4, с. 56-60.

Информация для контактов:

Профессор доктор технических наук, А. М. Башилов, Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

Докладът е рецензиран.