

4. Prigogine I. Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes. – N.Y.: John Wiley, 1967.

Викладено основи теорії стійкості систем, яка може виявитися справедливою при досить загальних умовах, включаючи як рівноважні, так і нерівноважні стани. Критерій стійкості заснований на теорії Ляпунова про стійкість механічних систем. Нестационарні стани ентропії визначені як функціонал Ляпунова.

Нерівноважні стаціонарні стани, функціонал Ляпунова, варіація ентропії, критерії стійкості.

The foundations of the theory of stability of systems that may be valid under fairly general conditions, including both equilibrium and non-equilibrium states. Sustainability criteria are based on the theory of Lyapunov stability of mechanical systems. Unsteady state entropy defined as Lyapunov functional.

Nonequilibrium steady states, the Lyapunov functional, variation entropy, stability criteria.

УДК 637.1

НАЗЕМНЫЕ И СПУТНИКОВЫЕ СРЕДСТВА НАБЛЮДЕНИЯ, НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В ТОЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

Д.С. Стребков, академик РАСХН

А.М. Башилов, доктор технических наук

В.А. Королёв, кандидат технических наук

***Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства, г. Москва***

Рассмотрена стратегия развития фундаментальных направлений агроинженерной науки, включающая расширение сферы применения современных информационно-коммуникационных систем точного управления агротехнологическими процессами на основе интеллектуальной системы видеонаблюдения за подвижными объектами, в том числе животными в закрытых помещениях и на открытых пространствах.

Стратегия, информационно-коммуникационные системы, видеонаблюдение, идентификация, позиционирование, подвижные объекты, поведение животных, роботизированное производство.

Уровень сельскохозяйственного производства, на фоне современных достижений научно-технического прогресса, требует модернизации, создания высококвалифицированных производств и привлечения молодёжи в село.

В сельском хозяйстве применение инфокоммуникационных систем и технологий особенно эффективно в крупных самодостаточных сельскохозяйственных организациях при решении оптимизационных многофакторных задач управления экономикой и бизнесом. Для реализации таких задач требуется информационная система оперативного управления, организационно-экономической базой которой должен быть унифицированный автоматизированный информационно-технический комплекс на основе конвергенции наземных и спутниковых систем дистанционного наблюдения, навигации, наведения и управления стационарными и мобильными объектами, роботизированными агрегатами, поточными линиями и мехатронными аппаратами [1–5].

Основные составляющие ожидаемого экономического эффекта от внедрения информационно-коммуникационных роботизированных систем точного земледелия и животноводства: народнохозяйственная – обеспечение возможности роста сельскохозяйственной продукции за счёт модернизации материально-технической базы, повышения производительности труда, применения современных технологий; социальная – предоставление сельским жителям широкого спектра услуг информационной связи и автоматизации, способствующих повышению эффективности при сбыте продукции, выборе технологий производства агропродукции, а также социально-значимых услуг; корпоративная – повышение деловой активности сельхозпроизводителей и населения при объединении усилий с другими предприятиями и организациями, заинтересованными в росте объёмов сельхозпродукции и входящими в единое информационное пространство сельскохозяйственных регионов; политико-административная – повышение эффективности сельхозпроизводства за счёт перехода на инновационные технологии с использованием комплексной механизации, автоматизации и информатизации всех технологических операций и производственных процессов, что обеспечивает достижение высокого уровня потребления и продовольственной безопасности.

Цель исследований – применение в сельском хозяйстве унифицированных автоматизированных диспетчерских центров, роботизированных производств, мобильных агрегатов и беспилотных летательных аппаратов на основе видеонаблюдения, локального позиционирования и спутниковой навигации, обеспечивающих оперативность и качество реализации агротехнологических процессов.

Результаты исследований. *Основные задачи создания наземных и спутниковых средств наблюдения, навигации и управления в точных агротехнологиях:*

- создание условий для расширения предоставляемых информационно-коммуникационных услуг с использованием результатов космической деятельности, накопленных знаний и передового агропроизводственного опыта в интересах развития сельскохозяйственных регионов;
- освоение технологий точного производства с использованием средств спутниковой связи, аппаратуры цифровой обработки сигналов и информации, микроэлектромеханических и робототехнических систем,

новых интеллектуальных датчиковых систем, мобильных транспортных средств и агрегатов;

- доведение до конечных потребителей результатов космической деятельности в сфере дистанционного зондирования Земли, спутниковой связи, использования навигационных технологий, беспилотных летательных аппаратов, систем компьютерного зрения;

- разработка новых конкурентоспособных агропроизводственных технологий на основе спутниковой связи, дистанционного зондирования Земли, навигационного обеспечения, слежения и мониторинга подвижных наземных объектов с использованием космической и наземной идентификационной системы позиционирования;

- решение задач картографии, контроля состояния природной среды, инвентаризации природных ресурсов, обеспечения рационального ведения сельскохозяйственной деятельности;

- обеспечение международного сотрудничества в области использования информационно-коммуникационного пространства, развитие кадрового потенциала сельскохозяйственной отрасли.

Для реализации рассматриваемого проекта требуются значительные ресурсы и сроки.

Система мероприятий для реализации проекта

Мероприятия по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам – создание и оснащение специализированных конструкторских бюро и научно-исследовательских лабораторий на базе сельскохозяйственных ВУЗов РФ.

Строительство и техническое оснащение региональных диспетчерских информационно-коммуникационных центров и разветвлённой сети управления сельскохозяйственным производством.

Этапы развития

Первый этап. Формирование приоритетных направлений развития информатизации и автоматизации в высокоэффективных технологиях. Формирование рынка информационных услуг, автоматизированных рабочих мест и технологий. Совершенствование структуры, функций и повышение роли информационно-диспетчерского управления при выполнении планов работ, организационно-техническая помощь производственным подразделениям и машинно-тракторным агрегатам, а также внедрение прикладных компьютерных программ в растениеводстве и животноводстве. Совершенствование информационного обеспечения реализуемых технологий, способствующее повышению производительности труда и сокращению затрат времени. Систематизация первоочередных задач и функций информационной системы автоматизированного оперативного управления.

Второй этап. Проектирование информационно-коммуникационных систем на основе космических и наземных средств мониторинга и дистанционного управления. Создание баз данных и баз знаний, включающих экспертные системы, достижения учёных и изобретения, опыт передовых сельхозорганизаций в производстве и переработке продукции.

Третий этап. Обеспечение внедрения в сельхозорганизациях высокоэффективной технологии принятия управленческих решений. Внедрение современных средств и методов автоматизированного управления производственными процессами с использованием когнитивной и системноорганизованной информации. Роботизация агротехнологических процессов. Формирование организационно-финансовой программы модернизации отраслей сельскохозяйственного производства.

Совместное использование систем глобальной навигации, локального позиционирования и интеллектуального видеонаблюдения

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 (иден-

тификация половой охоты, наблюдение за отёлом животного), при оценке подвижности животного (контроль моциона, двигательная активность животного, поведенческие признаки), при проведении зооветеринарных мероприятий (бонитировка, идентификация заболеваний, формирование календаря ветеринарных мероприятий).

Совместное использование систем глобальной навигации ГЛО-НАСС/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 в животноводстве

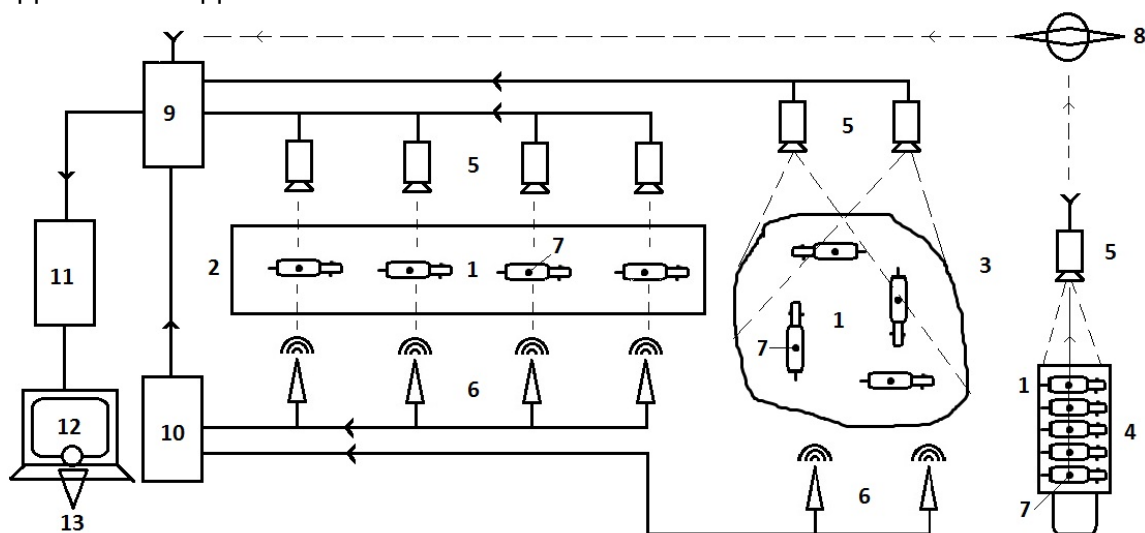
- Видеонаблюдение поведения многочисленных и разнообразных объектов в закрытых помещениях, на поточных технологических линиях, при охране периметра и территории агропредприятия или животноводческой фермы.
- Определение общего состояния стада животных (число животных, скученность и обособленность животных, активность и беспокойство животных, борьба за лидерство).
- Осмотр стада во время пастбы, доения, кормления, поения и отдыха (выявление слабых и сильных животных, здоровых и больных).
- Осмотр стада при стойловом или групповом содержании (определение общего состояния животных в группах).
- Наблюдение условий содержания животных и работы технологического оборудования.
- Определение общего состояния животного (положение тела в пространстве, полнотелость, телосложение, состояние шерстного покрова и кожи, присутствие или отсутствие выделений из носа, глаз, влагалища).
- Наблюдение акцентированного животного и определение структуры поведения (продолжительность лежания, стояния, кормления, поения, движения в стойле, передвижения на пастбище).
- Обнаружение больного животного путём селективного осмотра и наблюдения поведенческих реакций.
- Обнаружение детальных признаков прохождения половой охоты и осеменения животных.
- Наблюдение предродовых признаков и родов животного в специальном помещении.

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

- Термометрическое наблюдение.
- Акустическое наблюдение путём выслушивания

Система интеллектуального видеонаблюдения поведения и детектирования движения животных с мобильно-транспортных средств

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 видеопоток 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 приведена структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных.



Структурно-функциональная схема интеллектуальной системы позиционного видеонаблюдения поведения животных

и транспортных средств: 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; 12 – оператор

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 можно проводить с помощью анализа изображения на сервере видеоподсистемы.

Выводы

1. Современные достижения науки и техники создают фундаментальные предпосылки дальнейшего развития и совершенствования роботизированного сельскохозяйственного производства в направлении повышения точности реализации агротехнологических процессов.

2. Видеонаблюдение – наиболее перспективный способ регистрации структурно-морфологических, динамических и поведенческих характеристик подвижных объектов аграрного производства при их глобально-локальной навигации, точном позиционировании и дистанционном управлении.

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

4. Система видеонаблюдения и позиционирования поведения животных и мобильно-транспортных средств повышает эффект присутствия специалистов 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.

Список литературы

1. Башилов А.М. Видеонаблюдение и навигация в системах точного земледелия / А.М. Башилов, В.А. Королев // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. Горячкина». – 2009. – №3(34). – С. 7–11.
2. Башилов А.М. Проект управления аграрным производством на основе систем видеомониторинга / А.М. Башилов // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 10. – С. 46–48.
3. Левшин А.Г. Автоматическое пилотирование и диспетчеризация мобильных агрегатов / А.Г. Левшин, А.М. Башилов, В.А.Головки. // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. – 2011. – № 2. – С. 18–22.
4. Принципы построения и варианты реализации систем электроснабжения, навигации и управления движением перспективных агроагрегатов / Д.С. Стребков, А.М. Башилов, В.А. Королев, В.З. Трубников. // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2–2. – С. 280–284.
5. Шевченко И.А. Стратегия разработки автоматизированной системы управления молочным скотоводством / И.А. Шевченко, Э.Б. Алиев. // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – №3(11).– С. 37–43.

Розглянуто стратегію розвитку фундаментальних напрямів агроінженерної науки, що включає розширення сфери застосування сучасних інформаційно- комунікаційних систем точного управління агротехнологічними процесами на основі інтелектуальної системи відеоспостереження за рухомими об'єктами, в тому числі тваринами в закритих приміщеннях і на відкритих просторах.

Стратегія, інформаційно-комунікаційні системи, відеоспостереження, ідентифікація, позиціонування, рухомі об'єкти, поведінка тварин, роботизоване виробництво .

The strategy of the development main fundamental direction agro-engineering sciences with expansion of the sphere of the using modern information-communication systems of exact management agro-technological processes on base of the intellectual system video control mobile objects, including animal, in closed premiseses, on opened platform and territory is stated in the article.

The strategy, information-communication systems, video control, identification, positioning, rolling objects, behaviour animal, robotized production.