

ет свою предпочтительную область применения, обусловленную целью обработки ОГС.

**Гируцкий И.И., д.т.н., доцент,
Сеньков А.Г., к.т.н., доцент, Грищенко А.Б.
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
РОБОТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Эпоха механизации производства была связана с непрерывным увеличением единичной мощности оборудования. Это обусловлено необходимостью повышения производительности труда человека, осуществляющего управление средствами механизации. Увеличение единичной мощности оборудования, как правило, сопровождается ростом его металло- и энергоемкости. Развитие возможностей математического моделирования и их реализации на базе современных средств компьютеризированного управления позволяет принципиально изменить подходу к выбору параметров технологического оборудования сельскохозяйственного производства. Исключение не только физических, но и интеллектуальных возможностей человека при реализации технологических и производственных процессов – основное направление современной науки и техники.

Industrie 4.0, или четвертая промышленная революция, идет сегодня, набирает обороты и заключается в развитии робототехники, дальнейшей цифровизации экономики и автоматизации производства и сферы услуг, расширении применения безлюдных технологий и искусственного интеллекта. Но осуществить этот переход возможно лишь при наличии высококвалифицированных инженерных кадров и программистов.

Автоматизация в сельскохозяйственном производстве часто более сложная, нежели в промышленности. Это связано с взаимодействием с биологическими объектами, что вызывает необходимость одновременного контроля по нескольким параметрам, причем разным по своей физической величине и требует повышения надежности системы. Производственные процессы распределены во време-

ни и пространстве. Многие параметры зависят от случайных факторов. Надежность, адаптивность (гибкость), возможность управления разнородными объектами и построения распределенных многоуровневых систем – вот основные требования, предъявляемые к современным системам управления.

Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственного производства не в малой степени связано с использованием «информационного ресурса», компьютеризацией и роботизацией технологических процессов и установок [1, 2, 3]. Для их реализации идёт внедрение новых информационных технологий управления. Здесь еще нет устоявшейся терминологии, поэтому можно встретить такие определения, как точное, высокотехнологичное или координатное управление, точные технологии в животноводстве, в молочном скотоводстве и т.п. Под «интеллектуальной роботизацией» будем понимать создание новых технологий и оборудования, где функции человека, включая интеллектуальные, экспертные перекладываются на программно-технические средства, создавая возможность реализации «безлюдных» производств. Но при этом суть нововведения сводится к интегрированной информационной системе управления сельскохозяйственными технологиями с целью повышения их эффективности, улучшения количественных и качественных показателей производимой сельскохозяйственной продукции, с учетом индивидуальных особенностей живых организмов и влияния на них параметров окружающей среды, а также минимизацией воздействий этих технологий на окружающую среду. Например, переход от группового кормления и доения коров к индивидуальному, приводит к необходимости увеличения в сотни и тысячи раз объемов получаемой и перерабатываемой информации. Причем постоянное снижение стоимости программно-технических средств построения систем управления делает эффективным расширение сфер их применения.

Рассмотрим теоретические аспекты и практическую реализацию интеллектуальных автоматизированных методов управления, на примере технологического процесса раздачи жидких кормов на свиноводческих комплексах.

Основные функции управления процессом кормления свиней [2]:

1. Определение начала времени кормления.

2. Расчет доз кормления в соответствии с количеством и половозрастными характеристиками животных.
3. Приготовление необходимого объема корма.
4. Раздача корма по кормушкам в соответствии с запланированными дозами.
5. Контроль поедаемости корма.

При предыдущем уровне возможностей средств управления функции (1), (2) и (4) выполнялись персоналом [1, 2]. Необходимость наличия персонала при определении доз кормления и контроля поедаемости корма обуславливала двухкратное кормление свиней за время рабочего дня. Соответственно, технологическое оборудование должно было обеспечить приготовление и раздачу суточной дозы корма за 2–4 часа.

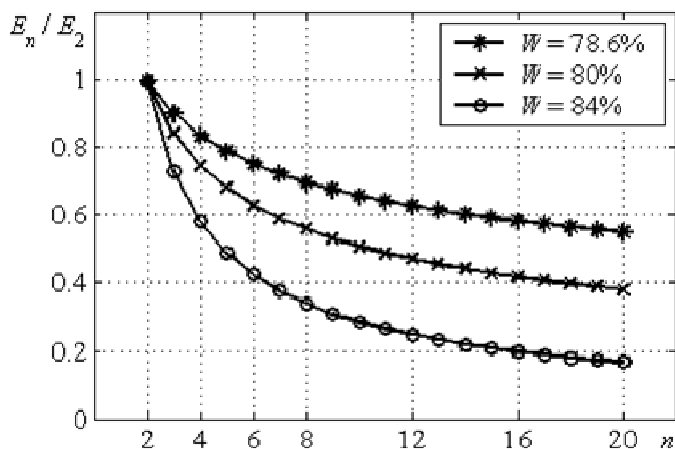


Рисунок 1 – Сокращение энергозатрат на раздачу жидкого корма при увеличении числа кормлений в сутки n:

E_2 , E_n – энергозатраты, соответственно, при 2-разовом и n-разовом кормлении;
 W – влажность кормосмеси.

Внедрение современных инфокоммуникационных технологий управления, позволяющих исключить обязательное присутствие оператора, может дать трех- и более кратное снижение энергозатрат на раздачу жидкого корма по сравнению с 2-разовым кормлением (рис. 1)

Раздача корма осуществляется до 20 раз за сутки. Снижение разовой дозы выдаваемого корма позволяет существенно, в 2...5 раз, уменьшить объем и металлоемкость смесительных ванн и групповых кормушек. Текущий объем замеса определяется на основании опроса датчиков наличия корма в кормушках и базы данных. Датчики наличия корма работают по принципу электропроводимости [3].

Подобный результат наблюдается и при эксплуатации доильных роботов. Возможность круглосуточного доения коров в два и более раз снижает необходимое число доильных мест по сравнению с доильными залами. Кроме того, возможность доения коров с более длительными интервалами между доениями положительно сказывается и на продуктивности коров [4].

Но роботизация требует создания интеллектуальных средств диагностики состояния животных и оборудования. Так в информационном обеспечении молочного скотоводства актуальной задачей является определение субклинического мастита коров в реальном масштабе времени. Особый интерес и актуальность среди автоматизированных методов диагностики мастита у коров представляет термографический, в силу своей бесконтактности и многофункциональности [5].

Анализ термографических снимков вымени коровы показывает распределенный характер температурного поля. В местах наличия воспалительных процессов температура повышается. Поэтому в качестве информационного параметра была исследована максимальная температура отдельных областей вымени коровы (рис.2). В первой группе были здоровые животные с отрицательной пробой по кенотесту (-); Во второй группе коровы с сомнительной пробой по кенотесту (+); Третья группа включала животных с субклинической стадией мастита (++) , а в четвертой с клинической выраженной стадией мастита (+++).

Взаимное перекрытие кривых распределения температур вымени для различных групп животных можно объяснить биологической природой объекта контроля и влиянием различных возмущающих факторов, таких как стресс, изменение окружающей температуры, период лактации и т.п.

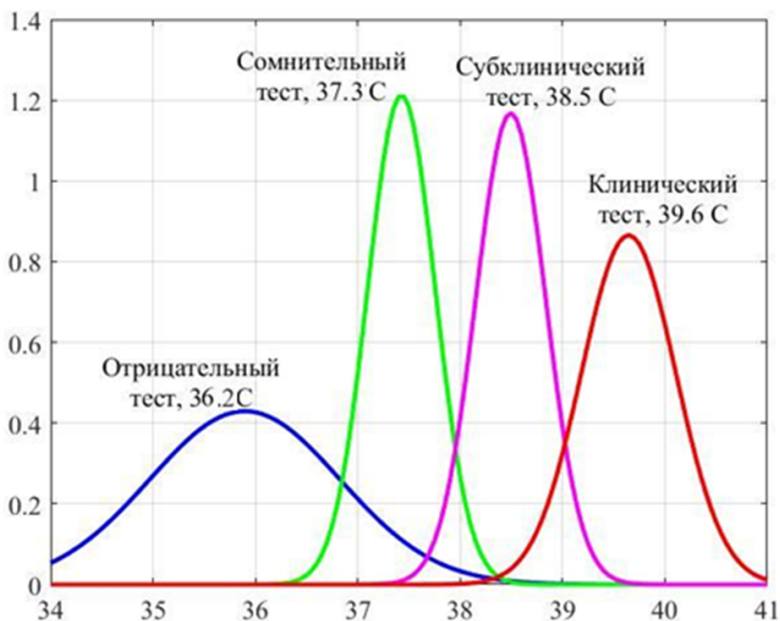


Рисунок 2 – Распределение плотности вероятности максимальной температуры вымени коровы для 4-х групп животных по степени заболевания маститом

Современные технологии интеллектуальной роботизации широко используются и в растениеводстве. Так, использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в земледелии и в целом в сельском хозяйстве – одно из наиболее перспективных направлений применения этой технологии. БЛА есть уже практически во всех крупных хозяйствах. Высокая точность полета, обеспечиваемая за счет GPS-навигации, делает особенно полезным применение БЛА в современном точном земледелии для оперативного мониторинга развития выращиваемых сельскохозяйственных культур, точечного внесения удобрений и средств защиты растений (СЗР). Такие технологические операции, как внесение удобрений в период весенней распутицы, на местности со сложным рельефом, десикация на поздних стадиях вегетации растений сейчас выполняет в основном авиация [6].

Поддержание оптимальных параметров микроклимата внутри зданий и сооружений является одной из основных задач систем ав-

томатизации современных тепличных комплексов. Комфортные условия для растений должны обеспечиваться даже при резких колебаниях температуры наружного воздуха в ночное и дневное время холодного периода года. При этом важное значение имеет энергоэффективность систем отопления, которая может быть улучшена за счет совершенствования методов автоматического управления. Для этого предлагается использовать данные краткосрочного почасового прогноза погоды, позволяющие с достаточно большой точностью прогнозировать изменения наружной температуры воздуха на сутки вперед [9]. Современные серверы погоды предоставляют в распоряжение пользователей программный интерфейс (англ. application programming interface, API), с помощью которого подключенный к сети Интернет пользователь, т.е., микропроцессорное устройство управления САР, может сформировать программный запрос к серверу погоды и получить от него подробные данные о прогнозе погоды (температура, влажность, скорость ветра, облачность, осадки) на ближайшие сутки [7].

Но новые технологии требуют подготовки соответствующих специалистов. Известная аксиома успеха в век научно-технического прогресса, заключающаяся в решении двуединой задачи – разработке новых технологий и быстрому внедрению их в производство, делает обязательной интеграцию науки (разработка) и образования (обучение грамотному использованию новых технологий). Такой подход требует достаточно сложных и длительных, не только структурных, но и психологических изменений в нашей сложившейся системе практически независимого функционирования науки, образования и производства.

Для учебно-научного процесса агроинженерного университета кардинальные изменения в технологиях управления и робототехники должны сопровождаться адекватным развитием соответствующей лабораторной базы. БГАТУ создана прекрасная программно-техническая база для инновационной подготовки активных специалистов в области построения современных систем управления производством [8]. Темпы перемен зависят от качества подготовки будущих специалистов, которые должны обладать способностью непрерывного обновления собственных знаний и навыков.

Список использованных источников

1. Гируцкий, И.И. Энергосберегающий потенциал интеллектуальной раздачи жидких кормов на свиноводческих

комплексах /И.И. Гируцкий, А.Г. Сеньков, Н.М. Матвейчук// Mechanization in agriculture/ Year LX1, ISSN 08`61-9638, issue 10/2015, Bulgaria. – p. 12–14.

2. Гируцкий И.И. Точное управление откормом свиней, [электр] /И.И. Гируцкий// Труды 6-й Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», ИПУ РАН, Москва, 2007. – С. 508–525.

3. Автоматизированная система для откорма свиней. /И.И. Гируцкий, А.А. ур, С.В. Крылов, В.Ф. Марышев // Патент на полезную модель РБ №7909. Заявл. 15.06.2011; опубл. 28.02.2012.

4. Сеньков, А.Г., Гируцкий И.И., Грищенко А.Б. Математическая модель накопления молока в вымени коровы... / А.Г. Сеньков, И.И. Гируцкий, А.Б. Грищенко // Системный анализ и прикладная информатика, 2019 (1). – С. 9–12.

5. Ivan I. Hirutski, Yuri A. Rakevich, Andrey G. Senkov Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis//IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS AGRICULTURAL MACHINERY, Year V Volume 1/8, 23.06 – 26.06.2021, VARNA, BULGARIA, pp. 48–53.

6. Робот над полем. Растущая потребность АПК в беспилотниках подталкивает ученых на разработку специализированных дронов для сельского хозяйства [Текст] / И. Дашковский, И. Шивков // Агротехника и технологии: ООО "Москоутаймс". – 2017. – №6. – С. 32–35. : цв. ил.

7. Сеньков А.Г. Автоматическое регулирование температуры воздуха в теплице с учетом данных прогноза погоды. Информатика. 2021;18(3):59-67. <https://doi.org/10.37661/1816-Q3Q1-2Q21-18-3-59-67>.

8. Гируцкий, И.И. Подготовка инженеров по автоматизации производства/ И.И. Гируцкий//Материалы 7-й Междунар. конф. «Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении», Минск, БНТУ, 2021. – С. 72–73.