

А. М. БАШИЛОВ

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ
ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ
В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

***Ключевые слова:** видеонаблюдение, поведение животных, подвижные объекты, позиционирование, роботизированное производство.*

***Аннотация.** В статье изложен оригинальный материал по совершенствованию управления объектами аграрного производства на основе интеллектуальной системы видеонаблюдения подвижных объектов, в том числе животных, в закрытых помещениях, на открытых площадках и территориях.*

Основные инновационные тенденции развития точного сельскохозяйственного производства

В настоящее время инновационный процесс развития сельского хозяйства характеризуется тенденцией роста роботизации агротехнологических процессов. Применение роботов позволяет успешно решать задачи повышения точности земледелия и животноводства, снижения затрат ручного труда, мобилизации энерго- информационных ресурсов.

Чтобы агротехнологический процесс стал роботизированным, он должен обладать функцией самоорганизации, способной: обнаружить (найти), позиционировать (определять местонахождение), идентифицировать (распознать), наблюдать и управлять агрообъектом (объектами) в системе пространственно-временных координат реального производства.

Сейчас для обнаружения, позиционирования и идентификации чаще всего используются: спутниковые навигационные системы GPS (в основном для мониторинга транспортных средств и сельскохозяйственных агрегатов [1, с. 18]), телевизионное и цифровое видеонаблюдение [2, с. 280–281], а в последние годы еще и системы позиционирования в режиме реального времени – RTLS. Однако каждая из этих систем имеет свои ограничения.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики применяемых технологий идентификации и позиционирования подвижных объектов.

Технология позиционирования	Точность	Дистанция
Система спутниковой навигации ГЛОНАСС, GPS	10–15 метров	В пределах доступности
Сотовая связь	100–500 метров	В пределах доступности
Использование технологий WiFi	3–5 метров	50 метров
Инфракрасное	10 см	3–10 метров
Ультразвуковое	10 см	3–10 метров
Пассивные RFID системы радиочастотных идентификаторов	10 см	Менее 1 метра
Активные RFID Системы радиочастотных идентификаторов	1–3 метра	20–100 метров
Радиочастотное позиционирование по технологии «ближнего поля» NFER	0,5 метра	20–30 метров
Ультра широкополосная технология UWB (Ultra Wideband)	10 см	10 метров
Сетевая беспроводная система локального позиционирования RTLS	1 метр	> 30 метров
Компьютерное зрение	до 1 см	> 1000 метров

Спутниковые навигационные системы (GPS, ГЛОНАСС) обеспечивают позиционирование и идентификацию на огромных территориях, но не работают внутри помещений и требуют, чтобы контролируемый объект был снабжен устройством с уникальным кодом (меткой).

Системы видеонаблюдения обнаруживают и сопровождают множество целей, сигнализируют о возможных нарушениях режимов и параметров стационарных или подвижных объектов агротехнологического процесса, но не в состоянии надежно идентифицировать (распознать) объект наблюдения [3, с. 7–11]. Особенно в случаях, когда интересующий объект нужно выделить из множества подобных (найти «иногое» среди множества «своих»).

Сетевая беспроводная система локального позиционирования RTLS (Radio-frequency identification) используются для различных целей в разнообразных приложениях, позволяя контролировать местонахождение и движение объектов и надежно их идентифицировать как вне, так и внутри помещений. Но контролируемые объекты, как и в

случае GPS, должны быть снабжены метками, а объекты, не снабженные метками, система «не видит». В таблице 1 приведены сравнительные характеристики современных технологий идентификации и позиционирования подвижных объектов.

Получается, что ни одна из перечисленных систем не может решить в полной мере поставленную задачу. Решением может стать совместное использование перечисленных систем. Такая интеграция открывает возможности, не доступные системам по отдельности [4, с. 46–48].

Но в любом случае совместное использование принципиально различных систем обнаружения, локализации, идентификации и мониторинга позволяет сделать очередной шаг на пути снижения влияния человеческого фактора при получении и вводе данных в АСУ ТП и П – там, где раньше это было не достижимо. Автоматическая идентификация, позиционирование и наблюдение подвижных объектов без участия человека становится все более актуальной задачей.

Задачи устойчивого видеослежения подвижных объектов в закрытых помещениях и на открытых пространствах

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS, локального позиционирования RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV может дать новые синергетические эффекты и возможности решения задач повышения точности роботизированных агротехнологических процессов и сопровождающих эту тенденцию экономических приращений прибылей.

Совместное использование RTLS и ГЛОНАСС/GPS позволяет распространить контроль перемещения транспортных средств и сельскохозяйственных машин на зоны, где отсутствует прямая видимость спутников – крытые дворы, здания, сооружения. При этом возникают дополнительные возможности контролировать локальные перемещения животных и персонала в производственных и внепроизводственных помещениях закрытого и открытого типа.

Совместное использование RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV позволяет совместить возможности идентификации и позиционирования объекта по метке с его визуальным наблюдением. Например, в случае, если датчик движения видеокамеры обнаруживает движение объекта, а сигнал радиометки в секторе обзора видеокамеры при этом отсутствует, это может означать движение постороннего (не интересующего) объекта. Можно одновременно вывести на экран оператора для анализа видеоизображения объекта, находящегося перед видеокамерой, и идентифицировать его по сигналу метки. Такой подход формирует уникальные возможности по автоматической идентификации объекта при автоматизированном видеонаблюдении

поведения животных, что позволяет существенно уменьшить нагрузку на персонал, снизить вероятность ошибки или ложной тревоги при выполнении агротехнологических операций. Кроме того, при интеграции системы RTLS и данных видеонаблюдения позволит выявить случаи движения объекта с использованием метки, которую злонамеренно либо по халатности переадресовали другому объекту.

Совместное использование RTLS, ГЛОНАСС/GPS и ITV наблюдения даёт ещё большее число вариантов получения синергетического эффекта: при оценке индивидуального состояния животного (идентификация и определение местоположения животного в стаде, индивидуальный контроль и учёт параметров животного, ведение календаря и истории животного), в процессе доения (контроль работы оператора и поведения животного), при кормлении (продолжительность поедания, пережёвывание корма, прирост живой массы), в процессе осеменения (идентификация половой охоты, наблюдение за отёлом животного), при оценке подвижности животного (контроль моциона, двигательная активность животного, поведенческие признаки), при проведении зооветеринарных мероприятий (бонитировка, идентификация заболеланий, формирование календаря ветеринарных мероприятий).

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS, локального позиционирования RTLS и интеллектуального видеонаблюдения ITV обусловлено разнообразием подвижных объектов (животные, человек, мобильная и конвейерная техника), распределённостью их в пространстве (в пределах одной фермы, одного хозяйства, района, области), масштабом оперативно-технологических процессов (число особей, единиц техники, персонала). В соответствии с этим их приоритетность будет меняться, однако высокая информативность, наглядность, оперативность, многофункциональность и универсальность видеоаналитической составляющей с нарастающей функцией круглосуточного, длительного, более пристального, интеллектуального наблюдения за поведением животных и окружающей агропроизводственной инфраструктурой в перспективе будет иметь центральное значение.

Дополнительные информационно-аналитические возможности применения систем интеллектуального видеонаблюдения:

1. Видеонаблюдение поведения многочисленных и разнообразных объектов в закрытых помещениях, на поточных технологических

линиях, при охране периметра и территории агропредприятия или животноводческой фермы.

2. Определение общего состояния стада животных (число животных, скученность и обособленность животных, активность и беспокойство животных, борьба за лидерство).

3. Осмотр стада во время пастьбы, доения, кормления, поения и отдыха (выявление слабых и сильных животных, здоровых и больных).

4. Осмотр стада при стойловом или групповом содержании (определение общего состояния животных в группах).

5. Наблюдение условий содержания животных и работы технологического оборудования.

6. Определение общего состояния животного (положение тела в пространстве, полнотелость, телосложение, состояние шерстного покрова и кожи, присутствие или отсутствие выделений из носа, глаз, влагалища).

7. Наблюдение акцентуруемого животного и определение структуры поведения (продолжительность лежания, стояния, кормления, поения, движения в стойле, передвижения на пастбище).

8. Обнаружение больного животного путём селективного осмотра и наблюдения поведенческих реакций.

9. Обнаружение детальных признаков прохождения половой охоты и осеменения животных.

10. Наблюдение предродовых признаков и родов животного в специальном помещении.

11. Установление характера заболевания путём тщательного обследования частей животного (при достаточном освещении, в установленной последовательности: голова, шея, грудная клетка, живот, вымя, матка, таз, конечности).

12. Термометрическое наблюдение.

13. Акустическое наблюдение путём выслушивания.

Система интеллектуального видеонаблюдения поведения и детектирования движения животных

Система интеллектуального видеонаблюдения основана на интеграции трёх компонентов: видеоподсистемы, подсистемы определения местоположения и спутниковой системы глобальной навигации. Система интеллектуального видеонаблюдения на основе локационных данных, поступающих от подсистемы определения местоположения, осуществляет автоматическое определение активной видеокамеры (в зоне видимости которой находится объект) и выбирает маршрут видеозаписи. Видеоподсистема получает ви-

деопоток от активной камеры и передаёт по выбранному маршруту в видеоархив или посылает оператору. При использовании в системе поворотных камер осуществляется непрерывное видеосопровождение объекта наблюдения на протяжении участка его движения. Благодаря использованию данных от системы позиционирования и анализу видеоизображения, система интеллектуального видеонаблюдения осуществляет слежение за определенным объектом без привлечения оператора. Данную систему можно использовать, например, на животноводческих фермах. На рисунке 1 приведена структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных.

На животноводческой ферме, где развёрнута система, размещаются базовые станции определения местоположения и видеокамеры. К объекту (животное, человек, мобильный агрегат, транспортное средство) за которым ведётся наблюдение, крепится мобильное устройство – тег (метка). Базовые станции измеряют расстояние до тега и передают полученные данные серверу подсистемы определения местоположения, который переводит их в координаты. Затем эти координаты поступают на сервер видеоподсистемы, который, в свою очередь, производит захват видеопотока от соответствующей камеры и выполняет его дальнейшую обработку.

Использование предлагаемой системы позволит:

- автоматически переключать видеоизображения с разных камер на основе анализа координат наблюдаемого объекта;
- регистрировать видеоизображения в момент движения интересующего объекта перед камерой;
- получить качественное видеоизображение;
- увидеть интересующий объект в разных ракурсах, соответствующих основным зонам агротехнологических процессов;
- производить видеонаблюдение за каждым животным автоматически, без оператора;
- формировать архив видеоданных о поведении каждого интересующего объекта;
- дальнейшее уточнение поведенческих реакций и диагностирования интересующего объекта проводить с помощью анализа изображения на сервере видеоподсистемы.

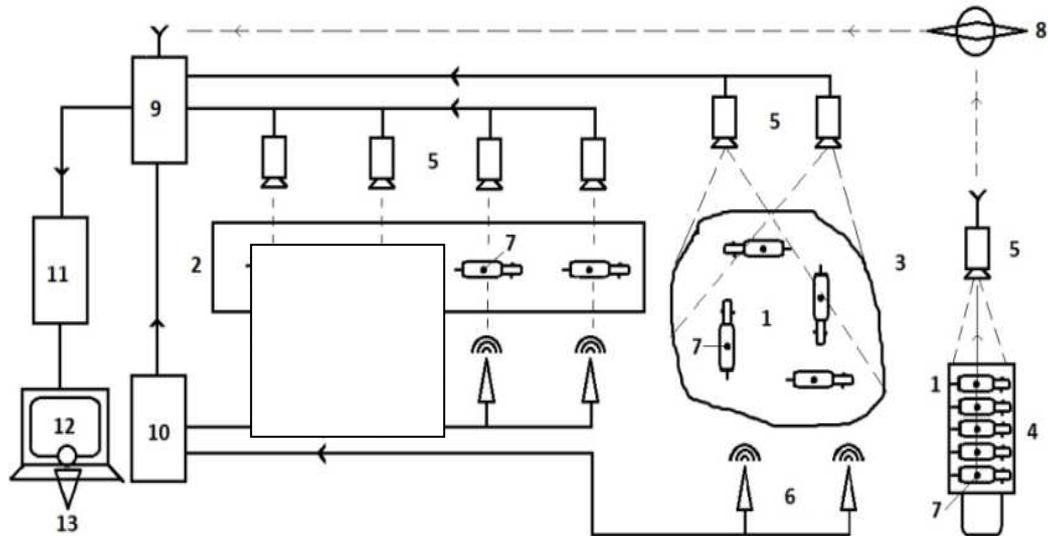


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных: 1 – наблюдаемые животные; 2 – животноводческая ферма; 3 – выгульная площадка или пастбище; 4 – транспортное средство; 5 – видеокамеры; 6 – точки доступа, базовые станции радиочастотной идентификации; 7 – теги, метки радиочастотной идентификации; 8 – спутниковая система глобального позиционирования; 9 – сервер подсистемы определения местоположения; 10 – сервер подсистемы видеозаписи; 11 – видеоархив; 12 – монитор; 13 – оператор.

Выводы:

1. Видеонаблюдение – наиболее перспективный способ регистрации поведенческих характеристик подвижных объектов аграрного производства.

2. Совместное использование глобального наведения, локального позиционирования и интеллектуального видеонаблюдения в аграрном производстве значительно расширит информационно-управляющие функции автоматизированных агротехнологических процессов.

3. Система видеонаблюдения повышает эффект присутствия специалиста в зонах производства, обеспечивает более пристальное внимание к состоянию интересующего объекта и позволяет осуществлять постоянный контроль за его поведением, а следовательно, осуществлять более эффективное управление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башилов А. М., Левшин А. Г., Головкин В. А. Автоматическое пилотирование и диспетчеризация мобильных агрегатов. Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина». 2011. № 2. С. 18–22.

2. Башилов А. М., Стребков Д. С., Королев В. А., Трубников В. З. Принципы построения и варианты реализации систем электроснабжения, навигации и управления движением перспективных агроагрегатов. Ползуновский вестник. 2011. № 2–2. С. 280–284.

3. Башилов А. М., Королев В. А. Видеонаблюдение и навигация в системах точного земледелия // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина». М.: МГАУ. № 3 (34), 2009, С. 7–11

4. Башилов А. М. Проект управления аграрным производством на основе систем видеомониторинга. Техника и оборудование для села. 2010. № 10. С. 46–48.

INTELLIGENT VIDEO CONTROL IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Keywords: *video surveillance, positioning, mobile objects, animals behavior, robotic production.*

Annotation. *The article describes the original material about management improvement of objects of agricultural production based on smart mobile video surveillance system of objects, including animals, indoors, outdoors and territories.*

БАШИЛОВ АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Электротехнологии в СХП» ФГОУ ВПО Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина, 127550, Москва, Тимирязевская, 58, (bashilov@inbox.ru).

BASHILOV ALEKSEY MIHAYLOVICH – doctor of technical sciences, professor, head of the chair «Electric technologies in agricultural production», Moscow state university of agricultural engineering after V. P. Goryachkin, 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 58, (bashilov@inbox.ru).
