

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
АКАДЕМИЯ АГРАРНЫХ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ АССОЦИАЦИЯ АГРОИНЖЕНЕРИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ВИМ)
БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (БелНИИМСХ)
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (БАТУ)**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(7 - 9 июня 2000 г., г. Минск)**

МИНСК-МОСКВА 2000

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Бородин И.Ф., Герасимович Л.С.,
Гуляев Г.А., Крутов А.В., Хорошенков В.К.

Ответственный за выпуск
Гуляев Г.А.

Набор и компьютерная верстка – Лужнова Е.С.
Корректор – Афонина И.И.

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Минько Ф.Ф. (Минсельхозпрод РБ)
Нагорский И.С., Дашков В.Н. (ГП «БелНИИМСХ»)

Сейчас, на пороге нового тысячелетия, когда стали глобальными проблемы экономии всех видов ресурсов и уменьшения негативных техногенных воздействий на окружающую среду, особенно актуальными задачами агроинженерной науки, как экспериментально - теоретического базиса технического прогресса в сельском хозяйстве и сельхозмашиностроении, становятся задачи автоматического управления новой техникой для полей и ферм.

Механизатор физически не может качественно управлять современными сельскохозяйственными машинами, которые работают на повышенных рабочих скоростях, выполняют за один проход несколько технологических операций и имеют высокую производительность, если эти машины не оснащены элементами автоматизации. Примером могут служить комбинированные почвообрабатывающие посевные агрегаты, совмещающие подготовку почвы и посев зерновых, зернобобовых культур и подсев трав, моделей АПП -3,0 и АПП -4,5.

В этих агрегатах необходимо, прежде всего, контролировать работу высевальных аппаратов, уровень семян в бункере, положение маркёра, перекрытие семяпроводов для устройства технологической колеи. Такой агрегат, если он не оснащён, прежде всего, средствами контроля, не может гарантировать качественного выполнения технологического процесса.

Особенно важна роль автоматизации при работе уборочной техники, где она призвана обеспечить качество выполнения операций и предотвратить потери продукции. Так, при работе машин для уборки льна, например, подборщика - очёсывателя ПОО -1, требуются точное наведение рабочих органов на ленту тресты и контроль за возможным забиванием очёсывающего аппарата, за заполнением бункера ворохом, а также за сходом ленты с оборачивателя, которое происходит вне поля зрения водителя. Таким образом, здесь, кроме средств технологического контроля, требуются и локальные системы управления рабочими органами машины.

В стационарном оборудовании устройства автоматизации выполняют функции управления машинами и обеспечивают высокую точность соблюдения технологических требований, оптимизируют работу установок. Примером может служить широкое использование в конструкции нового оборудования для приготовления и раздачи кормов, разрабатываемого БелНИИМСХ, электронных весовых устройств на базе тензодатчиков. Подобный метод автоматизации дозирования кормосмесей применён в комплектах комбикормового оборудования и в самозагружающемся раздатчике-смесителе ПР-Ф-8. Использование электронных весовых устройств позволяет вводить элементы программируемо-

го управления технологическим процессом с применением микропроцессоров. Так, весоизмерительный механизм ВИМ -500 имеет пределы взвешивания от 5 до 500 кг, погрешность взвешивания 0,5...1,0 кг, время взвешивания одной дозы 3 с и производительность выгрузки бункера 5 т/ч. Такие параметры позволяют эффективно использовать его в линиях приготовления сложных комбикормов и белково-витаминных добавок.

Ещё более глубокой проработки требуют системы автоматизации такого оборудования, как доильные установки, охладители молока, машины для использования возобновляемых источников энергии, линии первичной переработки льносырья, оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих и культивационных помещениях.

Наряду с перечисленными актуальными направлениями автоматизации, в перспективе потребуется более высокий уровень автоматизации машин нового поколения, например, двухпоточных самоходных машин для уборки льна, комплексов агрегатов для дифференцированного внесения удобрений с целью эффективно их использования и выравнивания пестроты почвенного плодородия и т. п.

В связи с разработкой автоматических систем управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства и оптимизацией функционирования сельскохозяйственных объектов управления особое значение приобретает исследование их динамики; составление математических моделей объектов и систем управления; формирование информационных банков сельскохозяйственного производства, что позволит воспроизводить различные зональные условия и оперативно исследовать функционирование сельскохозяйственных агрегатов с целью оптимизации технологических режимов и регулирования рабочих органов, обоснования агротехнических допусков и т. д.

Сельскохозяйственная автоматика имеет определённую специфику, поэтому важной задачей является разработка элементов, прежде всего, датчиков систем контроля и управления сельскохозяйственными объектами. К решению этой задачи надо привлечь специалистов конверсионных фирм оборонного комплекса.

Серьёзную озабоченность вызывает потеря агроинженерными научно - исследовательскими институтами высококвалифицированных кадров специалистов по автоматизации сельскохозяйственного производства. Проблема подготовки кандидатов и докторов наук по специальности 05.13.07 - автоматизация технологических процессов и производств (в сельском хозяйстве) требует неотложного решения, так как она является предпосылкой решения всех других проблем автоматизации сельскохозяйственного производства.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кормановский Л.П. (Россельхозакадемия)

В последний период, после длительного отрицательного действия реформ на сельское хозяйство, наметился некоторый подъём отдельных направлений сельскохозяйственного производства России. Это относится, прежде всего, к

зерновому хозяйству и молочному производству. В прошлом году рентабельность производства зерна составила 36% и молока +13%.

Отдельные хозяйства достигают хороших показателей. Обеспечивают надой на одну корову 5-8 тыс.кг. в год и имеют высокую рентабельность. За счет повышения качества молока реализационная цена в таких хозяйствах достигает 5 рубле за 1 литр. Они начинают востребовать достижение научно-технического прогресса, переоснащать свои фермы новым оборудованием. Это обнадеживающий результат и научные учреждения имеют возможность предложить свои разработки.

В связи с этим стратегия фундаментальных исследований инженерной науки в области растениеводства и животноводства становится не только разработка новейших средств автоматизации технологических процессов и высокоэффективных машинных технологий производства продукции, но и их продвижение в производство. Таких автоматизированных технологий, которые позволят товаропроизводителю снизить затраты труда, электроэнергии, других материально-технических ресурсов, повысить продуктивность животных, повысить качество продукции и в конечном итоге обеспечить высокую рентабельность и прибыль. Поэтому решение чисто технических инженерных проблем в новых условиях должно быть постоянно связано с повышением качества продукции, с экономическим обоснованием и эффективностью тех или других технических разработок, особенно автоматизации.

В области молочного животноводства: В первую очередь от его зависит повышение продуктивности и качество молока — это новейшие автоматизированные технологические процессы доения. Действующие ныне доильные установки с доением в переносные ведра и в молокопровод не удовлетворяют сегодняшним требованиям по повышению продуктивности животных, повышению качества молока и обеспечению здоровья животных.

Для обеих типов линейных доильных установок необходим более совершенный отечественный доильный аппарат со щадящим режимом доения, с большим объемом коллектора, с устройством учета надоенного молока и —автоматическим снятием доильных станков, что устраняет сухое доение и снижает заболеваемость животных маститом. То есть, нужны переносные манипуляторы для линейных доильных установок.

Следующее стратегическое направление — это перевод доения из стойловых помещений в доильные залы при беспривязном содержании животных или на автоматических привязях. Здесь можно достичь более высокой производительности и обеспечить получение качественного молока. Такой переход более затратный, но руководители многих хозяйств сами ставят такие вопросы (Краснодарский край, Ленинградская обл.). Надо разрабатывать более совершенные установки, строить и оборудовать доильные залы, переоборудовать помещения под боксы, а при привязном содержании разработать и проверить более надежные автопривязи или комбибоксы.

В перспективе предстоит очень важная работа по совершенствованию доильных установок внутри стойловых помещений (ВНИИМЖ), а также доильных залов (ВИЭСХ). В совместную программу Россия-Беларуссия мы записали создание принципиально новой для нас и более совершенной доильной установки типа

"Параллель". В ближайшей перспективе предстоит возобновить работы над роботом по доению коров — Цой Ю.А., Карташов Л.П., Оренбургская лаборатория биотехнических систем и др. За рубежом начинают применять не только отдельные роботы, а объединяют их в доильные площадки типа "Тандем".

Важным и перспективным направлением исследований является разработка и совершенствование внутрихозяйственных автоматизированных комбикормовых цехов, позволяющих создавать корма из собственного фуражного зерна и отходов растительного и животного происхождения. Здесь создается значительная экономия на перевозках.

В области свиноводства с учетом большого разнообразия ферм по поголовью свиней необходимо создавать автоматизированные линии блочно-модульного типа для приготовления и раздачи кормов с применением мобильных кормораздатчиков и дозаторов с программным управлением.

В области растениеводства требуется разработка большого количества автоматических средств и приборов, особенно для так называемого точного земледелия, дифференцированного внесения минеральных удобрений и средств защиты растений.

Как показывает анализ состояния и ближайший прогноз, требуется развитие и внедрение средств автоматизации управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства, а также оснащение новых машин и комплексов электронными и микропроцессорными устройствами автоматического контроля и управления.

Необходимы микропроцессорные системы контроля и управления работой мобильных агрегатов (машинно-тракторными, зерноуборочными, кормоуборочными, свеклоуборочными и др.), технологии посадки, посева, прореживания, ухода за растениями. Электронные приборы и системы автоматического контроля необходимы для оценки качества выполнения технологических процессов и качества производимой продукции (зерна, картофеля, корнеклубнеплодов, молока и ряда других сельскохозяйственных продуктов).

При проектировании новых технологий и технических средств недостаточно уделяется внимание синтезу систем управления, вследствие чего новые машины часто не отвечают эргономическим требованиям. Появляется необходимость применения новых конструкторских решений для встраивания средств автоматизации, и, следовательно, дополнительных финансовых средств и удлинение сроков создания новой высокоэффективной техники.

Для усиления и ускорения работ в области создания новых автоматизированных технологий, микропроцессорных систем автоматического управления, приборного оснащения технологических операций следует продумать вопрос о разработке общероссийской программы входящей составной частью в программу машиностроения.

Учитывая значимость вопроса по созданию перспективных высокопродуктивных технологий в сельском хозяйстве, базирующихся на достижениях технической кибернетики, микропроцессорной техники, следует более широко использовать интеграцию межгосударственных отношений с тем, чтобы неограниченные возможности этих технологий быстрее стали достижением производства. Поэтому

целесообразно предусмотреть вопрос о создании единой программы России, Белоруссии и некоторых других стран по разработке и созданию автоматизированных технологий, а также приборов и средств автоматизации.

Шире привлекать в качестве соисполнителей организации и предприятия машиностроения работающих над созданием средств связи, электроники и приборостроения, разрабатывающих приборы и системы автоматического управления для общего машиностроения и имеющих передовой опыт и мировые достижения в развитие автоматизированных технологий и систем управления на базе микроэлектроники, микропроцессорной техники и мехатроники.

Следует считать одним из основных направлений фундаментальных исследований в сельскохозяйственном производстве решение проблемы по широкому использованию микропроцессорных систем управления автоматизированными технологиями, позволяющими резко повысить качество проводимых сельскохозяйственных работ и увеличить производство продукции при минимальных энергетических затратах.

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бородин И.Ф. (МГАУ)

Концепция содержит краткое изложение основных взглядов группы ученых Россельхозакадемии на состояние и дальнейшее развитие автоматизации технологических процессов сельского хозяйства. Она разработана специалистами ВИМ, ВИЭСХ, ВНИИМХ, ВИСХОМ, ВНИПТИМЭСХ, МГАУ, СЗНИИМЭСХ и другими организациями в соответствии с решением бюро отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии. В ней учтены основные положения «Концепции развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства России на 1995 г. и на период до 2000 г.» (РАСХН, ВИМ, М., 1992, 12, 75 п.л.) и «Концепция автоматизации агропромышленного комплекс» (РАСХН, ВНИПТИМЭСХ, зерноград. 1996. 2 п.л.)

Необходимость разработки концепции автоматизации технологических процессов вызвано отсутствием единого взгляда на новое развивающееся направление в сельскохозяйственном производстве и увязки его с федеральной Системой технологий и машин в нынешних кризисных явлениях России.

Она освещает итоги и состояние автоматизации технологических процессов и приборизации механизированных и электрифицированных отраслей сельского хозяйства, достигнутые за 50 последних лет.

Практика автоматизации сельскохозяйственных технологий показала, что она наиболее эффективна на крупных агропромышленных предприятиях (животноводческие и птицеводческие комплексы, теплицы, хранилища продукции, энерго- и водообеспечивающие системы, предприятия послеуборочной обработки и переработки сельскохозяйственного сырья и продукции).

Автоматизация как важная составляющая часть комплексной механизации и электрификации производства возможна только при высоком уровне на-

сыщенности сельского хозяйства техникой, средствами автоматики, наличии разветвленной сети ремонтно-эксплуатационной службы и достаточном уровне квалификации обслуживающего персонала.

В 1970-1990 г.г. такие условия для автоматизации создавались, и поддерживались партийными и советскими, ведомственными и научными административными органами. Однако государственные и политические преобразования в России последнего десятилетия привели не только к торможению и потере достижений в этой отрасли. Нынешнее нерентабельное сельское хозяйство России оказалось неспособно к использованию наукоемких новых разработок в целом и в том числе средств автоматизации и приборизации. Вследствие этого и из-за отсутствия четкой ориентации развития сельского хозяйства России разработчики концепции оказались в затруднении в формировании основных направлений автоматизации села на период до 2010 г. В концепции показано, что автоматизация в первую очередь происходит в тех технологических процессах, функционирование которых невозможно без средств автоматики (например, защита людей и установок от аварийных и опасных для жизни режимов) или она дает существенный технико-экономический эффект производству. Техничко-экономическая эффективность определяется суммарным сокращением денежных затрат на единицу получаемой продукции. При автоматизации обычно капитальные затраты несколько возрастают, а эксплуатационные расходы на единицу продукции существенно сокращаются.

В целом экономическая эффективность автоматизации складывается из технологического, структурного, трудового и энергетического эффектов и количественно определяется годовой прибылью или минимумом приведенных затрат на единицу продукции.

В концепции уделено большое внимание анализу задач фундаментальных исследований по автоматизации сельскохозяйственного производства. Такие исследования позволят выявить новые явления и установить общие закономерности развития проблемных вопросов автоматизации на перспективу.

Задачи фундаментальных исследований разделены на три большие группы.

К первой группе относятся научно-технологические исследования (создание теоретических основ автоматизации, разработка алгоритмов функционирования и математических моделей объектов автоматизации, установление функциональных зависимостей между физико-химическими свойствами объекта и управляемыми его параметрами, выявление физиологических и поведенческих аспектов взаимодействия: человек-машина-животное-растение).

Во вторую группу фундаментальных исследований входят проблемы инженерно-технического профиля (расширение функций типовых средств и приборов общепромышленного назначения с учетом особенностей технологий сельского хозяйства, выпуск сельскохозяйственной техники, оснащенной системой автоматики на стадии ее проектирования, изыскание новых методов построения экспрессных датчиков и приборов контроля многочисленных биологических параметров и величин).

В третью группу включены технико-экономические и эксплуатационные проблемы автоматизации (разработка единых математических методов анали-

тического исследования показателей функционирования систем автоматического управления, совершенствование методик технико-экономических расчетов и выявление путей повышения эффективности использования систем автоматики, организация и подготовка специалистов по эксплуатации, проектированию и ремонту средств автоматики).

Первоочередные мероприятия по практической реализации концепции по автоматизации должны быть объединены в научно-техническую программу, осуществляемую под руководством Минсельхозпрода России и Россельхозакадемии. Программа по автоматизации должна быть тесно увязана с другими всероссийскими программами по механизации и электрификации и быть составной их частью.

Координация научно-исследовательских, технологических и конструкторских разработок по автоматизации мобильной техники и технологических процессов в полеводстве возложена на ВИМ, по автоматизации электрифицированной стационарной техники и технологических процессов в животноводстве – на ВИЭСХ, а по вопросам приборного обеспечения АПК – на НИИ «Агроприбор».

Необходимо отказаться от широкого приобретения техники, приборов и средств автоматизации за рубежом. Они дороже в 2-5 раз отечественных, а по надежности их работы в условиях сельского хозяйства России часть оказывается ниже.

Составители концепции уверены, что положительный опыт автоматизации технологических процессов в 190-90 годы будет востребован и получит дальнейшее развитие только при выходе России из затянувшегося кризиса.

МЕТОДОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В АПК

Герасимович Л.С. (БАТУ)

Для рыночных условий хозяйствования актуальное значение имеет наиболее полное и эффективное использование функционирующих ресурсов, определяющие существенное снижение себестоимости продукции или оказываемых услуг в регионах АПК. Основными резервами снижения себестоимости являются повышение производительности труда и уменьшение энергоресурсоемкости продукции.

Разработка проектов региональной среднесрочной (до 5 лет) научно-технической программы энергоресурсосбережения в АПК должна учитывать экономию основных затрат: труда, материальных и энергетических ресурсов. В последнее время одним из существенных являются вовлечение информационных ресурсов в виде априорной, оперативной текущей, тактической и стратегической информации, алгоритмы ее обработки и поддержки решений при выполнении программ.

Учитывая, что региональный (областной) агропромышленный комплекс как система имеет свои механизмы функционирования, алгоритмы управления, планы, ограничения и тенденции развития, в основе методологии информационного обеспечения программы энергоресурсосбережения лежит задача

разработки системной модели этого комплекса, алгоритмов эффективного мониторинга расходования всех ресурсов и эффективной отдачи с учетом фактического состояния характерных групп хозяйств в районах. Характерны три основные группы хозяйств: убыточные, с рентабельностью до 10 и свыше 10%. Отсюда также следует мониторинг динамизма выполнения программы в этих группах хозяйств с переходом в более рентабельные группы:

- первый этап (1 год) включает анализ и балансовый метод оценки обеспеченности хозяйств представительного районного агропромышленного комплекса земельными, трудовыми и материальными ресурсами, а также взаимосвязей с показателями безубыточной хозяйственной деятельности (себестоимостью и рентабельностью основных видов сельскохозяйственной продукции);

- второй этап (следующие 2 года) содержит комплекс работ по изучению методом корреляционного анализа и производственных функций структуры основных средств производства и оснащения хозяйств серийными и новыми машинами и оборудованием, наличия и функционирования ремонтно-технической базы, системы лизинга, проката техники, включая создание МТС;

- третий этап (последующие 2 года) включает обеспечение групп хозяйств на основе системы процедурно-алгоритмических средств анализа и решения проблем энерго - и ресурсообеспеченности и себестоимости продукции новейшими технологиями и машинами, достижения производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции на мировом рынке, подтверждаемой экономическими расчетами, инвестиционными вложениями, компьютерными программами последовательной реструктуризации хозяйств каждой группы с созданием самоокупаемой инжиниринговой и организационно-технологической службы.

Разработка системы алгоритмической поддержки решения региональных проблем энергоресурсосбережения включает разработку концепции программы, модели хозяйств, информационную базу данных, процедуры сопровождения и алгоритмы обработки информации и выполнения программы.

Модели регионального АПК представляют собой семейство системных структурно-функциональных схем и описаний, обеспечивающих обзор, анализ, выявление и решение проблем. На схемах отражается структурная топология предприятий, отраслей и комплексов региона, функциональные, экономические, ресурсные, коммуникационные, социальные и другие взаимосвязи между объектами, параметры состояния и функционирования объектов, внешние связи региона. Модели имеют аналитические описания состояния хозяйств, содержания, результатов и эффективности преобразований.

Методические материалы представляют собой комплект методик, руководств, инструкций, описывающих организацию и порядок работы с системой информационной алгоритмической поддержки выполнения региональной программы энергоресурсосбережения.

Концепция программы в таком виде разработана для АПК Минской области и утверждена областным координационным Советом по ее разработке и реализации на период 2000...2005 годы.

Руководство информационным обеспечением возлагается на научного руководителя и системных аналитиков, финансируемое специальным проектом программы.

РОЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ В УВЕЛИЧЕНИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Шпилько А.В. (Минсельхозпрод РФ)

Сельскохозяйственное производство России требует значительного улучшения материально-технического обеспечения в целях увеличения производства продукции растениеводства и животноводства. Экономическая ситуация, сложившиеся в последние 10 лет в аграрном комплексе, привела к резкому снижению парка сельскохозяйственной техники эксплуатируемой товаропроизводителем.

За 1990-1999 годы технологический парк тракторов и основных сельскохозяйственных машин сократился на 40-50%, около 70% парка техники работает за пределами нормативных сроков службы. Обеспеченность основными видами тракторной и сельскохозяйственной техники составляет 45-60% к уровню 1990 г., что в 3-5 раз ниже уровня развитых стран.

Производство тракторов, комбайнов и машин сельскохозяйственного назначения уменьшилось по сравнению с 90-ми годами в десятки раз, а технический уровень выпускаемой машиностроительными заводами техники снизился.

Негативным фактором для всех этапов производства сельхозпродукции явился факт отмены льготных тарифов на электрическую и тепловую энергию (Постановление Правительства РФ от 10.09.99г. № 1037 «О программе мер по поэтапной отмене льготных тарифов на электрическую и тепловую энергию для организаций АПК на период до 31 декабря 2000г.»).

Поэтапная отмена льготных тарифов В АПК потребует денежных затрат на покупку только электрической энергии для сельхозтоваропроизводителей в размерах 8 млрд. рублей ежегодно.

Предстоящая дополнительная оплата электрической и тепловой энергии при производстве с/х продукции повысит ее себестоимость в 2001 и последующие годы на 2-5%, что отрицательно скажется на эффективности производства.

Дополнительные расходы сельского населения при отмене льгот и для быта только на оплату электроэнергии в 2001г. возрастут на 320 руб. год/чел. или 100 руб. год/чел, что при низких доходах сельских жителей будет довольно существенным.

Учитывая, что и в 90-х годах в России удельные затраты энергии на производство зерна были в 4-5 раз, а затраты труда в 10 раз выше, чем в США, имеется острая необходимость ускорить разработку, внедрение новых прогрессивных технологий и высокопроизводительной техники для выполнения всего комплекса сельскохозяйственных работ, с тем чтобы выйти на уровень по энергозатратам и производительности передовых стран мира.

Как показывает мировой опыт, одним из важных направлений для снижения издержек производства, уменьшение энергетических затрат, повышение качества выполнения технологических операций является автоматизация про-

цессов, связанных как с производством, так и переработкой сельскохозяйственной продукции.

В целях сохранения и более эффективного использования потенциала имеющихся специализированных машиностроительных предприятий и учета зональных условий сельскохозяйственного производства необходимо сформировать систему отечественных машиностроительных заводов, включающую федеральные предприятия, региональные центры, специализированные технологические центры. Особую роль здесь будут играть совместные с ведущими зарубежными фирмами производства лучшей сельскохозяйственной техники на территории России.

Почти тридцатилетний опыт США, Японии и других развитых стран по развитию микропроцессорных средств и созданию на их базе компьютерных систем управления показывает, что мощность компьютеров каждые 1,5-2 года увеличивается в два раза при снижении габаритов и стоимости этих систем также в два раза.

Поэтому в развитых странах интенсивно идет использование микропроцессорных систем управления в технологических процессах при производстве сельскохозяйственной продукции и ее переработке.

В ведущих странах мира на всех вышеуказанных тракторах, комбайнах и стационарных сельскохозяйственных объектах интенсивно используются микропроцессорные системы управления, позволяющие резко повысить качество выполняемых операций, а также увеличить урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность в животноводстве и птицеводстве.

Сельскому хозяйству России нужны машины, обеспечивающие высокие урожаи, хорошую комфортность для механизатора, экологичность, низкие энергозатраты, высокую надежность и производительность. Все эти факторы необходимо реализовать при использовании высоких технологий, базирующихся на микропроцессорной технике, универсализации проектируемых машин, позволяющие до минимума снизить комплект этих машин в растениеводстве и животноводстве, при резком повышении качества выполняемых технологических операций.

В настоящее время Министерством сельского хозяйства и продовольствия России и Россельхозакадемией сформирована национальная система технологий и машин на федеральном и региональном уровнях. Это позволит, в некоторой степени, на Государственном уровне иметь возможность управлять технической политикой в сельскохозяйственном производстве, за счет предложения на рынке "Ноу-хау" новых технологий и техники для этих передовых технологий. Таким образом можно будет воздействовать на товаропроизводителей экономическим стимулированием производства продукции на основе высоких технологий, обеспечивающих конкурентность производства.

Однако на всех этапах совершенствования технологического обустройства агропромышленных товаропроизводителей основным фактором должно стать основание трудо-, энерго-, ресурсосбережение. Это главное для подъема отрасли АПК, увеличения продукции сельского хозяйства при снижении ее себестоимости.

Решая проблему обеспечения эффективно функционирующего парка машин и оборудования в агропромышленном комплексе, необходимо усилить регулирующий фактор государства на федеральном и региональном уровнях в техническом и технологическом преобразовании агропромышленного производства.

Многочисленные инженерные предприятия сельского хозяйства, перерабатывающих отраслей, машиностроения для АПК, сервиса в рыночных условиях уже переступили критическую линию, за которой прогнозируется драматический финал - потеря жизнеспособности огромной производительной системы.

Утрачена управляемость процессами производства и использования техники. Здесь участвуют многочисленные юридические и физические лица, включая отрасли машиностроения, топливно-энергетического комплекса, многоликую систему сервиса (в т.ч. материально-техническое обеспечение, техническое, энергетическое, производственно-технологическое и информационное обслуживание), предприятия сельского хозяйства и переработки.

Эффективность функционирования Агропромышленного комплекса зависит от качества применяемых сельхозтоваропроизводителями машин и материалов, а также качества выпускаемой продукции и сырья. Сельское хозяйство, при нарушении правил ведения работ, создает высокое воздействие на экологическую обстановку.

В подтверждение может служить тот факт, что только в последнее время принято ряд специальных Федеральных законов, устанавливающих Государственный контроль за качеством: «О качестве и безопасности пищевых продуктов» ФЗ № 29 от 2 января 2000 г.; «О инженерно-технической системе Агропромышленного комплекса» ФЗ № 100 от 24 мая 1999 г.; «О государственном контроле за качеством и рациональным использованием зерна и продуктов его переработки» ФЗ № 183 от 5 декабря 1998г.

Разрабатываются Федеральные законы: о государственных испытаниях и сертификации машинных технологий и техники для Агропромышленного комплекса; о применении средств химизации в АПК и другие законы и подзаконные нормативы.

Это дополняет и конкретизирует ранее принятые такие законы как «О сертификации», «О защите прав потребителей» и другие.

Учитывая, что в реализации принятых законов участвуют различные ведомства и предприятия, определяется большое количество показателей, характеризующих не только показатели безопасности, но и показатели назначения.

Требования на продукцию или машины и методы определения этих показателей носят отраслевой характер и изложены в технических условиях. Значения показателей, методы их определения и точность измерений, а также применяемое при этом оборудование отличаются как в России, СНГ, так и странах дальнего зарубежья. Это приводит к неоднозначной оценке и ошибкам в принятии решений.

Очевидно наступило время когда по опыту зарубежных стран в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в Агропромышленном комплексе России необходимо вводить сертификацию систем качества. Система качества предусматривает строгое соблюдение технологии, наличие необхо-

димых технических и материальных условий для производства продукции с заданными свойствами, подготовленность кадров.

Экономическая оценка должна быть многовариантной и содержать в себе расчеты, понятные потребителям. В частности, экономическая оценка может содержать варианты расчетов, учитывающие конкретные проблемы, выявленные при эксплуатации новой техники не только по результатам испытаний но и при проведении инженерного мониторинга сельскохозяйственной техники, например: невозможность проведения своевременного ремонта импортной техники из-за отсутствия сервисной службы.

При определении полных приведенных затрат не учитываются удельные капиталовложения т. к. стоимость техники учитывается через размер амортизационных отчислений. Анализ эффективности капиталовложений необходимо проводить путем расчета коэффициента их эффективности, определяемым отношением размера прибыли к размеру капиталовложений.

При экономической оценке средств автоматического контроля и управления и технического уровня применяемой техники или автоматизированной технологии необходимо учитывать социальную значимость (условия труда и техника безопасности механизатора) и влияние техники и технологии на окружающую среду, для чего необходимо разработать соответствующие методики расчета данных затрат.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА РОССИИ Анискин В.И., Хорошенков В.К., Гуляев Г.А. (ВИМ)

Важнейшей составляющей высокого технического уровня прогрессирующего машинного обеспечения сельскохозяйственного производства являются его высокоэффективная автоматизация, контроль и управление. Продолжающееся разрушение материальной базы сельского хозяйства России выявило разнополюсные проблемы автоматизации, резко снизившаяся в целом платежеспособность сельских товаропроизводителей в связи с переходом к рыночной экономике привела к небывалому сокращению производства отечественной сельхозтехники. По сравнению с 1985 годом производство тракторов сократилось в 1998 году с 261 до 9,8, зерноуборочных комбайнов с 112 до 1,0, кормоуборочных комбайнов с 8,0 до 0,2, картофелеуборочных комбайнов с 7,0 до 0,01, льноуборочных комбайнов с 4,0 до 0,2 тыс. шт. Приобретение тракторов в этот период уменьшилось с 187,3 до 6,5, зерноуборочных комбайнов с 69,7 до 1,2, грузовых автомобилей с 129,9 до 1,0 тыс. шт. На 1000 га посевов количество зерноуборочных комбайнов в России стало меньше в 1998 году в 2,5...4,0 раза по сравнению с ведущими странами.

Оснащенность сельскохозяйственной техникой в расчете на 100 га посевов ниже по сравнению с западноевропейскими странами в 12...15 раз. Половина машинно-тракторного парка выработала нормативный сок службы. В связи с неудовлетворительной оснащенностью техникой значительная часть сельских товаропроизводителей оказалась в состоянии выполнить лишь самую примитив-

ную агротехнику. Ученые ВИМа и других учреждений откликнулись разработкой низкозатратных и энергосберегающих технологий производства продукции, в том числе рассчитанных на условия чрезвычайных ситуаций. В сложившихся условиях резко снизилась заинтересованность и востребованность машиностроителями средств и способов автоматизации, так как они приводят к повышению цены промышленных изделий, в то время как эффект их проявляется лишь в сфере эксплуатации. Вместе с тем на рынок России по воле региональных администраторов, кредиторов и инвесторов стала поступать дорогостоящая, но надежная и комфортная благодаря автоматизации и компьютеризации зарубежная техника (тракторы, зерноуборочные комбайны, жатки фирм Джон Дир и Кейс, сеялки и свеклоуборочные комбайны Кляйн, картофелеуборочные комплексы Доминатор и Крамер, комбинированные посевные агрегаты Конкорд и др. Обеспечение конкурентоспособности отечественной техники невозможно без ее рациональной автоматизации. Успех ее реализации в том, что отечественное машинное обеспечение базируется на высокой технологической эффективности вследствие ее адаптивности многообразию региональных условий отечественного производства, объективно и обстоятельно выражаемых исходными требованиями на разработку и освоение производства перспективных технологий и технических средств. После десятилетнего перерыва, исходные требования на разработку и освоение производства соответствующих технических средств (технологий) вновь превращаются в нормообразующий директивный документ, определяющий оптимальные условия технического прогресса, т.к. они воплощают совокупность количественных или описательно нормированных значений показателей качества продукции, объекта машинного воздействия или промежуточного процесса, режимных, энергетических, экологических, технико-экономических характеристик (условий) их достижения, а также особенностей условий функционирования предмета приложения требований.

Инженерная сельскохозяйственная наука разработала и привела в систему для сельскохозяйственного производства перспективные машинные технологии производства. Федеральный регистр технологий включает базовые технологии получения приоритетных продуктов сельского хозяйства (зерна колосовых, зернобобовых, крупяных и маслосемян, кормов, картофеля, овощей открытого грунта, сахарной свеклы, льнотресты и льносемян).

Впервые технологии производства конкретной продукции рассчитаны на достижение заданных качественных и рыночных показателей.

Выделены приоритетные решения основных направлений технического прогресса.

В области тракторной энергетики предусматривается повышение единичной мощности агрегатов, рост их топливной экономичности, комфортности, обеспечение экологической безопасности. Особое внимание уделяется резкому увеличению эксплуатационной надежности тракторов, доведения моторесурса основных агрегатов до 8000 – 10000 часов, коэффициента технической готовности до 0,98 – 0,99 и время наработки на отказ до 2000 – 250 часов. Новые конструкции двигателей должны обеспечить высокие КПД и проходимость агрегатов в типичных российских условиях, низкая несущая способность почв, переувлажнение

и повышенное уплотнение. Топливная экономичность дизелей порядка 145...1555 г.э.л.с./ч, допустимая экологичность отработанных газов, адаптивность к альтернативным видам топлива, в т.ч. биологическим, техническая надежность должны обеспечить конкурентоспособность отечественного моторостроения.

Приоритетная тракторная техника – трактор пропашной класса 1,4 и универсальные тягачи класса 3 и 5 т.

Должно быть начато полномасштабное внедрение газомоторной тракторной техники, двигателей с допустимым давлением на почву.

Обработка почвы будет отличаться применением высокоадаптивной, перестраиваемой техники для различных процессов подготовки полей в системе минимального, противоэрозионного земледелия. Гребневой обработки почвы на переувлажненных ландшафтах, глубокого рыхления на переуплотненных землях, прецизионного выполнения финишных процессов. Приоритетное значение приобретет техника для засушливого земледелия.

Применение комбинированных агрегатов для совмещения до 5 операций обеспечит ежегодное сбережение до 1 млн. тонн моторного топлива, оптимизирует условия жизнеобеспечения растений и экологичность сельского хозяйства.

Новые типы машин должны оптимизировать введение средств химизации (удобрений, мелиорантов, пестицидов и гербицидов и др.) в технологии растениеводства. Создание семейства отечественных опрыскивателей нового поколения важнейший элемент защиты растений от болезней и вредителей. Стабилизация процесса при ультромалообъемном внесении препаратов должна резко увеличить урожай при приемлемых экономических издержках. Высокой экологичности необходимо достичь и при «кормлении» растений через лист. Стратегически важными являются работы, связанные с «координатным земледелием» на основе дифференцированного выполнения технологических операций. Новые принципы управления потребуют применения компьютеризированной техники.

Дифференцированное известкование и фосфоритование почвы будет осуществляться машиной для внесения мелиорантов с автоматическим управлением законом технологического процесса.

Для основной обработки почвы с разноглубинным дифференцированным рыхлением подпахотного горизонта потребуется плуг с автоматическим управлением глубиной хода.

Ранневесеннюю обработку почвы с дифференцированным рыхлением поверхности поля обеспечит сцепка борон с автоматическим регулированием технологическим процессом глубины обработки.

Для предпосевной обработки почвы и посева с дифференцированным рыхлением почвы, посева свеклы регулируемой густоты и локального внесения полнокомпонентных удобрений нужен будет комбинированный агрегат с системой автоматического управления глубины хода рабочих органов, норм высева семян и состав и нормы внесения удобрений.

Для подкормки посевов свеклы с дифференцированным дробным внесением макро- и микроэлементов потребуется подкормщик-удобритель свеклы для минеральных удобрений с управляемым дозатором до 7 компонентов макро- и микроудобрений.

Междурядную обработку посевов свеклы с дифференцированной глубиной рыхления почвы обеспечит автоматизированный рыхлитель.

Новым явится применение в растениеводстве комплексных агрегатов – посевных комбайнов с целью выполнения за один проход финишной обработки почвы, двух - трехуровневого внесения удобрений, обработки почвы гербицидами почвенного действия (при необходимости), посева семян различных растений и их уплотнения в рядке и т.д. Использование соответствующих блоков в других технологических процессах должно уменьшить в 2,5 раза потребное количество машин для технологий производства растениеводческой продукции, на 30...60% сократить металлоемкость парка машин, на 10...15% снизить себестоимость производимой продукции.

Стратегически приоритетными остаются проблемы совершенствования и создания новых отечественных зерноуборочных машин. В ближайшие годы сельское хозяйство должно получить комбайны более высокой пропускной способности (до 12...14 кг/с). Должны претерпеть реформирование и машины более низких классов (5...6 кг/с и 3 кг/с), что требуют разнообразные ландшафты страны, дифференциация размеров хозяйств. Совершенствование обмолота и сепарации массы обеспечит стабильное на 30...50% снижение потерь продукции. Повышение технической и технологической надежности комбайна в целом и его основных агрегатов с достижением уровня безотказности до 300...400 ч снизит себестоимость производимой продукции в 5...10 раз. Важным остается достижение высокой комфортности труда и экологичности.

Высокая производительность, техническая надежность, экономичность необходимы для кормоуборочных машин и кормозаготовительной техники, картофелеуборочных комбайнов. Машин для уборки сахарной свеклы, льна и овощей.

В области почвоуборочной обработки должны быть разработаны и реализованы проекты экономичных стационарных пунктов для обработки зерна, консервирования кормов, переработки корнеплодов и овощей. Приоритетное внимание предстоит уделить технике для производства высококачественных семян. Должно быть восстановлено производство селекционно-семеноводческой техники, созданы конструкции отечественных селекционно-семеноводческих комбайнов.

К прогрессивным тенденциям совершенствования систем автоматизации машин, агрегатов и поточных линий в растениеводстве относится переход от разработки и использования на многомерных объектах совокупностей локальных систем автоматического контроля и регулирования к разработке и использованию многомерных систем автоматизированного управления, в которых осуществляется централизация приема и обработки информации локальных систем и формирование контрольных и управляющих воздействий. В техническом отношении эта тенденция состоит в переходе от использования для обработки информации релейно-контактной аппаратной техники к применению для этой цели программируемой микропроцессорной техники. В микропроцессорных системах автоматизированного управления локальные системы автоматического контроля и регулирования будут играть роль подсистем. Эти подсистемы будут совершенствоваться путем перехода в обоснованных случаях от стабилизирующих подсистем к самонастраивающимся и адаптивным на основе более полного

изучения (идентификации) свойств машин, агрегатов и поточных линий как объектов управления с учетом их многомерности, наличия перекрестных связей, нелинейности характеристик и других факторов и особенностей.

Оценка роли и возможностей человека-оператора по приему, обработке и использованию информации для управления различными с.х. объектами относится к важным направлениям развития автоматизации, т.к. позволяет оптимизировать распределение функций контроля и управления конкретными объектами между человеком-оператором и автоматическими устройствами.

Микропроцессорное исполнение автоматизированных систем управления позволяет их унифицировать, т.е. создавать одну унифицированную систему для целой группы аналогичных объектов, зерноуборочных комбайнов различных типов, предприятий для послеуборочной обработки зерна различной производительности и назначения, хранилищ и др.

К важным направлениям развития автоматизации в растениеводстве относится создание и широкое использование роботов и робототехнических систем, что необходимо в первую очередь в процессах, вредных для человека (при хранении и использовании минеральных удобрений и средств химзащиты растений, при протравливании семян) и в процессах, требующих больших затрат труда, обработка почвы, посадка рассады и сбор овощей в теплицах и др.).

Для ускорения работ по созданию средств механизации и автоматизации с.х. производства необходима разработка систем автоматизированного проектирования (САПР) автоматизированных машин, агрегатов и поточных линий с техническим и информационным обеспечением этих систем.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ В АПК РОССИИ

Большаков О.В.(Миннаука РФ)

В целях сохранения и развития российской науки Правительство Российской Федерации своим распоряжением от 20 мая 1998 г. № 573-р утвердило План действий по реализации Концепции реформирования российской науки. В соответствии с этим Планом в 1999 году был осуществлен комплекс мер по активизации государственной научно-технической политики, реструктуризации сети научных организаций, рациональному использованию ресурсов, кадровому обеспечению в научной сфере, укреплению научно-технического потенциала регионов, повышению инновационной активности, международному научно-техническому сотрудничеству.

В 2000 году будет продолжена работа в развитие мероприятий, выполненных по Плану действий. В их числе — совершенствование нормативной правовой базы научно-технической сферы, корректировка приоритетных направлений развития науки и техники и перечня критических технологий федерального уровня, уточнение прогноза научно-технического развития, упорядочение формирования НИОКР в рамках ФЦП, введение конкретной системы в сфере НИОКР, меры по привлечению в научную и инновационную сферы внебюджетных источников и средств бюджета развития Российской Федерации, вопросы интеллектуальной собственности, аккредитация научных организаций, реформирова-

ние их сети и укрепление материальной и экспертной базы, финансовая поддержка приоритетных направлений и другие.

Начата подготовка проекта доклада Правительства Российской Федерации Президенту Российской Федерации "Основные направления государственной научно-технической политики России на среднесрочную и долгосрочную перспективу и выработка новой стратегии реформ".

Вместо 7- критических технологий предполагается представить на рассмотрение Правительственной комиссии по научно-инновационной политике 52.

В связи с истечением в 2000 году срока действия ФЦНТП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения" будет развернута работа по формированию проекта Программы на период до 2005 года.

Осуществляется поэтапное ведение конкретной системы в Миннауки России.

Разрабатывается порядок определения доли научной продукции, учитываемой при аккредитации научных организаций.

Будут рассмотрены предложения министерств по созданию федеральных центров науки и высоких технологий.

Разрабатывается проект Концепции инновационной политики Российской Федерации. Осуществляются мероприятия по укреплению приборной базы науки, по поддержанию уникальных стендов и установок.

Будет разработана программа первоочередных мероприятий по реализации Концепции государственной политики в области международного сотрудничества, в частности, будет продолжена реализация совместных с Республикой Беларусь программ.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК РОССИИ

Баутин В.М. (Минсельхозпрод РФ)

Научно-техническая информация как особый вид товара становится неотъемлемой частью налогового национального продукта. В условиях ограниченного обеспечения сельского хозяйства всеми основными видами ресурсов научно-информационное обеспечение становится одним из реальных способов кардинального повышения его эффективности. Основанное на широком использовании новых информационных технологий, средств микропроцессорной, вычислительной и коммуникационной техники оно должно многократно увеличить производительность труда, оптимизировать по заданным критериям использование ресурсов, сократить документооборот с переходом к «бесбумажным» технологиям управления производством.

При этом будет обеспечено формирование развитой, функционально достаточной и надежной информационной инфраструктуры для эффективного решения задач улучшения технической оснащенности села и ее использования, обновления производства, повышения эффективности работы сельскохозяйственных товаропроизводителей и субъектов АПК. Должны быть созданы оптимальные условия максимально полного удовлетворения информационных по-

требностей предприятий, организаций и учреждений на основе эффективной организации и использования информационных ресурсов и материалов о применении прогрессивных технологий.

Современное научно-информационное обеспечение сфер управления, науки и производства в АПК может быть действенным только при использовании автоматизированных систем процессов сбора, накопления и передачи информации. Естественно, не умаляя значения автоматизации, все-таки поставим на первое место специалиста, обрабатывающего информацию, ее аналитическое осмысление.

Переход на рыночные отношения в АПК требует применения новых методов и технологий управления сельскохозяйственным производством на основе использования информационно-аналитических и консультационных сетей, объединенных в единую глобальную сеть АПК РФ на федеральном, региональном (областном, краевом) и районном уровнях с использованием ПЭВМ, локальных сетей и коммутационных каналов связи.

Этот процесс сдерживается отсутствием интеграции информационной деятельности организаций Минсельхозпрода, Россельхозакадемии, других министерств и ведомств, работающих на АПК, что является одной из главных причин недостаточной эффективности аграрной науки, роста научного потенциала.

В связи с этим главными в научно-информационной деятельности должны быть решения следующих трех задач.

Во-первых, автоматизация формирования информационных ресурсов.

Уже сейчас многие организации осуществляют формирование информационных ресурсов – справочно-информационных фондов, баз и банков данных и т.п. на электронных носителях. Все большие массивы информации из таких носителей обрабатываются специалистами для поиска необходимых сведений.

Социологический опрос, проведенный автором в ряде организаций, показал их заинтересованность во внедрении такой информационной системы. Из числа опрошенных 25% весьма заинтересованы во внедрении системы, 51 – заинтересованы, 7 – безразличны, 1 – не заинтересованы и 15% затрудняются ответить.

Центрам информации необходимо переходить на создание и широкое использование фактографических информационно-поисковых систем, которые позволят на качественно новом уровне обеспечивать все категории потребителей необходимой информацией. Речь идет о различных справочно-информационных базах данных узкотематических фактографических систем, имеющих своего потребителя. В настоящее время это одна из первоочередных задач, стоящих перед теоретической и практической информатикой.

Показателем этого является возрастающее число разрабатываемых и вводимых в эксплуатацию фактографических информационно-поисковых систем в различных отраслях народного хозяйства.

Особенно четко прослеживается тенденция к увеличению удельного веса фактографических баз данных в зарубежных информационных системах, где они составляют около одной трети, а в наиболее крупных информационных фирмах – до 60...70% от общего объема баз данных. Например, на европейском

рынке информационных услуг, связанных с применением баз данных, 10% от общего дохода приносит использование библиографических баз данных, 90% - фактографических.

К сожалению, объем фактографических баз данных основных информационных центров по механизации агропромышленного производства и оборудованию для перерабатывающих АПК и других смежных отраслей народного хозяйства в общем объеме составляют всего лишь 5%.

В Информагротех создана фактографическая база данных машин и оборудования для АПК, выпускаемых в регионах России. Она используется для информационно-консультационного обеспечения специалистов АПК материалами о производстве машин и оборудования для растениеводства, животноводства, переработки сельскохозяйственной продукции, технического сервиса. На ее основе издано 6 томов каталогов регионального машиностроения.

Значительное развитие в отрасли должна получить фактографические БД:

- по технологиям производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Они позволят в автоматизированном режиме формировать справочники и каталоги по основным машинным технологиям, организовать технологии по основным технико-экономическим показателям, оценивать технический уровень технологий по применяемому составу машин и оборудования;

- по машинам, оборудованию и комплектующим изделиям, позволяющие решать задачи по сопоставительному анализу и оценке технического уровня новой техники;

- графической информации, необходимой для создания каталогов технологий и техники для АПК на современной технической и полиграфической основе.

Необходимо ускорить работы по созданию специализированных БД:

- для оценки и мониторинга технического уровня новых технологий и машин для АПК в сопоставлении с лучшими зарубежными аналогами и анализа научно-технического прогресса;

- составления и обновления прогнозов и оценки приоритетов в инвестировании развития механизации производства основных сельскохозяйственных культур, содержания животных, технического сервиса, переработки сельскохозяйственной продукции;

- функционирования основных направлений информационного обеспечения сфер управления, науки и производства.

Массивы информации в БД должны в основном формироваться на компакт-дисках (CD-ROM).

Департаментом науки и технического прогресса Минсельхозпрода России и Информагротех проведен анализ баз данных (БД) в АПК. Всего создано 308 баз. Основное число БД является собственной генерацией организаций Министерства. Успешно формируются и используются БД ГВД Минсельхозпрода России, Информагротех и некоторых других учреждений.

В то же время значительное количество БД своевременно не актуализируется, в том числе из-за недостаточного финансирования, и предназначены в основном для собственных потребностей. Ряд БД используется с применением

устаревшего технического и программного обеспечения (например, MS-DOS). Лишь крайне ограниченное число БД представлено для использования в Интернет-технологии.

По нашему мнению, характер сельскохозяйственного производства и необходимость оперативно принимать комплексные управленческие решения требуют создания экспертных систем – наиболее перспективной формы автоматизированного информационного обслуживания сферы управления и производства.

Во-вторых, автоматизация подготовки и издания информационных и других материалов.

В развитых странах мира все работы, связанные с подготовкой, редактированием и изданием материалов, осуществляются с использованием автоматизированных технологий, базирующихся на сверхсовременной компьютерной базе.

Речь идет о предиздательской подготовке материалов с использованием компьютерно-издательских систем, предусматривающих последующее цветоделение. Персональные компьютеры оснащаются программным обеспечением, позволяющим состыковать текстовую и графическую информацию. Определенные этапы в реализации этой технологии выполнены в Информагротех. Здесь также осуществляется интеграция баз данных и издательской подготовки материалов.

В настоящее время по этой технологии подготавливаются к изданию каталоги машин и оборудования для АПК, выпускаемых в Ассоциациях экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации. Подготовлен электронный справочник прогнозно-аналитической и конъюнктурной информации по инженерно-техническому обеспечению АПК.

В третьих, активное использование мировой информации.

В России всего около 1% населения пользуется Интернет, а в США их более 50%, в других странах – еще выше.

Сегодня уже можно твердо сказать, что будущее научно-информационного обеспечения предприятий АПК за интернетизацией. Известны примеры систем продажи сельхозтехники (в т.ч. подержанной) и запасных частей к ней по Интернету.

Все большее количество работ готовится для размещения в этой глобальной системе. Ведущее место в данной работе занимает и ГВЦ Минсельхозпрода России.

В значительной степени традиционная доставка информационных материалов, например, аналитической информации, распространяемой по системе дифференцированного обеспечения руководства (ДОР) НТИ, будет заменена электронной почтой.

В заключение отметим, что автоматизированная система распространения материалов НТИ среди предприятий и организаций АПК в перспективе будет осуществляться из специальных центров анализа и обработки информации. Один из них – Информагротех – уже успешно действует.

Принимаются меры по обеспечению доступа к созданным базам и банкам данных предприятий и организаций АПК и других отраслей, направлению за-

интересованным организациям баз данных на компакт-дисках, передача баз данных или их фрагментов по телекоммуникационным сетям на Web-сервер Минсельхозпрода РФ для размещения в сети Интернет.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ **Стребков Д.С., Краусп В.Р. (ВИЭСХ)**

Фундаментальные исследования по научно-техническим проблемам автоматизации стационарных технологических процессов (ТП) сельского хозяйства ведутся в направлении формализации целей и задач управления, моделирования биологических объектов, входящих в контуры управления, исследования влияния фактора на процесс управления. Эти исследования являются основополагающими и предшествуют практической разработке и реализации систем. В качестве био-объектов рассматриваются: животные, растения, семена, микроорганизмы. Человеческий фактор учитывается при принятии решений, при контроле за технологическими процессами, при организационном обеспечении систем управления. Фундаментальные исследования завершаются разработкой новых принципов автоматизации, способов управления био-объектами, новых технологий.

Рассматриваются автоматизированные (с применением микропроцессоров и компьютеров) технологические процессы "БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ-МАШИНА-ЧЕЛОВЕК" в которых электрифицированы силовые, энергетические и информационные процессы; частично формализованы модели объекта и с их использованием осуществляется автоматическое управление технологическими операциями; для других неформализованных процессов осуществляется сбор, обработка, хранение и представление информации для принятия решения об управлении специалистами объекта (хозяйства) по "совету" компьютера.

Научные проблемы автоматизации:

- исследование биотехнических систем, их математическое моделирование и установление зависимостей более эффективного функционирования;
- Разработка комплекса недостающих и пользующихся спросом датчиков и первичных преобразователей влажности воздуха и сельскохозяйственных материалов, расхода жидких и сыпучих средств, контроля биологического состояния животных и растений и др.;
- создание высокоэффективных автоматизированных технологических объектов с адаптивными структурами ТП и АСУТП, с управлением в реальном времени, с суточным и годовым циклами по техническим, технологическим и экономическим критериям;
- обеспечение возможности применения разных путей проектирования, создания и внедрения АСУТП, приводящих к законченному, конструктивно и информационно взаимосвязанному решению, за счет применения модульно-блочного подхода, единого информационного пространства, общего энергетического обеспечения, единой электронно-технической и компьютерной базы, совместимого программного обеспечения;

- экономия затрат связанной (прошлой) и свободной энергии на поддержание технологических процессов и управления ими;
- создание интегральных АСУТП с разным уровнем автоматизации, приближении к оптимальным режимам работы технологических объектов в зависимости от изученности объектов, степени их формализации, готовности к автоматизации, пропорционально получаемому экономическому эффекту от автоматизации;
- разработка методов технико-экономических, энергетических и информационных оценок и анализа эффективности автоматизации, сельскохозяйственных ТП и производства в условиях много мерности технологических систем и возмущающих воздействий;
- разработка принципиально новых высокорентабельных компьютеризированных агротехнологий, преобразующих и интенсифицирующих производство, осуществление которых невозможно без автоматизации во всех звеньях.

Автоматизация предполагает конструктивно-технологическую и организационную увязку объекта со всеми его звеньями, машинами и оборудованием на стадии проектирования. При этом создается новый автоматизированный технологический комплекс (АТК), управляемый операторами с использованием компьютера в АСУТП.

Важным этапом развития автоматизации являются исследования и моделирования сложных биотехнических объектов, разработка алгоритмов оптимизации биотехнических объектов, обоснование и решение новых более углубленных в объект задач управления, учет влияния человека-оператора, специалиста, входящего в контур управления. Эти исследования являются основополагающими, фундаментальными и предшествуют практической разработке и реализации систем.

Разработка технического и программного обеспечения многоуровневых систем автоматизации должно увязываться с организованным обеспечением с коллективами специалистов объекта. В сложном объекте с развитым коллективом специалистов следует учитывать собственные цели коллектива, которые не должны противоречить общей цели управления объектом во избежании негативной реакции на управление и отторжение внедряемой системы (Эффект неперимости к управлению).

Оценка экономической эффективности существующих и разрабатываемых АТК должна проводиться как по существующим методикам с определения экономической эффективности технологий и составления бизнес планов, так и по новым методикам, изложенным в монографиях и статьях ученых, учитывающим большее число переменных параметров, влияющих на результаты расчета.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ДО 2005 ГОДА Фирсов М.М., Викторов А.И. (ОАО "ВИСХОМ")

Проблема автоматизации мобильных сельскохозяйственных машин приобрела особую остроту в связи с тенденциями снижения эффективности исполь-

зования их в новых условиях хозяйствования. Очевидно, что эффективность мобильных машин можно увеличить преимущественно за счет применения новейших технологических решений, не меняя существенно классическую схему их конструктивного исполнения. По нашему мнению в ближайшие пять лет должны осуществляться три направления развития автоматизации:

- автоматизация модернизированных сельскохозяйственных машин, выпущенных после 1995 года;
- автоматизация создаваемых принципиально новых машин, обеспечивающих комплексную механизацию на федеральном и региональном уровнях;
- автоматизация за счет применения современных технологических решений и комплектующих изделий и узлов отечественного и зарубежного производства на базе бортовых компьютеров.

Работа по этим направлениям позволит реализовать комплексную автоматизацию в растениеводстве с учетом федеральной и региональной потребностей и очередности подготовки серийного производства.

Автоматизацию мобильной сельскохозяйственной техники необходимо проводить поэтапно:

- создания автоматизированных рабочих органов, построенных на основе традиционных технических решений;
- создание автоматизированных систем, встроенных в основные узлы машин, с применением электрогидроавтоматики, электронной автоматики, электромеханических приводов;
- создание комплексных автоматических систем контроля и управления сельхозмашинами с применением бортовых компьютеров;
- создание роботизированных комплексов машин, особенно при переработке сельхозпродукции на местах ее производства.

Решение указанных задач возможно при объединении усилий специалистов с учетом сохранившихся заделов и проводимых работ в базовых НИИ (ОАО "ВИСХОМ", ВИМ, НАТИ, ГОСНИТИ, ВИЭСХ и др.).

В начале 2000 года усилия специалистов НИИ должны быть направлены на доработку программ и концепций развития автоматизации в условиях экономического кризиса и предпосылок развития сельхозмашиностроения в соответствии с подготовленной Федеральной программой по сельхозмашиностроению. В этой программе предусмотрена организация производства сельхозмашин в России на существующих предприятиях отрасли сельхозмашиностроения, а также с привлечением предприятий зарубежных стран.

Важное место должно занять использование высоких технологий оборонных предприятий и возобновление производства комплектующих изделий и автоматики на их площадях.

Реализация автоматизации сельхозмашин требует определенных мер организационно-правового порядка, включая инвестиционную политику и изыскание источников финансирования в государственных и коммерческих структурах. Не исключена апробация перспективных зарубежных средств автоматизации с обязательной привязкой к отечественным машинам и проведением хозяйственных испытаний и сертификации.

Для координации работ по созданию средств автоматизации рекомендуем создать структурное подразделение по автоматизации на базе ОАО "ВИСХОМ" или ВИМ.

Конкретизация тенденций развития основных направлений автоматизации мобильных сельхозмашин до 2005 года проработана специалистами ОАО "ВИСХОМ" и ВИМ в рамках решений на заседаниях РАСХН и Минсельхозпрода России. С этими материалами можно ознакомиться в отделах автоматизации указанных институтов или получить по заказу.

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АСУТП СТАЦИОНАРНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ Краус В.Р. (ВИЭСХ)

Рыночные отношения, акционирование сельскохозяйственных предприятий, развитие фермерских хозяйств, широкое использование во всех сферах управления микропроцессорной и компьютерной техники требуют от науки дифференцированного подхода к автоматизации управления сельскохозяйственным производством и к его основе – технологическим процессам. АСУТП сельскохозяйственных объектов должны быть модульные, учитывать индивидуальные характеристики биологических объектов, выполняться и внедряться как одновременно с технологическим объектом, так и поэтапно, быть информационно и технически совместимыми с системами управления производством в целом.

Развитие АСУТП идет в следующих основных направлениях:

- создание высокоэффективных автоматизированных технологических объектов с адаптивными структурами ТП и АСУТП, с управлением в реальном времени, с суточным и годовым циклами по техническим, технологическим и экономическим критериям;
- обеспечение возможности применения разных путей проектирования, создания и внедрения АСУТП, приводящих к законченному конструктивно и информационно взаимоувязанному решению, за счет применения модульно-блочного подхода, единого информационного пространства, общего энергетического обеспечения, единой электронно-технической и компьютерной базы, совместного программного обеспечения. Согласование в Минсельхозпроде технических заданий на создание узлов и элементов АСУТП, разрабатываемых разными организациями по бюджетному финансированию;
- создание интегрированных АСУТП с разным уровнем автоматизации и приближения к оптимальным режимам работы технологических объектов в зависимости от изученности объектов, степени их формализации, готовности к автоматизации, пропорционально получаемому экономическому эффекту от автоматизации.

Стационарные сельскохозяйственные объекты могут быть представлены как «БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ-МАШИНА-ЧЕЛОВЕК» и более частный случай – «ЖИВОТНОЕ-МАШИНА-ЧЕЛОВЕК», в которых электрифицированы силовые, энергетические и информационные процессы; частично формализованы модели объекта и с их использованием, осуществляется автоматическое управление отдельными тех-

нологическими операциями; для других информационных процессов осуществляется сбор, обработка, хранение и представление информации для принятия решения об управлении специалистами объекта (хозяйства) по «совету» компьютера.

Создание АСУТП предполагает конструктивно-технологическую и организационную увязку со всеми его звеньями, машинами и оборудованием в стадии проектирования. При этом создается новый автоматизированный технологический комплекс (АТК), управляемый операторами с использованием компьютера в АСУТП. Разработана методика синтеза иерархической интегрированной АСУТП сложных технологических объектов, предусматривающая последовательное применение методов декомпозиции системы, анализа составляющих подсистемы и композиции вариантов АТК по экономическому критерию. Методика рассматривается на примере синтеза АСУТП для молочных ферм, цехов послеуборочной обработки кормов и откормочных ферм. Методика учитывает классификацию однотипных задач по числу ограничивающих связей, определение весовых коэффициентов, характеризующих величины (функции) ущербов от отсутствия автоматизированного управления, установление числа ярусов иерархии управления, формализации дерева критериев управления и осуществление структурного синтеза АСУТП по экономическому критерию.

Разработка алгоритмов решения сельскохозяйственных технологических задач опирается на современные достижения зоотехнической, ветеринарной, агрономической, инженерной науки. При этом главным направлением является оптимизация условий жизнеобеспечения биологических объектов (животных, растений, микроорганизмов) с целью получения высококачественной сельскохозяйственной продукции при минимальных затратах энергии, трудовых и материальных ресурсов и информации.

Программное обеспечение должно разрабатываться IBM совместимым с использованием существующих служебных программ, систем управления базами данных (СУБД), современных программ ввода и отображения информации, программ передачи информации по каналам связи.

Разработка технического и программного обеспечения интегрированных АСУТП тесно увязывается с организационным обеспечением, с коллективами специалистов объекта. В сложном объекте с развитым коллективом специалистов следует учитывать собственные цели коллектива, которые не должны противоречить общей цели управления объектом во избежание негативной реакции на управление и отторжение внедряемой АСУТП (эффект нетерпимости к управлению).

АВТОМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ УРОЖАЯ

Шеповалов В.Д. (ТСХА)

Современный этап научно-технического прогресса в земледелии характеризуется переходом на топоориентированные технологии растениеводства (ТОТР), которые базируются на использовании новейших достижений в области спутниковой навигации, геоинформационных систем (GIS), технических и программных средств локального и дистанционного управления полевыми агрегатами.

В этих технологиях выполнение всех агроопераций осуществляется с учетом особенностей состояния того фрагмента поля, где она проводится. Одной из важнейших характеристик фрагмента поля является количество полученного с него урожая, которое непосредственно отражает потребленный ресурс плодородия, а при наличии агрохимической топоосновы и данных мониторинга работы агрегатов, правильность назначенного агрономического регламента и точность его соблюдения в производственном цикле выращивания. Важнейшими компонентами уборочных машин ТОТР-систем являются средства автоматического картографирования урожая. В их состав входят измерительные преобразователи текущих значений параметров урожая, система автоматического местоопределения и накопители данных. Последние два вида устройств образуют навигационно-технологический контроллер. Наиболее продвинутыми являются средства автоматического картографирования урожая зерновых. Топоориентированные данные урожайности (карты урожайности) являются важнейшей информационной основой территориальной синхронизации режимов работы всех сельскохозяйственных агрегатов, участвующих в производственном цикле выращивания.

Принятие управляющих решений в ТОТР-системе, в частности назначение уровня и вида внесения удобрений, опирается на представление реального поля в виртуальном пространстве в виде упорядоченного множества прямоугольных фрагментов, каждому из которых ставится в соответствие участок реального поля, автоматически распознаваемый сельхозагрегатом в процессе перемещения по полю.

Количество технологических фрагментов представляющих конкретное поле в ТОТР-системе определяется прежде всего параметрами распределения урожая как случайной величины, погрешностями комплекса средств измерения урожая и уровнями технологической значимости различий урожайности, определенных по каждому из фрагментов.

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ АПК

Ковалев В.Я., Дмитриев А.М. (НПО "Белмясомолпром")

1. К концу XX столетия накоплен опыт автоматизации производственных процессов в большинстве отраслей АПК. Своевременна постановка задачи – разработать общую методологию создания автоматизированных производств АПК и адаптировать ее к подкомплексам, отраслям и подотраслям, основанную на синтезе технологической, технической, экологической, экономической, санитарно-гигиенической и информационно-управляющей подсистем. Укрупненный алгоритм разработки автоматизированных сельскохозяйственных процессов должен включать:

- выбор перспективных для автоматизации процессов, производств, обоснование рационального уровня их автоматизации;
- математическое моделирование процессов с целью выявления закономерностей для определения параметров и их оптимизации;
- обоснование измеряемых показателей и алгоритмов управления;

- выбор и создание новых методов измерения и технических средств контроля и управления;
- синтез технологического комплекса с выбором рационального оборудования;
- создание автоматизированной системы контроля и управления процессами;
- оценка эффективности автоматизации производств АПК.

2. В основе общей методологии создания автоматизированных производств ЛПК следует положить интегрированную компьютерную систему управления (ИАСУ). Как минимум, необходимо различить три слоя ИАСУ предприятия:

- автоматизированная система управления технологическими процессами – АСУТП;
- автоматизированная система оперативного управления производством – АСОУП;
- автоматизированная система управления организационно-экономической (коммерческой) деятельностью предприятия (АСУП).

3. ИАСУ является открытой системой, что позволяет ее внедрение осуществлять по отдельным слоям или уровням управления. Внедрение ИАСУ является сложной научно-технической проблемой. Ее осуществление может занять первую четверть XXI века. Для достижения реальных результатов от разработки и внедрения в АПК ИАСУ – обеспечения четкости и слаженности работы производств и всего хозяйственного механизма, сокращения ресурсоемкости и повышения качества продукции – требуется долгосрочная программа действий. Разовые акции даже внешне впечатляющего масштаба мало что дают. Системные сценарии создания автоматизированных производств АПК могут быть получены в рамках развития системы технологий, машин и оборудования различных отраслей АПК. Не вызывает сомнений, что средства автоматизации должны быть включены в "Систему машин".

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кряжков В.М. (ВИМ)

В последние годы получило развитие региональное машиностроение с разработкой перспективных автоматизированных технологий и производство комплектующих изделий для создаваемых машинных технологий.

При весьма тяжелом положении с производством техники для АПК на заводах Федерального уровня имеется острая необходимость использования в регионах местных материальных производственных ресурсов и научных кадров и богатого производственного опыта руководителей и специалистов АПК – получает развитие в РФ с каждым годом региональное машиностроение.

Региональное машиностроение организуется руководителями Межрегиональных Ассоциаций в регионах: "Черноземье", "Северо-Кавказ", "Сибирское соглашение", "Уральский регион", "Большая Волга", "Дальний Восток", "Северо-Западный регион", "Северо-Восточный", с широкой опорой на Минсельхозпрод

РФ, Россельхозакадемию, "Союзагромаш", ведущие НИИ по механизации и с.х. машиностроению РФ, заводы и КБ Федерального уровня, оборонные и промышленные центры и входящие в них предприятия, НИИ и КБ.

Созданные Минсельхозпродом РФ и Россельхозакадемией центры регионального сельхозмашиностроения: по научному обеспечению при ВИМЕ и производственному обеспечению при ГОСНИТИ. Совместно с холдингом "Автосельхозмашем", "Тракторэкспортом", "Госагроснабом" и др. ведомствами проведен глубокий анализ состояния и перспектив развития регионального сельхозмашиностроения, и проводится работа по объединению усилий всех ведомств и организаций РФ на решение этой главной государственной проблемы.

Одним из важнейших направлений научно-технических разработок и их реализации определены:

- обеспечение современными комплектующими изделиями на базе автоматизации базовых машин и техники создаваемой в регионах;
- перевод энергетических средств и различных комбайнов на автоматизированное электромеханические приводы рабочих органов;
- автоматизация многих процессов в механизации и электрификации животноводства;
- автоматизация процессов в тепличных комплексах и в открытом овощеводстве;
- автоматизация процессов хранения и переработки с.х. продукции;
- оценка качества работы машин, получаемой сельскохозяйственной продукции, а также качества продукции при хранении и переработке;
- организация совместной работы с зарубежными фирмами через "Тракторэкспорт".

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ И ПЭВМ.

Мусин А.М., Ерков А.А., (ВИЭСХ)

В ВИЭСХ разработаны различного рода АСУТП, предназначенные, прежде всего для автоматизации тепломассообменных процессов. Они применяются на различных объектах по производству и переработке сельскохозяйственной продукции: для управления отоплением, вентиляцией и микроклиматом в производственных помещениях, теплицах, овощехранилищах, а также для управления на линиях пастеризации, перегонки, ректификации и пр.

Контроллеры для управления технологическими процессами работают по алгоритмам взаимосвязанного управления с переменной структурой. Для обеспечения высокой надежности программ, режимы работы контроллера (его структура) управляются идентификатором структуры, построенным методом синтеза автоматов древовидной структуры по таблицам решений с применением информационного критерия качества признаков.

Основой систем управления является унифицированный восьмиканальный контроллер на базе микроЭВМ. Модификация контроллера осуществляет-

ся прошивкой микропрограммы с необходимым алгоритмом управления. Для большинства систем управления достаточно одного контроллера.

Сложные АСУТП и системы на распределенном объекте строятся на базе децентрализованной сети управляющих контроллеров, каждый из которых осуществляет взаимосвязанное управление по алгоритму имеющему переменную структуру и обеспечивает поддержание (стабилизацию) технологических параметров. Переход на другой режим работы, изменение уставок осуществляется при помощи ЭВМ, к которой и подключены контроллеры сети. Регистрация и взаимодействие с оператором также осуществляет ЭВМ. Такое построение АСУТП обеспечивает необходимую живучесть системы управления, т.к. при отключении ЭВМ контроллер обеспечивает удовлетворительное качество регулирования. Взаимосвязанное управление в объеме всего объекта управления (оптимизация режимов, предкомпенсация и др.) обеспечивает ЭВМ в штатном режиме работы.

Унификация аппаратного и программного обеспечения микроконтроллеров позволяет сократить время и стоимость разработок, а также увеличить серийность прибора.

Для более дешевого и быстрого внедрения сетевых технологий в АСУТП сельскохозяйственного назначения используются типовые и открытые решения по стандартам, протоколам, драйверам и т.п.

Для широкого внедрения разработанных АСУТП используется технологический язык реального времени, со средствами взаимодействия с оператором и технологом.

К ВОПРОСУ ИНФОРМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА Сергованцев В.Т. (МГАУ)

Обсуждаются понятие информации. Информация и окружающий мир. Информация и управление. Информационные параметры. Информационные процессы и технологии.

Информационные методы представления материальных объектов и процессов Информационные и математические модели. Системный подход. Информационные ресурсы.

Обсуждается понятие информатизации. Средства информатизации. Компьютеризация и компьютерные технологии. Роль и место вычислительной техники в информационных технологиях.

Сельскохозяйственное производство как объект информатизации. Информационные технологии управления с.х. производством. Цели и критерии оптимального управления. Человеческий фактор в информационных технологиях.

Структурные модели с.х. производственных технологий: безотходная технология с.х. производства; технология с.х. предприятия; технологии в растениеводстве и животноводстве.

Структурные модели АПК производственно-технологическая система» производственно-экономическая система; система государственного управления; маркетинговая система.

Задачи и методы математического описания характеристик объектов и связей между ними. Способы выявления и формулирования задач компьютеризации.

Перспективы компьютеризации с.х. производства.

К обсуждению в частности предлагается.

Информация - это сведения об окружающем мире, отображенные в какой-либо среде их хранения, обработки и передача. Среда названа памятью.

Информация нужна человеку для: 1) развития личности; 2) удовлетворения его потребностей; 3) выработки действия (принятия решения). Основные функциональные цели человеческого разума: 1) накопление знаний и 2) автоматизация выработанных алгоритмов.

Информация как средство борьбы в современном мире "Информация правит миром: в чьих руках средства информации в тех руках и власть"

Информатизация есть процесс внедрения в информационные технологии технических средств хранения, обработки и передачи информации. Поскольку в настоящее время основным средством информатизации производства является вычислительная техника, то предпочтительнее было бы использовать термин "компьютеризация".

Вычислительная техника - это: 1) мощное средство накопления и распространения знаний; 2) основное средство автоматизации производства и систем управления; 3) основной инструмент выполнения информационных работ.

Положительные и отрицательные стороны компьютеризации общества. Компьютеризация - венец развития технократической цивилизации. Но технократическая цивилизация - это путь к гибели человечества.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АПК

Буклагин Д.С. (Информагротех)

Современные высокоэффективные информационные системы основаны на использовании компьютерных технологий при решении основных задач информационного обеспечения отрасли:

- формирование информационных ресурсов (ИР);
- мониторинг научно-технического прогресса;
- создание автоматизированных баз данных;
- автоматизация подготовки изданий;
- развитие информационного сервиса.

В настоящее время основные объемы ИР отрасли формируются путем сбора, обработки и хранения на традиционных бумажных носителях, хотя они и имеют тенденцию к снижению. В то же время считается, что в ближайшие годы до 50% зарубежных и 25% отечественных периодических изданий будут достигнуты только в электронной форме. Уже сейчас при формировании ИР необходимо обрабатывать 14 отечественных и 50 зарубежных баз на CD- i<QM дисках, многие издания выпускаются на основе двойных технологий - на традиционных и магнитных носителях.

Особое значение приобретает использование для формирования ИР международных информационных сетей и Интернет-технологии.

Количество передаваемой информации в Интернет увеличивается каждый месяц на 30%. WWW – служба Интернета стада своеобразным издательством и библиотекой, которые сегодня практически не используются ни при формировании ИР, ни с целью расширения информационного сервиса. Всё это требует научного обоснования за разработки автоматизированных систем и методов отбора и формирования ИР отрасли, о учетом трех составляющих: традиционные носители, специализированные и политематические базы данных; службы Интернет. При этом необходимо иметь в виду, что с увеличением полноты формирования ресурсов, увеличиваются затраты, связанные с хранением и снижением степени дублирования материалов.

Подробно рассматриваются задачи автоматизации при создании БД полнотекстовой аналитической информации, которая является результатом постоянного мониторинга научно-технического прогресса всех направлений инженерно-технической системы АПК.

Эту информацию планируется представлять в виде файлов, предназначенных для размещения на Web - сайте Минсельхозпрода России.

Существующие базы данных (документальную, фактографическую, в т.ч. БД регионального машиностроения, специализированные, справочные и др.) необходимо дополнить адресной БД предприятий и организаций, относящихся к сфере деятельности инженерно-технической системы АИЖ, базами регистров технологий и машин, системной информации, характеризующих технический уровень машин, БД коммерческой информации и др.

Для расширения информационного сервиса в ближайшие годы необходимо разработать и освоить:

- электронные справочники по производству основных сельскохозяйственных культур и продукции животноводства, базирующиеся на применении гипертекстовой технологий;
- информационные технологии, основанные на адаптации настольно-издательских систем и баз данных, позволяющих оперативно издавать каталоги по сельскохозяйственной технике (по регионам, экономическим районам, предприятиям, группам техники, отраслям, подотраслям и т.п.) и анализировать состояние механизации на федеральном и региональном уровнях;
- программно-технические комплексы создания баз данных графической и текстовой информации, необходимых для создания каталогов технологий и техники для АПК;
- программные средства и электронные словари для автоматизированного перевода зарубежной информации о технологиях и технике для АПК.

Учитывая особую актуальность, перспективность и системность задач информационного сервиса инженерно-технической системы, позволяющих передавать и генерировать новые знания, необходимо разработать целенаправленную программу развития компьютерных технологий и их освоения в практике научно-информационной деятельности.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Мусин А.М. (ВИЭСХ)

"Методика определения экономической эффективности сельскохозяйственных технологии и техники" (1998 г.) содержит недостаточно четкие рекомендации по оценке ожидаемой эффективности инженерных решений. В основе оценки лежит метод сравнительной эффективности с применением критерия прироста прибыли. При этом отсутствуют ясные указания по выбору базы сравнения и учету основных условий использования рассматриваемой техники и технологии, хотя указания на обязательность их анализа имеются. Большие трудности вызывает определение так называемого технологического эффекта, заключающегося в повышении продуктивности животных и растений, а также качества продукции.

Для преодоления возникающих трудностей разработаны методические рекомендации. Позволяющие оценивать экономическую эффективность инженерных решений на стадии их технико-экономического обоснования. В основу рекомендаций положены методы оптимизации многофакторных альтернативных вариантов с применением ПЭВМ.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Михлин В.М., Савин И.Г. (ГОСНИТИ)

В настоящее время различают два принципиально различных метода прогнозирования технологического и технического состояния машин: прогнозирование по среднему статистическому изменению (отклонению) параметра (мощность, производительность, объем работ, износы деталей и соединений) и индивидуальное прогнозирование по реализации изменения параметра.

Первый метод применяют для определения технических требований на производственную эксплуатацию, ТО и ремонт машин.

При эксплуатации, ТО и ремонте через заданную межконтрольную наработку измеряют параметры производственной и технической эксплуатации машины и сравнивают с их допускаемыми значениями. При превышении измеренного отклонения параметра допускаемой величины делают заключение о технологическом или техническом регулировании рабочих органов (других составных частей, деталей и соединений) их замене или ремонте. При этом, как правило, ресурс составных частей агрегатов используется не полностью (осуществление планово-предупредительной стратегии ТО и ремонта по состоянию). Естественно, такой подход является более перспективным по сравнению со стратегиями ТО и ремонта после отказа или по наработке (замена, ремонт, регулирование составных частей агрегатов строго после определенной наработки вне зависимости от состояния). Все три стратегии: после отказа, по наработке и по состоянию имеют свои преимущества, достоинства и области применения.

Для более полного использования ресурса агрегатов при планово-предупредительной стратегии ТО и ремонта по состоянию, по результатам кон-

троля, диагностирования, применяют метод прогнозирования этого состояния по реализации (второй метод прогнозирования). В этом случае осуществляют индивидуальный учет технического состояния агрегата, динамику изменения его технологических, технических, экологических, или экономических параметров. Получаемые при этом показатели динамики отличаются гораздо меньшей вариацией, чем при прогнозировании методом по среднему статистическому - не индивидуально (по реализации), а по парку машин.

Однако применение метода прогнозирования по реализации сопровождается определенными трудностями. В этом случае необходимо располагать данными о наработке агрегата в момент контроля, о результатах прошлых измерений и наработке агрегатов к моменту этих измерений. Естественно, что эти данные можно получить по немногим агрегатам, составным частям, так как практически неизвестно, когда, например, в последний раз регулировали некоторые параметры рабочих органов МТА или тепловые зазоры газораспределения двигателя, и какие они были перед регулированием.

Поэтому метод прогнозирования технологического или технического состояния в целях определения остаточного ресурса по реализации применяют только по ресурсным параметрам, восстановление которых связано с относительно большим объемом регулировочных или ремонтных работ, при котором фиксируется и наработка, и параметры состояния.

Цель прогнозирования технического состояния по реализации заключается в основном в определении и более полном использовании ресурса при высокой безотказности диагностируемых агрегатов.

Под остаточным ресурсом при этом понимается наработка от момента контроля (диагностирования) до наступления отказа, обусловленного достижением ресурсного параметра агрегата предельной величины.

Остаточный ресурс обычно определяют в результате контроля агрегата машины. Причем каждому значению параметра (в т. ч. износа, размера деталей, натяга в соединении, технической характеристики), выход которого за предельное значение означает утрату работоспособности или долговечности составной части или агрегата в целом, ставят в соответствие определенное значение диагностического ресурсного параметра.

В этой связи для решения задачи определения остаточного ресурса агрегата машины, в первую очередь, устанавливают вначале номенклатуру ресурсных прогнозируемых параметров, а затем номенклатуру диагностических.

Выбор, например, технических параметров определяется основными составными частями агрегата. Для двигателя машины такими составными частями служат цилиндропоршневая группа, коленчатый вал с шатунными и коренными подшипниками, газораспределительный механизм.

В настоящее время разработаны компьютерные программы для прогнозирования и оптимизации допускаемых значений параметров различного характера по критерию минимума удельных издержек при прогнозировании по среднему статистическому изменению, а также программа прогнозирования остаточного ресурса – среднего, при заданной доверительной вероятности и оптимального по критерию минимума удельных издержек.

Для прогнозирования остаточного ресурса по реализации наряду с компьютерными программами разработаны номограммы, например для определения остаточной наработки (ресурса) дизеля по удельному расходу топлива. При этом в качестве диагностического параметра используют дымность отработавших газов.

Как показали результаты исследований, прогнозирование технологического и технического состояния машин позволяет увеличить безотказность агрегатов машин в эксплуатации в два и более раза, предупреждая их отказы и неисправности.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ МЕХАНИЗИРОВАННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА

Потапов В.Н. (ВИМ)

В настоящее время проведенная многими учеными мира оценка надежного топливообеспечения автомобильного транспорта на предстоящий период (после 2000 г.) показывает, что на смену эры нефтяных топлив постепенно будет приходиться эра газовых топлив и, в первую очередь, природного газа.

По этой причине во многих странах (США, Канада, Австралия и др.) приняты национальные программы перевода транспортных средств на газомоторные топлива и разработана соответствующая нормативно-законодательная база.

Природный газ является одной из важнейших составляющих топливных ресурсов России. Его доля в структуре производства энергоресурсов составляет в настоящее время более 45%.

Газовое моторное топливо превращается в полноправного конкурента, имеющего хорошие перспективы для завоевания рынка моторных топлив на автомобильном, железнодорожном, водном транспорте и сельскохозяйственной техники.

Учитывая государственную проблему использования природного газа в качестве моторного топлива в сельском хозяйстве и во исполнение постановления Правительства Российской Федерации от 15.01.93 г. «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом», ВИМ совместно с предприятиями ОАО «Газпром» проводит научно-исследовательские работы по коренному изменению системы снабжения топливом сельскохозяйственной техники на основе замены дорогих светлых нефтепродуктов сжатым природным газом с использованием гаражных газозаправочных станций и прицепных тракторных газозаправщиков.

В ВИМе впервые в сельскохозяйственном производстве разработаны и изготовлены опытные образцы стационарной гаражной газозаправочной станции ЗГ-1М и прицепного тракторного газозаправщика ПТГЗ-2000-32 для заправки автотракторной техники газообразным топливом, которые успешно прошли Государственные испытания на Поволжской МИС в совхозе «Комсомолец» Кинельского района Самарской области.

ВИМом разработана комплексная программа по «Разработке и внедрению технологии использования природного газа в качестве моторного топлива на примере модельного хозяйства АОЗТ «Воронежский» Кульчугинского района Владимирской области на 1999-2000 годы», предусматривающая перевод

на газомоторное топливо (опытная апробация) 45 единиц сельскохозяйственной техники, в том числе 20 тракторов (К-700, Т-150К, МТЗ-80), 24 автомобиля (ГАЗ-52, ЗИЛ-130, КамАЗ) и сушилка зерновая карусельная СКЗ-8 – 1 шт.

Экономическая эффективность перевода на газомоторное топливо представлена в таблице.

Экономическая эффективность замещения нефтяного моторного топлива сжатым природным газом в АОЗТ «Воронежский»

	цена на 20.11.99г.
1. Объем размещения моторного топлива, всего, тыс.л/год	866,2
в т.ч. бензина А-76	197,4
дизтопливо	668,8
2. Цена моторного топлива:	
бензина А-76, руб/л	6,2
дизтопливо, руб/л	4,7
сжатый природный газ, руб/м ³ (30% от стоимости бензина А-76)	2,0
3. Стоимость замещаемого нефтяного моторного топлива,	
всего, млн. руб.	4366,3
в т.ч. бензина А-76	1223,0
дизтопливо	3143,0
4. Сокращение затрат на топливо при переходе на газомоторное топливо, млн. руб.	2633,9
5. Затраты на переход с.х. техники на газопламенное топливо, млн. руб.	1860,0
6. Срок окупаемости капвложений, год	1,4

ЭНЕРГОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАГРУЗКИ МАШИН

Кудрявцев И.Ф. (БАТУ), Кудрявцев В.И. (МГАУ)

Проблема энергосбережения в республике “Беларусь” является важным и приоритетным направлением в научно-исследовательских работах, в том числе и автоматизации производственных процессов. Автоматизация должна быть и энергосберегающей. Известно, что энергоёмкость национального дохода в 1,5-2 раза выше уровня наиболее развитых зарубежных стран. Основными причинами создавшегося положения являются: во-первых, большая энергоёмкость многих машин ввиду несовершенства технологии и конструкции и, во-вторых, несовершенная бесконтрольная эксплуатация машин, обслуживающий персонал которых допускает недогрузку машин, обуславливающую перерасход электроэнергии. Перерасход электроэнергии при недогрузках возникает из-за уменьшения КПД машин, механизма передачи и электродвигателя.

Для осуществления эффективного контроля за перерасходом электроэнергии в электроприводных машинах при недогрузках создана математическая модель, которая позволяет по замеряемым току загрузки электродвигателя, току при холостом ходе машины и паспортным данным электродвигателя определять перерасход электроэнергии на единицу перерабатываемой продукции.

Проведённые многими исследователями обследования показали, что электродвигатели и соответственно машины в большинстве случаев загружены

на 60-70%, а в некоторых случаях на 50% и менее. Наши исследования показали, что дробилки кормов при половинной загрузке по производительности (по току электродвигателя около 70%) перерасходуют около 48% электроэнергии на единицу перерабатываемой продукции.

Самым эффективным способом предотвращения перерасхода электроэнергии в электроприводных машинах является разработка и внедрение недорогих, надёжных автоматизированных загрузочных устройств, которые обеспечивали бы оптимальную загрузку машин. Автоматизированные загрузочные устройства (задвижки, заслонки, шнековые транспортёры и др.), регулирующие подачу перерабатываемого продукта в машины, могут быть разработаны на базе использования регулируемых исполнительных механизмов и электроприводов, управляемых в функции потребляемого электродвигателями машин тока.

Для уменьшения энергоёмкости, а, следовательно, и себестоимости национального продукта необходимо принять безотлагательные следующие меры.

1. Поручить машиностроительным заводам разрабатывать и изготавливать энергоёмкие машины, укомплектованные автоматизированными загрузочными устройствами.

2. На предприятиях при эксплуатации электроприводных машин с ручной загрузкой необходимо организовать эффективный контроль за загрузкой машин по току загрузки электродвигателя с просчётом количества перерасходуемой электроэнергии в случае недогрузок машин.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕКАЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Янукович Н.Г. (БАТУ)

В техническом перевооружении сельскохозяйственного производства важную роль играют средства автоматизации. Надёжность и эффективность их работы в значительной степени зависит от качества электроэнергии, показатели которой в Республике Беларусь до сих пор не всегда находятся в допустимых пределах.

Для оценки экономической эффективности использования средств автоматизации, как и в целом всего сельскохозяйственного производства, при существующем качестве электроэнергии нами был использован метод энергетического анализа, который позволяет сопоставить затраты электроэнергии с результатами труда.

Экономическая эффективность использования электроэнергии для автоматизации производственных процессов в сельскохозяйственном производстве рассчитывалась с учётом индикативных и результирующих показателей.

Среди группы индикативных показателей были проанализированы частные связующие показатели, такие как интенсивность электрозатрат производства (на единицу площади сельскохозяйственных угодий и пашни), а также электрозатраты труда (электровооружённость), которые рассчитываются путём соотношения годового потребления электроэнергии и среднегодовой численности работающих в сельском хозяйстве.

Основным результирующим показателем является электроёмкость. В общем виде она рассчитывалась путём соотношения совокупных электрозатрат и результатов труда. Определяли также и обратный ему показатель - электроотдачу.

Общие результаты труда чаще измеряются в стоимостном выражении по валовой продукции. Однако в настоящее время анализ электроёмкости сельскохозяйственного производства с использованием стоимостных показателей затруднён из-за необходимости приведения их к неизменным ценам, сложностей в сопоставлении различных валютных систем. Поэтому для оценки средств автоматизации сельскохозяйственного производства был применён расчёт по отношению к объёму производимой сельскохозяйственной продукции, выраженной через условные зерновые единицы.

Произведенный анализ показал, что в 1998 году по сравнению с 1990 годом, как потребление, так и эффективность её использования значительно снизились.

Вместе с тем, в связи с ростом стоимости производства электроэнергии доля затрат на электроэнергию в структуре всех материальных затрат возросла.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ УЧЁТА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Мухин О.А., Ермашкевич, В.Н. Строев П.В. (БАТУ – ИЭ НАНБ)

Основная цель мероприятий, предусмотренных в Постановлении Правительства №855 от 9 июля 1997 года, заключается в обеспечении рационального использования воды, как ресурса, и теплоэнергетических ресурсов. В такой постановке задачи вода не является тем стратегическим сырьем, с которого нужно начинать экономию. В значительно больших и неконтролируемых объёмах вода расходуется на промышленных предприятиях, животноводческих комплексах и т.д. Экономия воды в индивидуальном секторе начата не потому, что ее потребляется много и ощущается ее недостаток. Началом процесса стала слишком большая норма потребления воды - 180 холодной и 120 горячей литров ч/сут. Фактически среднесуточное потребление воды на человека находится в пределах 130-160 литров ч/сут. По ряду данных, фактическое потребление воды в квартирах, где установлены индивидуальные счетчики, колеблется от 50 до 200 л ч/сут. Такое потребление вовсе не результат установки приборов учета воды, а фактическая потребность в воде. При тарифе на май 1999 года 12540 руб. каждый житель, исходя из установленной нормы платит государству 112860 рублей в месяц.

Затраты на ремонт, замену и поверку приборов, снятие показаний, сверку правильности оплаты относятся на себестоимость водообеспечения. Эти и другие затраты приводят к существенному повышению услуг без изменения потребительских качеств воды, а следовательно, и к росту оплаты жилищно-коммунальных услуг населением. При учете горячей воды прибор одинаково фиксирует протекающую через него как горячую, так и существенно недогретую воду. Оплата же взимается, как за горячую.

Если затраты на установку приборов уже можно подсчитать и даже оценить по факту, то расчет эффективности от их установки остается за кадром. Стоимость одного прибора, вентиля и фильтров к нему, а также монтаж составляет \$50 и более. Только за один такой прибор можно купить в России примерно 1666,7 м³ природного газа. Где же механизм возврата этих реальных затрат, если установка приборов, по мнению специалистов Комитета по энерго-

сбережению, создает лишь предпосылки для экономии ресурсов? В тоже время это количество газа позволяет произвести на ТЭЦ 4143 кВт·ч электрической энергии и около 7,8 Гкал тепла.

Установка двух счетчиков обойдется квартиросъемщику \$100, всякого рода компенсации и скидки следует исключить. Если будет установлено большое количество приборов учета, то эти компенсации будут выплачены только из госбюджета, за счет других программ, а также средств, предназначенных для выплаты зарплаты учителям, врачам, научным работникам и т.д. При фактическом потреблении воды составит 4 м³/ч в месяц на человека, при условии проживания одного человека в квартире, окупаемость затрат на приобретение и монтаж двух счетчиков составит 57 лет. При среднем количестве жильцов (три), срок окупаемости уменьшается до 20 лет. В наших неприспособленных к учёту системах (загрязнения, гидроудары, воздушные включения и т.д.) ни один зарегистрированный счетчик не отработает двух лет. По данным нашего аудита многие не проработали и года.

Что касается экономии энергии в случае уменьшения потребления воды, то это не превысит 30 кВт·ч в год на один прибор. Если бы средства, затраченные на установку двух приборов, были направлены на приобретение газа, выработку тепловой и электрической энергии, а затем продажу промышленным предприятиям, то, выручка бы составляла 1381,47 долларов США.

Имеется и ряд других узких мест, например, социальный фактор, из-за чего и ставится вопрос о пересмотре стратегии внедрения счетчиков воды, газа и тепла в республике. Анализ данных и проведенные исследования позволили выявить следующее:

- приборы учёта не дают разрекламированной "экономии энергоресурсов в объёме 20-30% от того количества, которое требовалось до установки приборов учёта";

- установленные приборы показали, что в подавляющем большинстве фактическое потребление воды и газа на 40-50% меньше установленных удельных норм. Фиксация фактического потребления не имеет ничего общего с энергосбережением;

- установка приборов учёта теплоты будет приводить к экономии топлива на ТЭЦ и котельных только в случае наличия обратной связи в технологической цепи "производитель – сеть – потребитель" теплоты и малых тепловых потерь в теплотрассах;

- считать приоритетным автоматическое регулирование отпуска теплоты и теплового комфорта;

- установка приборов учёта воды, газа и теплоты, при малой цене реализации этих услуг и высокой стоимости приборов, крайне неэффективна и является примером того, когда инвестор (в данном случае государство), вкладывая средства в реализацию проекта по принятой схеме, несёт затраты не только на этапе "разработка – изготовление – внедрение", но и убытки на завершающей стадии (эксплуатация);

- эффективность установки приборов учета, для государства и потребителя, может быть достигнута при взаимной увязке всех составляющих проекта,

включающих "стоимость приборов с учётом их монтажа и эксплуатации" – стоимость конкретного энергоносителя и вида услуг связи потребителя ресурса с производителем и поставщиком теплоты, газа, холодной и горячей воды.

Эти и другие экономические, энергетические, экологические и социальные факторы должны быть учтены в бизнес-планах.

Известно, что основой оптимизации режимов энергообеспечения и энергопотребления принято считать автоматизацию на различных уровнях. Тем более что она является наиболее экономически эффективным мероприятием и окупается в среднем за 2-4 года. Оснащение систем отопления терморегуляторами в местных теплопунктах позволяет экономить до 30% тепловой энергии (в зависимости от погоды и назначения здания). В настоящее время идёт увлечение учетом в ущерб автоматическому регулированию теплового комфорта, распыление средств на второстепенные подсистемы, с точки зрения стратегии энергоэффективности.

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ВИДЕ ДЕСКРИПТОРНЫХ СИСТЕМ С ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ Асмыкович И.К. (БГТУ)

В последние десятилетия в связи с потребностями практического синтеза систем управления технологическими процессами, анализа реально действующих управляемых систем активное внимание специалистов по теории управления привлекают линейные системы дифференциальных уравнений, неразрешенные относительно старшей производной. Сложность современных систем управления технологическими процессами, экономическими и робототехническими комплексами, совершенствование средств вычислительной техники настоятельно диктуют необходимость разработки фундаментальных (качественных) вопросов математической теории управления как теоретических основ создания реальных систем управления.

При составлении математических моделей физических процессов и систем управления необходимо учитывать как дифференциальные, так и алгебраические связи, а во многих случаях и эффекты последействия, которыми нельзя пренебречь. Адекватной моделью таких процессов являются дескрипторные динамические системы с последействием. Такие системы находят широкое распространение в самых разнообразных областях современной науки и техники: в автоматике и телемеханике, радиологии, биологии и медицине, при моделировании технологических процессов переноса (материала и тепла), задачах демографии, ряде экономических моделей, теории электрических цепей и т.д. Их теория является новым разделом качественной теории управления, поэтому в ней еще не установилась даже единая терминология. Такие системы называют либо вырожденными, либо сингулярными, либо системами неразрешенными относительно производной, либо системами с обобщенным пространством состояний, либо дескрипторными, причем последнее название превалирует. По нашему мнению это название наиболее точно отражает специфику таких систем. Теория обыкновенных дескрипторных систем, т.е. систем без запаздывания разработана достаточно полно. В случае регулярных систем подробно изучены вопросы существования и единст-

венности для непрерывных и дискретных систем, поставлены и решены различные задачи управляемости и наблюдаемости, подробно исследованы возможности изменения качественных характеристик дескрипторных систем с помощью линейной обратной связи по выходу и с помощью регуляторов, содержащих производные. Дескрипторные системы с запаздыванием представлены в научной периодике значительно слабее. Первое исследование существования и единственности решения дескрипторной системы с запаздыванием провел Campbell S.L. Он ввел понятие совместимых начальных условий и получил достаточные условия существования решения. Позднее было получено представление решения дескрипторной системы с запаздыванием через обратную матрицу Дрэзина, описан класс совместимых начальных условий и показано, как, используя линейную обратную связь по состоянию можно обеспечить единственность и непрерывность решения. В работах В.И. Булатова и Г.П. Размысловича для таких систем рассмотрены задачи численного решения и управления по типу обратной связи, в частности, получены достаточные условия возможности стабилизации систем линейными регуляторами по состоянию.

В докладе приведен обзор результатов по качественной теории управления для линейных дескрипторных систем с отклоняющимся аргументом. Рассмотрены постановки задач управляемости и наблюдаемости, приведены некоторые критерии их разрешимости, изучен вопрос о возможности изменения качественных характеристик систем с помощью линейной обратной связи по состоянию и выходу. Подробно исследована задача расщепимости системы, т.е. вопрос о существовании регулятора, обеспечивающего воздействие каждого входа системы только на конкретный выход или на группу выходов и инвариантность остальных выходов относительно этого воздействия. Приведенные результаты проиллюстрированы на численных примерах.

**ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ СЕБЕОБУЧАЮЩИХСЯ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
И ОБЪЕКТАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**
Вайнруб В.И., Бровцин В.Н. (СЗ НИИМЭСХ)

В последнее время бурно развивающаяся микропроцессорная техника получила большое распространение в системах управления, в том числе автоматического, технологическими процессами в промышленности. В силу объективных трудностей, связанных с особенностями и многообразием факторов и связей, имеющих место в технологических процессах сельскохозяйственного производства, темпы распространения автоматизированных систем управления в сельском хозяйстве значительно отстают от промышленности. Разработанные к настоящему времени методы управления технологическими процессами в сельскохозяйственном производстве и их математическое обеспечение не способны в полной мере отразить эти особенности. Возникла необходимость разработки алгоритмов управления технологическими процессами и сельскохозяйственными машинами на основе теории самообучающихся (адаптивных) систем управления, которые должны работать в условиях неконтролируемых помех, т.е. в условиях большой неопределенности, когда в реальном времени необходимо учиты-

вать изменения особенностей управляемого процесса и приспосабливаться к ним с целью формирования управляющих воздействий, оптимальных не в среднем, как это обычно делается, а на каждом шаге управления с учетом технологических и ресурсных, постоянно изменяющихся, ограничений и непредвиденных обстоятельств, например, свойств обрабатываемого материала, тягово-сильных свойств энергетического средства, изменения условий содержания животных и питательности корма, погодных условий и т.п.

В качестве примера необходимости создания самообучающейся системы управления можно привести историю создания плугов с изменяемой шириной захвата.

Обычные плуги для отвальной вспашки имеют постоянную ширину захвата, соответствующую усредненным для страны, зоны, региона условиям работы. Но реально пахотный агрегат работает в конкретных условиях, основным показателем которых, тяговое сопротивление плуга может отличаться более чем в 3 раза. Соответственно условиям работы и тяговым возможностям трактора для рационального расходования топлива и трудовых затрат необходимо изменять ширину захвата плуга. В противном случае превышение расхода топлива и трудозатраты на вспашку по сравнению с объективно необходимыми могут достигать 30-40%.

В настоящее время все фирмы, занимающиеся производством плугов, стали выпускать плуги с изменяемой шириной захвата с пределами изменения ширины, позволяющими в любых условиях работать с оптимальной шириной захвата. Выбор и установка ширины захвата плуга осуществляется трактористом в зависимости от его опыта, интуиции и понимания проблемы.

Отечественная промышленность начала выпуск плугов с изменяемой шириной захвата в конце восьмидесятых годов (завод «Алтайсельмаш» и «Одессапочвомаш»). Наши наблюдения за использованием таких плугов показали, что из-за отсутствия объективных показателей правильности настройки эффективность применения таких плугов значительно снижается, что приводит к нерациональному использованию (упущенной выгоде) 16-20% топлива за сезон. Самообучающаяся система, отслеживающая, например, максимум производительности или минимум погектарного расхода топлива и устанавливающая соответствующую ширину захвата смогла бы обеспечить эту экономию топлива. Наши расчеты показывают, что с учетом стоимости микропроцессоров и исполнительных устройств, самонастраивающаяся автоматическая система управления шириной захвата плуга могла бы окупиться не более чем за 2 года эксплуатации пахотного агрегата.

Другой пример. Созданные человеком подсистемы АСУТП производства молока, такие как подсистемы вентиляции, микроклимата, кормления должны соответствовать зоотехническим требованиям, которые создаются человеком на основании опыта обобщения усредненных показателей реакции животного на внешние факторы, в то время как основное звено управления с позиций обеспечения продуктивности – животное, развивается в соответствии с заложенными в его генах законами внутренней самоорганизации. Таким образом, необходима непрерывная согласованность между целями человека и изменяющимися потребностями живот-

ного для максимального использования его генетического потенциала в условиях ограниченных ресурсов. Такое согласование возможно только при использовании самообучающихся систем управления, которые предназначены для работы в условиях неконтролируемых возмущений и изменения внутренних параметров.

В Северо-Западном НИИМЭСХе разработана концепция широкого применения в технологиях и средствах механизации производства сельскохозяйственных продуктов оборудования, работающего по принципу самообучающихся систем с использованием микропроцессоров. При разработке концепции было выяснено, что, если формулировка задачи, разработка параметрической схемы управляемого объекта, запись целевой функции, математическое описание процесса или объекта и его модели, обоснование и выбор метода адаптации, синтез алгоритма управления, разработка управляющей программы и адаптация управляющей программы к бортовому компьютеру или управляющей ЭВМ и средствам, обеспечивающим технологический процесс в производственных условиях, является функцией квалификации специалистов, то разработка датчиков обратной связи является сложнейшим вопросом, требующим совместных усилий исследователей, и от решения этого вопроса зависит, в конечном счете, решение проблемы.

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Шавров А.В., Коломиец А.П., Козлячкова Е.В., Переверзев А.А. (РГАЗУ)

Широко известные работы Л.С.Понtryгина, Р.Белмана, Р.Калмана легли в основу современной теории автоматического управления (СТАУ).

Важнейшей задачей СТАУ является оптимальное использование на каждом этапе режима функционирования системы всех располагаемых ресурсов (энергетических, информационных, вычислительных и других) для достижения главной для этого этапа цели при соблюдении множества ограничений, т.е. многокритериальной оптимизации управления.

Запросами современной практики объясняется особое внимание СТАУ к адаптивному управлению, т.е. управлению при неполной начальной информации: повышенный интерес к теории адаптивного управления вызван в настоящее время все нарастающим количеством сложных технологических объектов различной физической природы, параметры которых не определены. Причиной этой неопределенности могут быть: множество режимов работы объектов либо невозможность их экспериментального исследования с целью определения параметров без нарушения технологического процесса, наконец, сжатые сроки проектирования, недопускающие временных затрат на исследование и расчеты для определения параметров динамической модели объекта.

Однако необходимо отметить, что адаптивное управление не является единственно возможным в условиях неопределенности, в том числе и характерных для сельскохозяйственного производства.

Поэтому нами установлены зависимости важнейших свойств замкнутых автоматических систем (определяющих надежность и экономическую эффективность управления) от их показателей колебательности и некоторых других

величин, доступных разработчикам и наладчикам технических средств и систем автоматики. На основе этих зависимостей решена проблема многокритериального управления технологическими процессами в условиях неопределенности, характерных для сельскохозяйственного производства, т.е. при недостатке информации о параметрах системы и их изменчивости, при недостатке информации о статических характеристиках возмущающих воздействий и ее отсутствия.

Вначале определены условия многокритериального оптимума управления, при которых заведомо выполняются экономически обоснованные требования максимального приближения свойств системы к свойствам идеального фильтра при ограничениях на предельно допустимые колебательность и скорость свободного движения, мощность и скорость изменения управляющих воздействий.

Эти условия сформулированы в виде требований к параметрам различных (определяемых принятой технологией) типов автоматических систем: линейных и абсолютно устойчивых нелинейных; одномерных и многомерных; с устойчивыми наблюдениями и с типовыми регуляторами; минимально фазовых и неминимально-фазовых; робастных и адаптивных.

Затем для выполнения сформулированных условий многокритериального оптимума управления в тех или иных системах разработаны соответствующие методы и алгоритмы, удовлетворяющие следующим требованиям: универсальность в отношении применимости к различным типам объектов, регуляторов и структур системы; невысокая требовательность к объему исходных данных (в том числе, экспериментальных) и слабая чувствительность к погрешностям их получения; максимально допустимая точность при минимальном объеме априорной информации; простота технической реализации и надежность ее результатов.

Разработаны универсальные методы и алгоритмы адаптивного управления, т.е. управления, позволяющего следить за изменением динамических свойств технологического объекта и соответствующим образом корректировать динамические свойства цифрового регулятора (контроллера) с целью минимизации отклонений управляемых величин (температуры, влажности, концентрации и др.) в ходе того или иного технологического процесса (выращивание огурцов, хранение продукции, выращивание животных и птиц и др.). Разработанные универсальные методы и алгоритмы адаптивного управления позволяют создать новый класс приборов на базе микропроцессорной техники, позволяющих строить высокоточные системы управления технологическими процессами. Макет такого прибора создан на базе микроЭВМ типа IBM PC.

Высокоэффективность предлагаемых методов подтверждена производственными испытаниями на многих объектах управления.

МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Шавров А.В., Липа О.А., Козлачкова Е.В., Переверзев А.А.(РГАЗУ)

Параметрическая оптимизация действующих систем управления (ДСУ) сопряжена с использованием контура адаптации, корректирующего настройку регулятора. Этот контур можно подключать к ДСУ лишь эпизодически, если не-

предвиденные изменения динамических свойств объекта управления (ОУ) протекают сравнительно медленно. Подобные изменения характерны для теплиц, котельных, хранилищ продукции и многих других объектов. Поэтому параметры настройки регулятора такого объекта длительный период остаются фиксированными; в случае, когда параметры настройки изменяются при варьировании нагрузки, фиксированным продолжает быть закон их изменения. В данной ситуации выполнимо параметрическая оптимизация ряда ДСУ одним специально разработанным прибором, эпизодически реализующим их контуры адаптации. Эти приборы, названные автоматами-настройщиками, удобны в применении и для повышения эффективности соответствующих пусконаладочных работ, то есть в целях улучшения качества и ускорения наладки систем управления, а также уменьшения ее трудоемкости.

В настоящее время микропроцессорные средства наиболее эффективны для технической реализации автоматов-настройщиков. В основе создания их алгоритмических и программных средств целесообразно использовать разработанные нами методы многокритериальной оптимизации ДСУ. Суть этих методов в целенаправленном выявлении некоторых динамических свойств ДСУ, быстро приводящем к ее настройке, при которой заведомо выполняются экономически обоснованные требования наилучшей фильтрации возмущений при ограничениях на определяемые технологией предельно допустимые значения колебательности и скорости свободного движения, мощности и скорости изменения управляющих воздействий.

Соответствующий указанным методам алгоритм адаптации, реализуемый автоматом-настройщиком ДСУ, состоит из четырех алгоритмических модулей:

- подготовки ДСУ к идентификации ОУ в ее замкнутом состоянии;
- активной идентификации ОУ в замкнутой ДСУ;
- пассивной идентификации ОУ в замкнутой ДСУ;
- оптимизации параметров настройки регулятора системы.

Модуль подготовки ДСУ к идентификации ОУ в ее замкнутом состоянии обеспечивает присвоение используемым в программе идентификаторам начальных значений, а также контроль управляемой величины и положения исполнительного элемента. Если необходимые для идентификации объекта в замкнутой системе условия выполняются, то следует разрешение на ее проведение.

В случае активной идентификации на вход настраиваемого регулятора подается пробный гармонический сигнал, формируемый автоматом-настройщиком. При пассивной идентификации пробные гармонические сигналы на вход регулятора не подаются. Вместо них автомат-настройщик использует гармонические составляющие возмущающих воздействий, поступающих в систему извне по каналу действия исполнительного элемента на ОУ. Активная идентификация позволяет форсировать темп настройки регулятора, однако пробные сигналы вызывают некоторое нарушение нормального режима работы ОУ (в допустимых пределах при правильном выборе амплитуды пробного сигнала). Активную идентификацию целесообразно проводить в тех случаях, когда возможно существенные отличия математической модели объекта от расчетной или использованной ранее (например, до реконструкции объекта). В других слу-

чаях достаточно эффективной может оказаться пассивная идентификация. Ее скорость сравнительно низкая, поскольку для надлежащей оценки математической модели объекта может потребоваться достаточно длительная процедура статистической обработки сигналов изменения управляемой величины и возмущающего воздействия. Это объясняется тем, что уровень требуемых гармонических составляющих естественных возмущений может оказаться недостаточно высоким. В случае активной идентификации этот уровень задается амплитудой пробного сигнала.

Результаты идентификации ОУ модулю оптимизации параметров настройки регулятора системы. Этот модуль корректирует настройку регулятора, используя различные вычислительные процедуры в зависимости от объекта используемой априорной информации о математической модели объекта.

Высокая эффективность предлагаемых методов, алгоритмических и технических средств параметрической оптимизации ДСУ подтверждена аналитическими и экспериментальными исследованиями в ходе их практической реализации как на имитационных моделях, так и на действующем оборудовании различных технологических объектов промышленности и сельского хозяйства.

МЕТОД ИНТЕРВАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Бородин И.Ф., Судник Ю.А. (МГАУ)

Идентификация мобильных сельскохозяйственных агрегатов (МСА) как объектов автоматического управления является сложной, трудоёмкой и не полностью формализованной задачей. Существующие методы идентификации (аналитические, регрессионные, частотные и др.) с рядом ограничений и предпосылок (нередко не соблюдающихся на практике), например, статистического характера переменных, обладают значимыми погрешностями определения как структур моделей, так и их коэффициентов. В известных методах моделирования МСА как объектов управления не всегда учитываются различного рода ошибки измерений, величины которых в отдельных случаях могут быть соизмеримы с уровнями контролируемых полезных сигналов.

В силу сложной природы внутренних и внешних случайных факторов, влияющих на функционирование МСА, неопределённости параметров и исходной информации, использование точечных оценок для построения моделей МСА, их систем управления недостаточно эффективно и не позволяет обеспечивать точность результатов идентификации.

В последнее время в качестве вычислительных методов, гарантирующих точность результатов исследований, нашёл применение интервальный анализ, в котором реальные числа заменяются их интервалами. Разработан математический аппарат для выполнения различных операций над интервалами. Установлено, что в ряде случаев для МСА как сложных динамических объектов управления необходимо использование преимущественно их интервальных моделей. Нами проведен анализ свойств интервальных моделей, сформулированы требования к работоспособным моделям, разработан алгоритм построения множеств

ва адекватных моделей МСА. Последний включает этапы проведения эксперимента, выбора математической модели МТА, определения её параметров с учётом интервальных и точечных значений, а также оценки адекватности и точности моделей, проверки значимости коэффициентов и прогноза (выходных сигналов объекта управления) по интервальной модели.

Предлагаемый метод позволяет моделировать сложные динамические объекты управления, например, МСА, и при этом контролировать точность построения их моделей, что предопределяет создание эффективных по качеству и устойчивости систем сельскохозяйственной автоматики.

В докладе предусмотрено рассмотрение примера реализации разработанного алгоритма построения интервальных моделей МСА.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМАХ С ДИСКРЕТНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Путятин В.П., Чуриков К.А. (ХГТУСХ)

Характерной особенностью многих производственных объектов агропромышленного комплекса является то, что они используют различные электротехнологии при выращивании, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. При этом широко используются дискретные источники облучения, подогрева, охлаждения. Такие системы характерны тем, что для проектирования новых установок и управления существующими, с целью энергосбережения, необходимо решать задачи оптимизации местоположения дискретных источников физического поля, их числа и интенсивности. С точки зрения теории систем и характера протекания в них процессов общим для них является то, что физические процессы описываются в общем случае нестационарными, нелинейными дифференциальными уравнениями или системами дифференциальных уравнений в частных производных с соответствующими граничными и начальными условиями. При этом исходная информация может задаваться как детерминированной, так и вероятностной или неопределенной. Выяснение степени важности тех или иных исходных параметров и их численного представления на результат решения задачи синтеза позволяет выяснить вопрос об уровне детализации математической модели. Это дает возможность организовать процесс многоуровневого (грубо-точного) моделирования и оптимизации физических процессов в рассматриваемом классе систем.

Этап проектирования, например, теплиц требует моделирования и оптимизации теплового режима с учетом довольно большого интервала изменения температуры окружающей среды, оказывающей основное влияние на тепловой режим теплиц. Численное исследование таких систем затруднено, во-первых, необходимостью решения серии краевых задач для различных параметров теплиц, а во-вторых – большим количеством краевых задач для различных значений температур окружающей среды. В связи с этим целесообразна разработка устройства для моделирования тепловых процессов на основе электротепловой модели теплицы. При этом отметим, что для теплиц, в которых тепловые процессы описываются краевой задачей для уравнения теплопроводности (в песке

и в слое плодородной почвы), достаточно воспользоваться стандартной RC - сеточной моделью для решения задач теплопроводности с последующей оптимизацией тепловых процессов. Для теплиц, в которых основополагающим в процессе распространения тепла от дискретных источников является естественная конвекция или принудительная вентиляция, уровня учета только процессов теплопроводности недостаточно. Для описания процессов в таких многоканальных системах с дискретными источниками необходимо привлекать систему дифференциальных уравнений, состоящую из нестационарного уравнения теплопроводности и уравнений Навье-Стокса, неразрывности и энергии в охладителе (потоке воздуха).

В агропромышленном комплексе существуют также различные промышленные помещения для содержания крупного рогатого скота, молодняка животных, выращивания растений и др., при обеспечения микроклимата которых используются системы облучения дискретными источниками ультрафиолетового, инфракрасного и видимого излучения. Оптимизация режима облучения приводит с одной стороны к необходимости контроля поля по допустимым значениям уровня облучения, а с другой – к необходимости решения вопроса оптимизации назначения интенсивностей дискретных облучателей на посадочные места с целью минимизации энергозатрат. В связи с этим приходим к аналогичным задачам управления мощностью дискретных источников облучения, которые могут быть решены с помощью устройств для оптимизации назначения дискретных источников, обсуждаемых в настоящем сообщении.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АГРОСИСТЕМ, ЗАДАЧИ И ИХ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Бекенов М.Б., Кучербаева В.Л., Прокопенко Г.М. (Казахский НИИМЭСХ)

Моделирование сложных систем, процессов и явлений обусловили разработку и использование прикладного программного обеспечения научных исследований. Программные средства, ориентированные не только на инженерно-технические расчеты, но и компьютерное моделирование, открывают новые возможности в изучении агросистем, в организации и проведении научных исследований, повышая их практическую отдачу. Это позволяет целостно, системно решать актуальные задачи сельскохозяйственной науки.

Компьютерное моделирование агросистем зачастую связано со значительными трудностями при подборе математических методов и программных средств. И вот почему. Аграрная наука изучает влияние технических средств на объекты живой природы, которые неустойчивы к воздействию меняющейся внешней среды и зависят от многих факторов. Сложность, многообразие и неопределенность поведения таких систем требуют мониторинга и анализа их состояния, а также комплексных исследований и междисциплинарных знаний для их изучения. Однако следует признать, что наши знания во многих случаях недостаточны и, как правило, не позволяют, используя аналитические средства, разработать точные теоретические модели. Иногда возможно найти декомпози-

цию агросистемы и разделить её на составляющие, изучив автономно каждую в отдельности, например, по результатам экспериментальных исследований.

Одной из характерных задач аграрных исследований является обработка опытных (иногда некомплектных) данных, систематизировав которые стремятся изучить процесс вероятностными методами и получить полезную информацию в виде дескриптивных моделей.

Требования к разрабатываемой модели очень противоречивы: она должна быть и достаточно простой, и достаточно точно отражать реальность. Итерационный метод построения модели - от простой к более сложной - приводит на определенном этапе к конкурирующим моделям и предстоит либо решить задачу дискриминации гипотез относительно вида модели, либо работать в дальнейшем с "веером" моделей. Однако необходим компромисс, и если эмпирическая зависимость не является "жесткой", следует избегать ненужной сложности.

На начальном этапе предварительный анализ данных может быть проведен одной из программ электронных таблиц, последние версии которых (Excel) позволяют структурировать данные, рассчитать многомерные модели линейной регрессии и многое другое. Для более углубленного анализа (пошаговые и ридж - регрессии, многомерные критерии и др.) можно применить автономные статистические программы (Statistica, StatGraphics).

Анализируя большую совокупность данных, зачастую целесообразно провести их предварительную классификацию. Для выделения в накопленных данных однородной таксонной структуры, ее запоминания и дальнейшего исследования применяются методы и программы классификации многомерных наблюдений (распознавания образов).

Важную роль в описании агросистем имеют задачи восстановления зависимостей по эмпирическим данным в условиях неоднородной информации и неопределенности относительно их аналитического вида. Используются методы построения нелинейных многомерных регрессий, различные способы оценки их параметров; статистическими критериями проверяется их адекватность, практическая ценность и состоятельность в прогнозировании.

Исследователи априори ошибочно предполагают, что результативный показатель (функция отклика) и влияющие на него факторы связаны между собой однотипно, а именно, тем конкретным видом многофакторной зависимости: линейной, степенной и т.п., который реализован в применяемой компьютерной программе. В соответствии с этим разрабатываются, как правило, неадекватные модели, в которых используют необоснованные ни с логической, ни с теоретической, ни со статистической точек зрения модели.

Выбор подходящего аналитического вида нелинейной модели с несколькими независимыми переменными можно рассматривать как задачу, обратную нахождению двумерных сечений при заданной функции отклика.

Многие задачи рационального использования почвенных ресурсов, эксплуатации с.-х. техники, оптимального агрегатирования машин, обоснования их конструктивно-технологических параметров решаются методами системного моделирования. При этом в рамках конкретной предметной области разрабатываются модели, при реализации которых используются оптимизационные

программы линейного программирования. Предположения об однокритериальности и линейности целевой функции и ограничений для сложной реальной системы порой весьма неубедительны. Прибегают к нему по многим причинам: простота и иногда вполне удовлетворительная адекватность, разработанность математических методов и др.

Большинство реальных агросистем и зависимостей, описывающих их функционирование, являются нелинейными, со многими, зачастую противоречащими друг другу целевыми функциями. Для их исследования необходимы диалоговые системы с программами нелинейного математического программирования, многокритериальной поисковой оптимизации. Тогда появляется возможность проникнуть с помощью компьютерной модели в сущность конкретной проблемы, заменив реальные эксперименты её анализом.

Программы для компьютеров резко упростили анализ данных и поисковую оптимизацию, сделали их более доступными и наглядными. Однако осмысленное, а не формальное употребление методов и компьютерных программ должно сопровождаться определенной проверкой условий их корректного применения. Знание основных свойств математических методов и ситуаций, когда они применимы, а также выполнение требований к их использованию приводят к адекватным моделям и интерпретируемым результатам.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ Протопопов И.И., Ефремов Д.В., Давыдов А.А. (МГУПБ)

Оптимизация биотехнологических систем (БТС) в режиме оперативного управления и в условиях информационной неопределенности связана с разработкой компьютерных технологий, базирующихся на методологии математического моделирования.

В отличие от широко распространенного мономодельного подхода, сводящегося к построению и использованию глобальной модели разработан системный, многомодельный подход, что более соответствует принципу синергетических технологических операций и иерархической изменчивости типовых процессов в пределах технологического цикла.

В соответствии с этим подходом разработан банк математических моделей, организованный по аналогии с декомпозицией БТС в виде многоуровневой иерархической структуры, и взаимодействующая с ним экспертная система, в которой сконцентрированы упорядоченные знания о взаимодействиях между параметрами подсистем БТС и сформирована отранжированная система воздействий по оптимальному управлению объектами при возникновении отклонений от технологического регламента.

В структуре банка моделей предусмотрено пять уровней математического описания, каждый из которых соответствует уровню декомпозиции БТС.

С учетом принятых уровней декомпозиции разработана структура банка математических моделей с учетом глубины переработки биосырья и биологического фактора, определяющего качество и безопасность технологий производства продуктов питания из мяса и молока. В соответствии с предложенной

классификацией моделей по информационному и пространственно-временному признакам сформировано восемь классов технологий переработки биосырья как объектов моделирования, оптимизации и автоматизации.

Отличительной особенностью предложенного подхода является ввод дополнительного признака, оценивающего состояние внутренних параметров в пространственно-временной области. Установлено приоритетное влияние биологического фактора на микро- и макро уровнях переработки сырья животного происхождения, что позволяет сформировать систему критериев оптимизации и на ее основе систему модулей математических моделей, оценивающих глубину переработки пищевых компонентов сырья, выхода, качество и безопасность готовой продукции для потребителя, и также безопасность БТС для окружающей среды.

Для каждого из модулей "типовых" процессов разработана стандартная математическая конструкция, позволяющая с помощью программы логических выводов интерпретировать конкретную технологическую ситуацию как частный случай обобщенного описания.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ В АДАПТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ МОЙКОЙ ТЕПЛООВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Живцова О.А., Попов В.И., Потапов А.С., Смирнов Н.Н. (МГПУПБ)

Одним из наиболее сложных объектов безразборной мойки различных производств являются теплообменные аппараты (пастеризаторы, установки стерилизации и др.). Эти объекты типичны как для сельского хозяйства, так и для отраслей переработки. Очень часто подвергаемый обработке на одном и том же оборудовании продукт неодинаков по содержащимся в нем веществам или, вообще, различен (например, для предприятий, где на одном и том же оборудовании выпускают, в зависимости от производственной программы, и молочные продукты и напитки).

По этой причине отложения на стенках теплообменников имеют различный физико-химический состав. Кроме того, в силу конструктивных и технологических особенностей и режимов движения продукта, сами отложения неравномерно распределены по поверхности установки. Все это делает сложной задачу математического описания объекта мойки и, как следствие, проектирование современной системы автоматизации. Существующие в настоящее время отечественные и зарубежные автоматические системы мойки имеют разомкнутую структуру. Это объясняется тем, что пока нет возможности контролировать качество мойки ни прямым, ни косвенным путем. В связи с этим была поставлена задача проектирования адаптивной системы автоматизации мойки теплового оборудования. Для ее реализации были разработаны модель технологического процесса мойки и алгоритм автоматической идентификации с использованием косвенных измерений. Эта модель была разработана для систем компьютерной диагностики на базе Notebook и апробирована на ряде предприятий. Результаты компьютерной диагностики сравнивались с результатами лабораторных анализов, проводимых по специальной методике. Этот эксперимент показал, что модель и алгоритм ее идентификации могут быть использо-

ваны в адаптивной системе автоматизации мойки теплового оборудования молочных предприятий.

МЕТОДОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Тарасик В.П. (ММИ)

Методология автоматизированного проектирования базируется на системном подходе. Основные принципы этой методологии – декомпозиция, иерархичность, итеративность, локальная оптимизация и комплексное осуществление процесса проектирования.

При декомпозиции сложной технической системы выделяется несколько иерархических уровней, обусловленных различной степенью абстрагирования при описании ее физических свойств. Система расчленяется на отдельные части (блоки), процесс проектирования подразделяется на стадии и этапы. Различают уровневую, блочную и этапную декомпозиции, сочетание которых приводит к иерархической структуре системы автоматизированного проектирования. Каждый компонент этой структуры воплощается в соответствующем маршруте проектирования, в котором реализуется принцип локальной оптимизации.

Сущность локальной оптимизации заключается в том, что на каждом уровне декомпозиции применяются свои критерии оптимальности и осуществляется оптимизация лишь некоторой части параметров технического объекта, относящихся к внутренним параметрам проектируемого блока. Критериями при этом являются выходные параметры блока, представляющие собой параметры элементов объекта. В свою очередь, внутренние параметры проектируемого блока – это выходные параметры его элементов, получаемых при дальнейшей декомпозиции блока. В результате оказывается, что при проектировании любого элемента объекта используемые критерии получены как результат оптимизации параметров более крупного блока. По существу декомпозиция объекта приводит к декомпозиции критериев. Следовательно, критерии на всех уровнях декомпозиции объекта взаимосвязаны и подчинены конечной цели – достижению высоких показателей эффективности и качества функционирования технического объекта.

Проектирование элементов, выделяемых при декомпозиции объекта, основано на моделировании некоторого характерного режима их функционирования. Это может быть переходный процесс, статическое состояние (состояние покоя или равномерного движения), режим установившихся колебаний, стационарный случайный процесс и др. Система автоматизированного проектирования такого объекта содержит множество маршрутов, отличающихся между собой используемыми математическими моделями. Методы решения систем уравнений этих моделей и способы оценки выходных параметров объектов проектирования существенно различны. Проектные задачи различаются также видами зависимостей критериев от оптимизируемых параметров, количеством используемых критериев и способом формирования целевой функции.

Основы изложенной методологии сформированы в процессе выполнения на кафедре “Автомобили” Могилевского машиностроительного института фун-

даментальных исследований и разработок методов математического моделирования технических объектов. Предложен принципиально новый высокоэффективный структурно-матричный метод моделирования. Он обеспечивает полную формализацию процесса формирования математической модели и позволяет создать стандартное программное обеспечение, пригодное для моделирования технических систем любой физической природы.

Теоретические основы структурно-матричного метода формирования математических моделей базируются на следующих положениях. Дискретизация параметров технической системы осуществляется на основе метода сосредоточенных масс. Каждый дискретный элемент наделяется только одним физическим свойством. Для объектов любой физической природы на макроуровне существует всего пять видов элементов: инерционный, упругий, диссипативный, трансформаторный, фрикционный. Модель объекта представляется в виде ориентированного графа. Узлы орграфа отображают сосредоточенные массы, а ветви – дискретные элементы объекта и источники внешних воздействий. Физические свойства элементов объекта описываются компонентными уравнениями. Уравнения источников воздействий представляют собой соответствующие функции времени и фазовых координат системы. Структура графа отображает топологию моделируемого объекта, математическим описанием ее являются топологические уравнения.

После формирования орграфа на экране ЭВМ информация о физических свойствах объекта и внешней среды автоматически отображается тремя матрицами: инцидентий, трансформаторных и фрикционных элементов. На основе этих матриц осуществляется автоматизированное формирование математической модели и рабочей программы, позволяющих имитировать процесс функционирования объекта. Затем на основе теории планирования эксперимента осуществляется построение регрессионной модели, связывающей показатели качества и эффективности объекта проектирования с его внутренними параметрами, подлежащими оптимизации, и осуществляется непосредственно процедура оптимизации. Для технических объектов наиболее целесообразно использовать максиминную стратегию оптимизации.

Предлагаемая методология и разработанные методы моделирования реализованы в виде интегрированной программной среды. Они использовались при проектировании механизмов трансмиссий и систем автоматического управления для военных гусеничных машин Волгоградского и Минского тракторных заводов и автомобилей Белорусского и Могилевского автомобильных заводов и показали высокую эффективность.

МЕТОД ВЫБОРА СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Кулаков Г.Т. (ИЭ НАНБ)

Экономическая эффективность внедрения систем автоматического регулирования во многом зависит от правильного выбора структуры и параметров оптимальной динамической настройки регуляторов. Часто структуру регулятора выбирают из ряда типовых алгоритмов регулирования (П, И, ПИ, ПИД, ПД) произ-

вольно. При этом решение задачи повышения качества регулирования сводится к расчету оптимальных параметров динамической настройки выбранного регулятора, исходя из принятых критериев качества, например, минимума интегральной квадратичной ошибки регулирования при заданной степени затухания переходного процесса для наиболее опасного возмущения. Причем расчет параметров оптимальной динамической настройки регулятора не позволяет определить прямые показатели качества переходного процесса без непосредственного построения самого переходного процесса путем модулирования или экспериментально непосредственно на объекте регулирования.

Целью настоящей работы является разработка такой методики расчета системы автоматического регулирования (САР), которая позволила бы решить три задачи: выбор оптимальной структуры (одного из типовых алгоритмов регулирования) регулятора; расчет оптимальных параметров динамической настройки оптимального регулятора; определение прямых показателей качества без непосредственного построения самого переходного процесса.

Динамика объекта регулирования задается при этом в виде общей передаточной функции двух последовательно соединенных звеньев: первая – содержит часть передаточной функции объекта без запаздывания, вторая – передаточную функцию звена чистого запаздывания по каналу регулирующего воздействия. Наиболее опасным принимается крайнее внешнее возмущение, приложенное к выходу объекта регулирования, эквивалентно оптимизации САР на скачок задающего воздействия.

В качестве оптимального принимается переходный процесс в САР при скачкообразном изменении задания, соответствующий последовательному соединению звена чистого заданного запаздывания и инерционного звена первого порядка с заданным временем разгона. При этом заданная величина времени чистого запаздывания в системе принимается равной времени запаздывания объекта регулирования по каналу регулирующего воздействия. Требуется вначале определить оптимальную структуру регулятора из ряда типовых алгоритмов регулирования, а затем получить формулы для расчета параметров его оптимальной динамической настройки в общем виде.

Из передаточных функций замкнутой САР по задающему воздействию вначале находится передаточная функция регулятора в общем виде. Полученная при этом в знаменателе передаточной функции разность между единицей и оптимальной передаточной функцией замкнутой САР по задающему воздействию решается графическим путем. В результате указанная разница заменяется последовательным соединением реального дифференциатора и инерционного звена первого порядка. Параметры этого дифференциатора и величины времени разгона инерционного звена первого порядка выбираются таким образом, чтобы площадь под переходной характеристикой, соответствующей обратному преобразованию Лапласа от произведения передаточной функции реального дифференциатора на передаточную функцию инерционного звена первого порядка, разделенного на оператор Лапласа, равнялась бы площади между единичным скачком задания и оптимальной переходной характеристикой замкнутой САР по задающему воздействию.

В результате после соответствующих подстановок и преобразований получается искомая передаточная функция оптимального регулятора в общем виде, которая позволяет, после подстановки в неё той части передаточной функции конкретного объекта регулирования, которая не содержит запаздывания, получить для заданного значения времени разгона оптимального переходного процесса САР вначале тип оптимального регулятора, а затем параметры его оптимальной динамической настройки.

Так, например, для объекта регулирования с передаточной функцией в виде инерционного звена первого порядка с запаздыванием при условии выбора заданного времени разгона оптимального переходного процесса САР при скачкообразном изменении задания, равной времени запаздывания объекта по каналу регулирующего воздействия оптимальной структурой регулятора является ПИД – алгоритм регулирования. При этом полное время отработки 95% скачка задания равно четырем значениям времени чистого запаздывания объекта регулирования по каналу регулирующего воздействия. Причем оптимальный переходный процесс в замкнутой САР в относительном времени известен заранее. Если при этом вместо оптимального ПИД – алгоритма регулирования применить ПИ – регулятор, то оптимальный переходный процесс в замкнутой САР при отработке скачка задания будет колебаться вокруг экспоненты, сдвинутой вправо на величину чистого запаздывания объекта регулирования, таким образом, что площади под экспонентой и графиком оптимального переходного процесса в замкнутой САР будут совпадать. Причем максимальная величина перерегулирования переходного процесса в САР не будет превышать 4,3% от величины скачка задания, а полное время регулирования по прежнему будет равно четырем значениям времени запаздывания объекта регулирования.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВУХПОЗИЦИОННЫХ САР

Загинайлов В.И. (МГАУ)

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получили двухпозиционные САР, они используются при регулировании температуры, давления, уровня и других физических параметров объектов управления (ОУ). Известно, что точность регулирования в этих системах зависит от:

- величины зоны неоднозначности (дифференциала) двухпозиционного регулятора (ДР);
- величины регулирующего воздействия (притока и оттока энергии, материала в ОУ);
- значений параметров характеризующих динамические свойства объектов управления.

Величина дифференциала ДР определяется допустимой ошибкой регулирования параметра технологического процесса и допустимой частотой срабатывания ДР. В зависимости от факторов, влияющих на точность регулирования, двухпозиционные САР можно разделить на следующие системы, точность которых определяется:

- только дифференциалом ДР;
- дифференциалом ДР и соотношением притока и оттока энергии, материала в объект управления;
- дифференциалом ДР и параметрами ОУ;
- дифференциалом ДР, параметрами ОУ и соотношением притока и оттока энергии, материала в объект управления;

Для обеспечения заданной точности регулирования двухпозиционных САР с изменяющимся соотношением притока и оттока энергии, материала в ОУ применяется дополнительный датчик контроля параметров нагрузки, т.е. используется комбинированная система управления по отклонению и нагрузке.

Для обеспечения заданной точности регулирования двухпозиционных САР с изменяющимися параметрами объекта управления используется микропроцессорный регулятор, позволяющий идентифицировать параметры ОУ в процессе его изменения (роста, развития).

Для обеспечения заданной точности регулирования двухпозиционных САР с изменяющимися параметрами объекта управления и соотношением притока и оттока энергии, материала в ОУ используется комбинированная САР по отклонению и нагрузке с микропроцессорным регулятором, позволяющим идентифицировать параметры ОУ в процессе его изменения.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕСТНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С.-Х. ПРОИЗВОДСТВА**
Савченко П.И., Трунова И.М. (ХГТУСХ)

Одним из решений задачи выполнения комплексной государственной программы энергосбережения, одобренной Кабинетом Министров Украины в 1997 году, является рациональное использование и уменьшение потерь электроэнергии в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

При использовании местного автоматического регулирования напряжения на зажимах потребителей поддерживается напряжение в границах от 0,95 до 1,05 номинального согласно требованиям Госстандарта Украины на качество напряжения. В частности, при использовании вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ) с автоматическим управлением на зажимах потребителя можно получить различные значения напряжения в зависимости от группы соединения обмоток ВДТ или от фазы напряжения обмотки возбуждения ВДТ. Группа соединения обмоток ВДТ определяется, как и у обычного трансформатора значением угла между ЭДС первичной (последовательной) и вторичной (возбуждения) обмоток (от ВН к НН) по ходу часовой стрелки. Но группа соединения обмоток ВДТ характеризуется в сочетании с обозначением зажимов и относительным сдвигом ЭДС обмоток возбуждения и последовательной, как и у обычного трансформатора, еще и способ электрической связи между последовательной обмоткой и обмоткой возбуждения. Выбирая группу соединения обмоток ВДТ или регулируя фазу напряжения обмотки возбуждения при использовании ВДТ с автоматическим управлением в качестве средства местного регулирования напряжения для электропотребителей, которые имеют различную нагрузку, важно учитывать зависимость ос-

новых показателей того или иного вида электрооборудования от напряжения и соответствующее влияние на экономические затраты во время работы электрооборудования при данном режиме напряжения.

В технологических процессах сельскохозяйственного производства зачастую используются такие электропотребители, как асинхронные двигатели, осветительные, облучательные и тепловые приборы. Рассматривая совместное применение в технологическом процессе различной нагрузки можно отметить, что влияние напряжения на основные показатели работы этих приборов различно.

Поэтому возникает необходимость определения оптимального напряжения, которое будет поддерживаться с помощью средств местного регулирования напряжения при одновременной эксплуатации электрооборудования с различной нагрузкой. Рассматривая экономические затраты, связанные со значением напряжения на зажимах потребителя, можно отметить, что условием экономической эффективности технологических процессов является минимум суммарных затрат при эксплуатации технологических установок

Учитывая требования Госстандарта Украины относительно отклонения напряжения на зажимах потребителей в задачу определения оптимального напряжения нужно ввести дополнительное условие - ограничение напряжения промежутком от 0,95 до 1,05 номинального. Поэтому, чтобы определить минимум суммарных затрат во время эксплуатации технологических установок с различными электропотребителями в зависимости от напряжения, недостаточно использовать обычный способ определения минимума (принимая производную суммарных затрат по напряжению равной нулю), так как оптимальное решение может отвечать точке, в которой локальный градиент не будет равен 0.

Чтобы решить задачу определения минимума, можно использовать один из методов оптимизации, в частности, одномерного поиска минимума целевой функции. Основными критериями сравнения методов одномерного поиска есть их эффективность и универсальность. За эффективность алгоритма принимают количество расчетов функции, необходимое для достижения необходимой узости интервала неопределенности. Лучшими с этой точки зрения являются методы Фибоначчи и золотого сечения, которые наиболее пригодны для решения одномерных унимодальных задач оптимизации. Но заранее неизвестно является ли рассматриваемая целевая функция унимодальной или нет. Поэтому, с точки зрения универсальности, метод общего поиска, в сравнении с методами Фибоначчи и золотого сечения, имеет преимущества, ибо его можно применять и для неунимодальных функций.

Для определения минимальных экономических затрат и соответствующего значения оптимального напряжения, которое обеспечит эффективное использование электрооборудования с различной нагрузкой, сформулирована задача оптимизации, определены проектные параметры, целевая функция, ограничения пространства проектирования. Значение целевой функции вычисляется при постоянном приращении проектного параметра.

Разработанная программа расчета на ЭВМ может использоваться для определения оптимального напряжения и минимальных затрат во время эксплуатации электрооборудования с различной нагрузкой конкретного технологического про-

цесса сельскохозяйственного производства. Применение ЭВМ для определения оптимального напряжения во время эксплуатации электрооборудования технологического процесса с различным электрооборудованием позволит минимизировать экономические затраты, которые связаны с влиянием напряжения, повысить эффективность применения способов местного автоматического регулирования напряжения, рационально использовать электроэнергию в технологических процессах сельскохозяйственного производства и уменьшить ее потери.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА
МИКРОКЛИМАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РЕЗИСТИВНЫХ ТЕРМОАККУМУЛИРУЮЩИХ УСТАНОВОК**

Курышев В.Я., Романченко Н.А., Зефирова В.Н., Румянцев А.А. (ХГТУСХ)

Обзор и сравнительный анализ данных научной, научно-исследовательской, патентно-лицензионной литературы, посвященной тематике рационального использования энергоносителей в технологических процессах сельскохозяйственного производства, позволяет оценить актуальность данной проблемы и ее народнохозяйственную значимость для АПК Украины. Мировой опыт и практика зарубежных и отечественных передовых хозяйств свидетельствует, что поиск путей решения задач, направленных на повышение уровня эффективности использования энергоносителей, характеризуется комплексным подходом.

Известно, что наиболее энергоемким технологическим процессом в сельскохозяйственном производстве остается создание и поддержание заданных климатических условий. При этом, наибольший удельный вес из потребленных энергоносителей приходится на создание и поддержание температурных режимов с учетом особенностей всего производственного цикла получения сельскохозяйственной продукции. Одним из возможных путей создания и поддержания комфортного температурного режима в производственных помещениях сельскохозяйственного назначения, может быть энергосберегающая автоматизированная система с применением резистивных термоаккумулирующих установок, которые могут работать в автономном режиме и в сочетании с установками локального обогрева.

В отличие от известных – разработанная автоматизированная система позволяет, с учетом условий окружающей среды и работы вентиляции в данном помещении, обеспечивать заданный температурный режим при равномерном нагреве поверхности, например, пола, или создать и поддерживать дифференцированные температурные зоны на поверхности пола. Предлагаемые унифицированные методики расчета геометрических и электрических параметров элементов данной системы с использованием программного обеспечения ЭВМ, позволяет на стадии проектных разработок адаптировать ее для работы в различных производственных помещениях сельскохозяйственного назначения. Кроме того, разработанная автоматизированная система с применением резистивных термоаккумулирующих установок может питаться от промышленной сети, а при наличии благоприятных природноклиматических условий и от автономных источников питания, например, ветроагрегатов.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЭНЕРГОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ С.Х. ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТИВНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Русан В.И. (БелНИИЭнерго), Клебанов Е.А. (БАТУ)

Одним из направлений в области оптимизации управления технологическим оборудованием сельскохозяйственного производства является использование эффективных систем управления. Частотно-регулируемый электропривод, или преобразователь частоты (ПЧ), позволяет в широких диапазонах регулировать скорость вращения электродвигателя переменного тока и, благодаря гибким возможностям программирования, максимально эффективно адаптировать работу электродвигателя и нагрузки к требованиям технологического процесса.

Использование регулируемого асинхронного электропривода в составе насосных установок, аппаратов воздушного охлаждения, вентиляторов, воздуходувок с автоматической регулировкой производительности в зависимости от изменения давления, расхода энергоносителя позволяют в значительной степени экономить электроэнергию, снизить износ оборудования, избежать нежелательных гидравлических ударов в сетях, поддерживать на оптимальном уровне рабочие характеристики систем.

Кроме того, применение преобразователей частоты позволяет значительно улучшить параметры технологических процессов, а также уменьшить стоимость оборудования при одновременном снижении эксплуатационных расходов за счет высокой надежности и простоты обслуживания частотно-регулируемого асинхронного электропривода. При этом достигается значительное снижение потребления электроэнергии за счет оптимизации производительности технологического оборудования, вентиляторов, насосов, компрессоров, позволяет сократить расходы на всё дорожающую электроэнергию, неоправданно большой расход, которой и высокие тарифы стали причиной резкого увеличения доли энергии в себестоимости продукции.

Однако вопрос внедрения преобразователя частоты требует комплексного подхода, учитывающего не только характеристики самого турбомеханизма, но и характеристики сети, на которую он работает. Известно, что у насоса или вентилятора, работающего на сеть со статической составляющей напора, расход со снижением скорости падает интенсивно. Коэффициент полезного действия в этом случае не остается постоянным, а снижается по мере уменьшения скорости вращения. При этом величина КПД может достигать неудовлетворительных значений, т.к. давление, создаваемое насосом на низких скоростях может оказаться ниже статического давления в сети. КПД насоса в общем случае зависит от скорости вращения, текущей рабочей точки насоса и параметров системы. Причем для любого насоса, работающего в заданных условиях, существует достаточно жесткая область оптимальных КПД. При снижении скорости вращения ниже определенного значения КПД насоса резко ухудшается. Поэтому при работе турбомеханизмов в группе или при необходимости обеспечения давления в сети со значительной составляющей статического напора необходимо оснащать

ПЧ микропроцессорной системой управления, выполняющей регулирование производительности в функции максимального КПД.

К РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ (АСЗД) В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Русан В.И., Ковальчук О.Н. (БелНИИагроэнерго)

Условия работы электродвигателей в сельскохозяйственном производстве более тяжелые, чем во многих других отраслях. К этим условиям относятся: изменение температуры окружающей среды (от +25 до -25⁰С), высокая влажность, повышенная запыленность и агрессивность среды, перегрузка, частые пуски и остановки двигателей по технологическим причинам и др.

Исследования и анализ надежности электродвигателей на различных предприятиях сельскохозяйственного производства позволил сделать вывод о том, что наибольшая повреждаемость наблюдается из-за несовершенства технологических процессов (27,7%), ошибок эксплуатационного персонала (22,5%) и влияния окружающей среды (20,6%).

Наиболее существенное воздействие на изоляцию оказывают такие факторы окружающей среды, как влажность воздуха, а так же пыль, покрывающая поверхность изоляции при охлаждении двигателя. Если электродвигатель эксплуатируется с длительными технологическими паузами в помещениях с повышенной влажностью, то сопротивление его изоляции резко снижается, что является причиной выхода его из строя. Около 70% электродвигателей выходят из строя в зимне-весенний период.

Из литературных источников известно, что разработано и внедрено в производство устройство, которое поддерживает автоматически температуру обмоток электродвигателя на 2-3% выше температуры окружающей среды. Для поддержания указанного превышения температуры обмоток над температурой окружающей среды ток сушки следует выбирать (0,01-0,02) тока нагрузки.

Асинхронные электродвигатели напряжением 0,4 кВ при влажности 95-98% и температуре 25-27⁰С восстанавливают диэлектрические свойства изоляции: двигатель типа АИР – 15-25 мин., типа А – за 18-27 минут.

Повышение надежности эксплуатации электродвигателей в условиях автоматизированного производства возможно при его комплексной защите как в рабочем режиме, так и во время технологических пауз. В настоящее время в условиях автоматизированного производства использования микро - и мини-ЭВМ позволяет решать эти задачи на качественно новой ступени, а повышение надежности, связь вычислительного комплекса с объектом управления, работа его в реальном масштабе времени позволяют применять микропроцессорную технику для решения технических задач, решение которых с помощью отдельных аналоговых устройств экономически не выгодно. Одной из таких задач является использование автоматизированной системы диагностирования и защиты (АСДЗ) электродвигателей напряжением 0,4 кВ.

В настоящее время нами проводятся исследования, в результате которых и будет разработана АСДЗ электродвигателей, что позволит существенно повысить их надежность в условиях эксплуатации.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Гагаков Ю.В. (БАТУ)

Наиболее прогрессивным направлением экономии электроэнергии в электроприводах является применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Первыми почувствовали это коммунальные хозяйства республики. Они начали применять частотно-регулируемые электроприводы насосов на водозаборах. Актуально их использование и в управлении технологическими процессами.

Рассмотрим практическую эффективность внедрения частотно-регулируемых приводов на ОАО «Березовский сыродельный комбинат» и на 164 станции подкачки холодной воды ПУ «Зеленоградводоканал».

Преобразователь FR-A-240-E-EC фирмы «MITSUBISHI ELECTRIC» на мощность 5.5 кВт установлен в технологическом оборудовании повышенной ответственности – насосе высокого давления сушильных камер сухого молока и сыров взамен вышедшей из строя аппаратуры «Danfoss», в помещении с повышенной влажностью и температурой.

В результате испытаний частотного преобразователя при работе насоса с полной технологической нагрузкой выявлено:

Ток мотора	Напряжение питания мотора	Потребляемая мощность
Без привода – 12.8 А	Без привода – 380 В	Без привода – 4.9. кВт
С приводом – 4.7 А	С приводом – 340 В	С приводом – 1.6 кВт

Реальная экономия электроэнергии в режиме максимального потребления – БОЛЕЕ 64 %. В режимах частичной загрузки экономия увеличивается. Также отмечен легкий режим работы электродвигателя, отсутствие механических ударных нагрузок (плавный пуск и останов системы). Двигатель полностью перестает греться. Радиопомехи не обнаружены.

На насосной станции № 164, предназначенной для подачи холодной питьевой воды на верхние этажи девяти, четырнадцати этажных зданий установлены подкачивающие насосы К-90/35 с электродвигателем Р - 11 кВт. На данную станцию был установлен преобразователь частоты FR-A-240-11KEC фирмы «MITSUBISHI ELECTRIC» на мощность 15.5 кВт.

Результаты работы преобразователя частоты с 15.04.98 до 22.04.98 г.

Расход электроэнергии по счетчикам СА4И-672М: $4155-4120=35 \cdot 15=525 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$;

$2728-2728=1 \cdot 15=15 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$; $525+15=540 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$,

где 4155 и 2728 – начальные показания эл. счетчиков;

4120 и 2727 – конечные показания эл. счетчиков;

15 – коэффициент трансформации трансформаторов тока.

Расход воды

15.04.98	16.04.98	17.04.98	18.04.98	19.04.98	20.04.98	21.04.98	22.04.98
815 м ³	883 м ³	838 м ³	944 м ³	803 м ³	769 м ³	774 м ³	825 м ³

Суммарный расход воды равен 6651 м³

Среднесуточный удельный расход воды на одного жителя

$(6651:8):5026=0.165$ л/сут.

Удельный расход эл. энергии

$(540:6651)*1000=81.2$ кВт*ч/тыс. м³

Результаты работы насосной станции с 26.05.98 по 28.05.98 г. без преобразователя частоты (2-е суток).

Расход эл. энергии: $4306-4306=0*15=0$; $2847-2817=30*15=450$ кВт*ч.

Среднесуточный удельный расход воды на одного жителя:

$(2526:2):5026=0.251$ м³ = 251 л/сут.

Удельный расход эл. энергии:

$(450:2526)*1000=178.1$ кВт*ч/тыс. м³

Исходя из полученных результатов можно сделать выводы:

1. Экономия электроэнергии до 54-60 %.
2. Экономия холодной питьевой воды – 34 %.
3. Снижение избыточного напора - 20 м.

Таким образом внедрение частотно-регулируемых электроприводов позволяет эффективно поддерживать работу технологических процессов, существенно сэкономить невосполнимые запасы пресной воды и энергоресурсов, а также является предпосылкой снижения издержек на водоснабжение и экономически выгодным энергосберегающим мероприятием.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Казимир А.П.(СЗНИИМЭСХ)

В условиях перехода сельскохозяйственных предприятий к рыночной экономике исключительно большое значение приобретает проблема инженерно-технического сервиса.

Инженерно-технический сервис - это процесс обеспечения товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции новым электрооборудованием и электроизмерительными приборами, эффективного производственного использования и поддержания их в работоспособном состоянии в течение всего периода их эксплуатации. Инженерно-технический сервис также занимается вопросами изучения спроса потребителей на новое электрооборудование, информацией о качестве поставляемого на рынок электрооборудования, монтажа электрооборудования и его пуско-наладки, обучения электротехнических служб хозяйств передовым методам и формам эксплуатации электроустановок, а также своевременного обеспечения сельских товаропроизводителей материалами, запчастями и резервным электрооборудованием.

Из практики известны три метода (стратегии) обслуживания технических систем:

- обслуживание по необходимости (выполнение операций технического обслуживания и ремонта), при котором работы по восстановлению работоспособного состояния проводятся лишь при отказе технической системы (изделия);
- плановое проведение операций технического обслуживания и ремонта (восстановительные работы проводятся в строго запланированные сроки, независимо от технического состояния) технической системы (изделия);
- операции технического обслуживания и ремонта технической системы (изделия) выполняются по результатам диагностирования их технического состояния (восстановление работоспособного состояния системы (изделия) проводится хотя и в плановом порядке, но с учетом практического состояния технической системы (изделия), определяемого методами технической диагностики).

Производственная база инженерно-технического сервиса предусматривает два уровня. Основу инженерно-технического сервиса должна составлять производственная (ремонтно-обслуживающая) база у сельских товаропроизводителей (первый уровень). Районные ремонтно-технические и агросервисные ("Агропромэнерго" и др.) предприятия должны составлять производственную базу второго уровня*.

На уровне сельских товаропроизводителей производственную базу инженерно-технического сервиса электроустановок при центральных ремонтных мастерских, машинных дворах, пунктах и постах по техническому обслуживанию и ремонту сельских электроустановок будут составлять электроцеха и электролаборатории (на автомобилях). Производственную базу на уровне районов составляют ремонтно-технические и агросервисные предприятия, имеющие в своем составе ремонтные мастерские общего назначения, станции технического обслуживания и ремонта электроустановок, обменные пункты и другие подразделения, необходимые для выполнения услуг сельским товаропроизводителям.

Добровольная сертификация должна проводиться в государственных организациях по сертификации, организованных при научно-исследовательских учреждениях или при научно-производственных объединениях по изготовлению электрооборудования на федеральном или региональном уровнях.

Сертификации должны подлежать как технические возможности предприятий, осуществляющих инженерно-технический сервис, так и обслуженные или отремонтированные ими электроустановки.

Аттестация технических возможностей предприятия по инженерно-техническому сервису может считаться достаточной лишь в том случае, если качественные (технические) характеристики отремонтируемой ими электроустановки не будут изменяться в процессе ремонтно-обслуживающих воздействий.

Главным в управлении технической эксплуатацией должны быть:

- выбор рационального метода (стратегии) выполнения операций по техническому обслуживанию и ремонту электроустановок;
- свободный выбор сельскими товаропроизводителями предприятий инженерно-технического сервиса;

- разработка и внедрение устройств контроля (диагностики) технического состояния электроустановок, отдавая предпочтение встроенным системам автоматического контроля технического состояния.

Внедрение предлагаемых методов (стратегий) инженерно-технического сервиса силовых электроустановок позволит значительно повысить их надежность и сократить не менее чем на: 30% потребность в трудовых ресурсах и 20% материальные затраты.

ОДНОТРОЛЛЕЙНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ

Стребков Д.С., Авраменко С.В., Некрасов А.И. (ВИЭСХ)

Созданию мобильных средств различного назначения с питанием от источников электрической энергии уделяется все больше внимания. Это определяется отсутствием выбросов в атмосферу токсичных веществ, экономией дефицитного жидкого топлива, возможностью использования электроэнергии ночного провала графика нагрузки электростанций, снижением эксплуатационных расходов. Известны разработки электромобильных средств сельскохозяйственного назначения по созданию электротракторов, электрокомбайнов, электрокультиваторов, электромостовых систем в земледелии и других подвижных устройств с электроприводом, электроснабжение которых осуществляется в большинстве случаев путем подвода электроэнергии по двух или четырех проводной схеме через контактную сеть или гибкий кабель, собираемый на кабелеприемном барабане или расположенном на пути своего движения тропе.

Предлагается однопроводный способ питания электромобильных средств с резиновыми колесами. Система электроснабжения состоит из источника питания, преобразователя частоты с повышающим высокочастотным трансформатором, которые по однопроводной линии передают электрическую энергию на приемно-согласующее устройство и приводной электродвигатель, устанавливаемые на мобильном электроагрегате. Для реализации предлагаемого способа питания используется особенность электромагнитной энергии токов смещения распространяться по проводнику, выполняющему роль направляющей потока электромагнитной энергии, от генератора к потребителю энергии. Основой осуществления способа является однополярный генератор электрической энергии, благодаря которому создаются условия для передачи электроэнергии по одному проводнику. Однополярный способ питания электротранспортных средств осуществляется путем подключения высоковольтного генератора свободных электрических зарядов, генерации и перемещения этих электрических зарядов и связанной с ними энергии электрического поля в резонансном режиме через гибкий проводник или контактную сеть к электротранспортному средству. Здесь осуществляется обратное преобразование энергии электрического поля свободных зарядов в энергию электрического постоянного или переменного тока, которую используют для электропривода транспортного средства. Электрическое поле создается реактивным емкостным током смещения, который заряжает емкость всей системы по отношению к земле. Приемно-передающая система с соединительной линией рассчитыва-

ется на резонансный режим с учетом получения максимального напряжения в рабочем режиме. При передаче энергии при помощи токов смещения потери энергии в линии минимальны и в качестве проводящего канала может быть использован любой проводник минимально возможного сечения или любая другая проводящая среда.

Разработка позволит создать экологически чистое мобильное энергетическое средство с электроприводом, использующего новый способ питания по однопроводной или однопроводной линии, исключая применение громоздких и металлоемких контактных сетей, кабелеприемных барабанов, или аккумуляторных батарей. Применение электроагрегатов с предлагаемой системой питания в первую очередь целесообразно для работ в закрытых помещениях-теплицах, фермах, складах, ангарах, а также для проведения других электромобильных или электротранспортных работ.

ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ СОСТАВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Додолев С.Г. (БГПА)

В связи с внедрением нового более сложного подвижного состава (ПС) возникла проблема обеспечения уже достигнутого на городском электрическом транспорте (ГЭТ) уровня надежности. Это явилось следствием того, что усложнение схем и технических решений не сопровождалось мероприятиями, направленными на обеспечение необходимого уровня надежности. К числу мероприятий, направленных на повышение надежности, можно отнести: повышение уровня контроле- и ремонтпригодности; применение новых схемных решений; разработкой современных средств технической диагностики; применение новых материалов, комплектующих элементов и приборов; обеспечение необходимого уровня квалификации обслуживающего и ремонтного персонала. В задачи технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) входят не только своевременный контроль технического состояния и восстановление отказавших объектов, но и предотвращение отказов за счет их своевременного предупреждения. Предотвращение отказов возможно лишь при использовании методов прогнозирования технического состояния объектов диагностирования.

В мировой практике система ТО и Р сейчас претерпевает существенные изменения и наметилась тенденция перехода к ТО и Р по фактическому состоянию. Препятствием для перехода к этой системе в наших условиях является низкий уровень контролепригодности, отсутствие бортовых, переносных и стационарных устройств контроля режимов работы и технического состояния ПС ГЭТ. Проблему диагностирования необходимо решать на этапе проектирования, с учетом требований контроле- и ремонтпригодности, а также возможностей системы сбора, накопления, обработки и выдачи всей необходимой диагностической информации.

Предлагается устройство для определения остаточного ресурса обмоток тягового электродвигателя (ТЭД). Данное устройство позволяет определить ос-

таточный ресурс обмоток в зависимости от температуры нагрева и времени в течение которого находились обмотки при данной температуре.

Устройство включает в себя: датчик температуры, который состоит из нескольких термосопротивлений, расположенных на полюсах ТЭД, усилителя сигнала, преобразователя аналогового сигнала в цифровой, тепловую защиту, задающее устройство, таймер, компаратор, индикатор, блок хранения информации.

В задающем устройстве используется запоминающее устройство, позволяющее сохранять информацию при отключенном напряжении питания. В базе данных содержится информация о сроке службы изоляции, расчетные коэффициенты, формулы расчета. Таймер предназначен для фиксирования времени работы ТЭД, и через определенные промежутки времени подавать сигнал на компаратор, который производит расчет данных, получаемых с аналого-цифрового преобразователя, и передает полученные данные в блок хранения информации. В блоке хранения информации хранятся данные о времени работы двигателя, расход ресурса изоляции, приблизительно остаточный ресурс обмоток двигателя. Данное устройство позволит перейти к ремонту обмоток ТЭД по фактическому состоянию, что позволит снизить количество выходов из строя ТЭД из-за пробоев изоляции и исключить замену обмоток двигателя с достаточно большим ресурсом.

НАЗРЕВШИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

Мухин О.А. (БАТУ)

Программные задачи повышения энергоэффективности технологических процессов в будущем десятилетии не могут решаться без АСУ ТП теплоснабжения (ТС) и теплопотребления (ТП).

При этом необходимо обратить внимание на следующие концептуальные положения:

1. Определить в структуре теплоснабжения – централизованное, децентрализованное, комбинированное.
2. Определить число оптимальных ступеней управления отпуском тепловой энергии и принцип автоматического управления и регулирования на различных ступенях.
3. Найти оптимальные решения управления теплопотреблением для нового и реконструируемого строительства.
4. Провести широкомасштабные аудиты с целью теплотехнической реконструкции объектов теплопотребления различных ведомств.
5. Усовершенствовать методику расчета не только статических но и, главное, динамических тепловых и гидравлических режимов.
6. Совершенствовать технологические схемы управления системами ТС и ТП.
7. Разработать новые и переработать действующие нормативные документы с учетом энергоэффективности и автоматизации.

8. Использовать в системах ТС и ТП разработанный в РБ способ функционального разделения систем отопления и горячего водоснабжения. Шире внедрять теплонасосные установки.

9. Наряду с локальными регуляторами использовать системные регуляторы с дистанционным и логическим управлением.

10. Повсеместно применять индивидуальное регулирование теплового режима помещений.

11. Целесообразно осуществлять подготовку специалистов с высшим образованием специализации (усл. название) “Автоматизация и энергоэффективность”.

Комплексный подход к автоматизации систем ТС и ТП позволит наряду с энергосбережением получить и двойной эффект – комфортный оптимум и экологический минимум.

ОБОСНОВАНИЕ БАЗОВЫХ ДАННЫХ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

Афанасьева С.Е., Горбатов В.В. (Укр ЦИТ)

Опыт эксплуатации отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники в Украине показывает, что необходимым условием обеспечения безотказной работы машин является фирменное сервисное обслуживание в течение всего срока службы.

Усиление конкурентной борьбы за рынки сбыта, получение финансовых средств и ресурсов, возможности выбора и закупки машин практически любой зарубежной фирмы, уменьшение численности машин и тракторов, и соответственно, увеличение годовой загруженности техники исключают продажу и эксплуатацию машин с низким уровнем надежности и плохо организованной службой технического сервиса.

Результаты обследований сложной и дорогостоящей техники, в частности зерноуборочных комбайнов, подтверждают, что снижение уровня инженерного обеспечения и, в первую очередь, отсутствие качественного технического обслуживания и текущего ремонта, не позволяет рационально и экономически выгодно использовать комбайны, а в некоторых случаях имеют место и значительные простои техники в агротехнические сроки.

Своевременное и качественное техническое обслуживание, диагностику и текущий ремонт представители сервисных служб могут выполнять при условии своевременного прибытия в хозяйство с необходимыми запасными частями и материалами. Это зависит от количества машин, которые закреплены на обслуживании одного инженера, надежности машин, расстояния от сервисного центра до мест расположения хозяйства, наличия необходимой номенклатуры и качества запасных частей и материалов, приспособленности машин к проведению технического обслуживания и ремонта.

Так как затраты на техническое обслуживание и ремонт являются одной из составных частей стоимости машины, то они должны быть минимальными. Решение таких задач достигается минимизацией целевой функции удельных приведенных затрат на сервисное обслуживание. Оценка надежности машин при

испытаниях дает возможность получить все необходимые показатели, являющиеся базовыми данными для расчетов на ПЭВМ. Кроме этого, нормирование величин по результатам испытаний позволяет уменьшить число аргументов целевой функции.

Разработанные методы обеспечивают повышение эффективности систем технического обслуживания и ремонта, а соответственно будут способствовать повышению конкурентоспособности отечественных машин.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРИНЦИПЫ ИХ ПОСТРОЕНИЯ

Гноевой А.В., Чесноков В.М., Гноевой В.А. (ИПМ РАН),
Степаненко А.И. (ВНИИМП), Марков А.И. (ЗАО «Ягуар-М», Москва)

Методы и приемы переработки сырья биологического и растительного происхождения в мясной и молочной промышленности в настоящее время во многом схожи с тем, что имеется в общем, машиностроении, строительстве, химической промышленности и т.д. Технологические средства (машины, аппараты), реализующие эти методы, также во многом повторяют соответствующие аналоги техники этих отраслей.

Увеличение же выпуска продуктов питания связывается в настоящее время с интенсификацией технологических процессов и, как следствие, с повышением производительности отдельных машин и межоперационного транспорта. Однако возможные препятствия этого направления связаны со скоростями протекания в продуктах (сырье) естественных физико-химических, биохимических и других процессов, а также с последовательностью их протекания. Кроме того, сырье и добавки, подвергаясь интенсивному воздействию со стороны металлических рабочих органов, теряют свою биологическую ценность, приобретают несвойственный им запах и цвет. Часто это положение не спасают даже красители и ароматизаторы пищи.

В начале 80-х годов XX столетия в мясной промышленности России появилась необходимость в разработке принципиально новых универсальных технологических машин, которые бы не копировали известные технические решения из других областей промышленности. Эта проблема возникла, прежде всего, из понимания специфики перерабатываемого сырья и области его применения. В мясной промышленности объектом переработки является сырье растительного и животного происхождения, имеющее значительный разброс параметров даже для одного и того же вида. В процессе хранения и переработки свойства сырья и его параметры продолжают изменяться. Все это создает известные трудности в получении готовых продуктов стабильного качества на традиционном технологическом оборудовании, рабочие режимы которого слабо регулируются и не согласуются с сырьем. Так как областью применения готовых продуктов является внутреннее потребление их человеком, то к машинам и технологиям в связи с этим предъявляются повышенные требования как по сохранению биологической ценности перерабатываемого сырья и получаемого из него готового продукта питания, так и по степени их безопасности для человека.

В качестве одного из возможных направлений решения этой проблемы А.В.Гноевым в начале 80-х годов были предложены и разработаны принципы построения и классификация нового поколения технологических машин и новых безопасных, интегральных, щадящих и природосберегающих технологий. Им было предложено этот новый класс машин называть "Вибрационно-волновыми". Позднее совместно с Д.М. Климовым и В.М. Чесноковым были созданы основы теории подобных машин, совместно с А.И.Степаненко был создан и испытан первый в мире образец – макет вибрационно-волновой универсальной машины-модуля ММЩ2ВВ-5/ВИВАТ (массажер-мешалка-шприц), совместно с В.М.Горбатовым, Н.С.Лосевой и А.И.Степаненко были проведены первые технологические испытания ММЩ2ВВ-5/ВИВАТ и разработаны первые вибрационно-волновые технологии приготовления колбасных и ветчинных изделий. Совместно с В.Г.Марковым создан первый опытный образец вибрационно-волновой технологической машины.

Принципиальным отличием таких машин является наличие у них неметаллического мягкого деформируемого рабочего органа в форме канала или емкости, снабженного механизмом его деформации. Механизм деформации управляется микропроцессором. Рабочий орган с помещенными в него ингредиентами продукта приводится механизмом его деформации в одновременное низкочастотное волновое и высокочастотное вибрационное воздействия. В зависимости от степени интеграции технологических операций в одной машине, рабочий орган "снабжают" различными свойствами, например фильтра, нагревателя и др. В этом случае одновременно с операцией транспортирования можно проводить операции перемешивания, массирования, фильтрования, нагревания, управляемого наполнения различных емкостей и т.д. По своим техническим возможностям механизм деформации может создавать различные формы вибрационно-волнового, волнового или перистальтического движений ингредиентов продукта в рабочем органе. По совокупности признаков, предлагаемые машины относятся к классу, который принадлежит сегодня науке "Мехатроника" (механика+электроника).

Приводятся принципы построения нового поколения технологических машин, их классификация, техническая и технологическая реализации предлагаемого.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ЛЬНА

Нагорский И.С., Казакевич П.П. (ГП "БелНИИМСХ")

Ковалев М.М. (ГНУ "ВНИПТИМЛ")

Технологические процессы и технические средства в льноводстве, как объекты управления, характеризуются многомерностью, случайным характером

возмущающих воздействий, взаимодействием с биологическими элементами, сезонностью функционирования и поточностью производства. Они могут быть адаптированы к конкретным условиям на первом этапе путем применения средств автоматизации и приборов контроля. На втором этапе автоматизацию процессов производства и первичной переработки льна должна осуществлять система, получающая информацию о показателях, характеризующих функционирование всех подсистем и вырабатывающая управляющие воздействия. Это позволит с высокой точностью выполнять весь комплекс технологических операций, начиная от обработки почвы, посева, внесения удобрений и средств защиты растения до уборки урожая, включая теребление, очес семенных головок, вылежку и подъем льнотресты. Полученная компьютерная информация об урожае, уточненная на стационаре, послужит основанием управления технологическими режимами переработки льнопродукции.

Современное состояние средств механизации технологических процессов на уборке льна характеризуется практически повсеместным использованием визуального контроля и ручного управления. В первичной переработке льносырья в настоящее время в технологических линиях получения длинного и короткого льноволокна используют лишь отдельные элементы автоматики, которые обеспечивают технику безопасности и запуск машин, но не отслеживают их работу и не управляют их режимами. До сих пор в отрасли используется органолептический метод оценки льносырья как при ввозе на льнозавод, так и при отгрузке продукции. Поэтому на ближайшие годы одним из направлений совершенствования льноуборочной и льноперерабатывающей техники является локальная автоматизация технических средств. Наиболее актуальными являются:

- при тереблении льна - синхронное регулирование положения теребильного аппарата по высоте в зависимости от высоты стеблестоя;
- при очесе головок - непрерывное управление технологическими и режимными параметрами очесывающего аппарата в зависимости от высоты стеблей, зоны размещения головок, плотности ленты и скорости ее подачи;
- при подъеме ленты льна - стабилизация хода подбирающего аппарата в вертикальной плоскости, полнота подбора ленты;
- для всех льноуборочных машин важным остается контроль взаимодействия обрабатываемого материала с рабочими органами, наполнения бункеров и камеры пресс-подборщика;
- для обеспечения максимального выхода и качества длинного волокна на трепальной линии необходимо соответствующее и своевременное регулирование частоты вращения трепальных барабанов, скорости зажимного транспортера и плотности загрузки материала. Реально такое управление мяльно-трепальным агрегатом возможно при замене электромеханического привода на электрический с электронным регулированием частоты вращения асинхронного электродвигателя;
- для получения качественного короткого волокна из отходов трепания, представляющих собой очень неоднородную массу, также требуется разработка системы автоматического контроля и управления процессом по каждой машине, составляющей куделеприготовительный агрегат;

- для сортировки льноволокна по номерам качества требуется разработка специального автоматизированного комплекса, обеспечивающего оперативную и точную оценку волокна по частным и обобщенным показателям.

Совершенствование оборудования для прессования льноволокна, как длинного, так и короткого, также не возможно без использования приборов контроля и автоматических средств управления процессом.

Более высокого уровня автоматических устройств потребуют льноуборочные машины нового поколения - специальные самоходные, прежде всего, двухпоточные машины. Эти комплексы не смогут эффективно использоваться без синхронизации технологических режимов рабочих органов и скорости передвижения машин, без автоматического наведения подбирающего органа на ленты, вплоть до использования бортового компьютера, которые будут оптимизировать работу всего агрегата в зависимости от урожайности и влажности убиваемой массы.

Разработка льнозавода нового поколения также связана с разработкой системы компьютерного управления его рабочим процессом, исходной базой данных которой должна быть оперативная информация о физико-механическом состоянии льносырья, подаваемого на переработку.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Елизаров В.П. (ВИМ)

Конкурентоспособное сельскохозяйственное производство России в XXI веке должно базироваться на автоматизированных информационных технологиях с использованием современной компьютерной техники. Это позволит оперативно принимать решения на основе рекомендаций, базирующихся на научных данных и практических результатах зонального характера, а также с учетом различных стохастических изменений, существенно влияющих на конечный результат.

При этом производитель растениеводческой продукции с использованием методик и программ, заложенных в компьютер оптимизирует технологический процесс в режиме реального времени, и тем самым непосредственно влияет на эффективность всей цепочки производства.

Опыт передовых стран мира, а также опыт лучших товаропроизводителей России указывает на большую эффективность использования информационных технологий, позволяющих оперативно внедрять высокие технологии и получать эффект, во много раз перекрывающий затраты на программные и аппаратные средства, связанные с созданием таких систем.

Оперативность принятия решений по информационным технологиям учитывающих изменение обстановки, вытекающей из внутренних и внешних возмущений дает более высокий эффект при автоматизации поступающей информации и ее обработки для получения оптимальной стратегии управления.

Внедрение новых автоматизированных информационных технологий необходимо организационно производить на федеральном уровне (базы данных,

программные комплексы, в т.ч. экспертные системы) и распространять по регионам для их адаптации к зональным условиям. Для этого следует привлекать научные и учебные заведения сельскохозяйственного профиля, а также создавать органы консультационной службы, как это принято в развитых странах мира. В задачу этих служб должна входить методическая помощь, оказание услуг в обучении использованию информационных технологий, переподготовка товаропроизводителей. Важным моментом при использовании товаропроизводителями компьютерных технологий является расчет возможной прибыли, что вытекает из предложенных службами критерия эффективности при принятии оптимальных управляющих решений, и ответственность разработчиков технологий и программ за предлагаемые рекомендации.

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ МОБИЛЬНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ Шпилевский Г.Б. (НАТИ), Викторов А.И. (ОАО ВИСХОМ")

В рамках создания общих концепций автоматизации сельскохозяйственного производства, в том числе растениеводства и используемых в нём мобильных сельскохозяйственных агрегатов (МСА), имеет смысл указать на задачи, решение которых в первоочередном порядке позволит в кратчайшие сроки начать освоение средств автоматического контроля и управления (СА), сокращая большое отставание от развитых стран. Это создаст необходимые производственные связи между производителями СА и их потребителями, как в лице машиностроения, так и в лице сельскохозяйственного производства, начнёт приучать последнее к широкому применению СА и станет стимулом для невостребованного сейчас научно-конструкторского потенциала, имеющего опыт создания СА и достаточно продвинутые заделы.

В свое время работы по созданию и освоению СА различного назначения, в том числе для МСА, велось по широкому ряду направлений и имеют к настоящему времени разную степень завершённости. Поэтому для отбора из этих направлений в число первоочередных предлагается использовать следующие признаки:

1. Доказанная или очевидная эффективность применения.
2. Достаточная проработанность конструктивных решений, позволяющая рассчитывать на быстрое освоение.

Исходя из этих признаков, для включения в число первоочередных направлений создания и освоения СА для МСА различного назначения может быть рекомендован достаточно обширный перечень СА, разработка которых велась НАТИ, ВИСХОМ и другими организациями, но по различным причинам не была доведена до производства. Наиболее реальными из них представляются следующие СА:

1. Эксплуатационно-технологический монитор с радарным датчиком действительной скорости для тракторов, в первую очередь мощных колёсных.

Образцы (промышленная партия) таких систем были разработаны и изготовлены в 1992 году под предполагавшийся заказ для тракторов К-701. Сейчас большая часть этой партии находится в НАТИ.

Эффективность применения этих систем подтверждена достаточно широкими испытаниями. Она заключается в росте производительности и снижении расхода топлива за счёт более разумного выбора тягово-скоростных режимов работы на базе контроля действительной скорости и буксования.

Имеющаяся документация позволяет произвести достаточно быструю доработку и подготовку производства.

2. Унифицированные системы контроля технического состояния и аварийной защиты для тракторов и энергетической базы самоходных машин.

Системы такого назначения широко применяются на зарубежных машинах. Они действуют по достаточно простым алгоритмам, в связи с чем отработка конструкций на базе заделов, созданных в своё время, не должна быть слишком долгой и дорогостоящей.

Эффективность применения таких систем состоит в более широком и оперативном контроле, что позволяет сократить трудоёмкость контрольных операций обслуживания и предупредить развитие мелких неисправностей в тяжёлые аварии и в особом подтверждении не нуждается.

3. Локальные унифицированные системы контроля для посевных машин.

Различные системы такого типа УСК, "Каскад", "Нива" и др. разработаны и освоены в разное время и вполне могут служить базой предлагаемого развития. При этом следует от пассивного контроля перейти к активному управлению просевам.

Эффективность этих систем связана с повышением качества посевных работ и отказом от необходимости привлекать дополнительный персонал для работы в качестве сеяльщиков.

4. Автоматические регуляторы норм расхода жидких средств защиты растений и удобрений.

Эти системы имеют разработанные прототипы САУРЖ-1, САУРЖ-2, САУРЖ-2М, САУРТ и др. Разработка и освоение более современных конструкций на этой базе не должны иметь особых затруднений.

Эффективность применения таких систем состоит в исключении как перерасхода, так и недостаточного внесения соответствующих средств, что уменьшает потери урожая и загрязнение среды.

5. Системы технологического контроля и управления самоходных и прицепных уборочных машин.

Здесь также имеются разработанные и освоенные прототипы. Однако требуется дальнейшее развитие, позволяющее сократить объём информации, предъявляемый водителю, за счёт существенного расширения выполняемых автоматически действий по ликвидации отклонений от установленных режимов работы и по оптимизации самих этих режимов.

Эффективность таких подходов будет заключаться в снижении потерь урожая при одновременном повышении производительности уборочных операций.

Реализация первоочередных задач может опираться только на организационные меры изготовителей машин с государственной поддержкой в лице Минсельхозпрода РФ. Должно быть принято решение об обязательности оснащения всех новых машин СА из предложенного перечня (как минимум, не исключаяо-

щий и других систем). Государственная поддержка рассматривается как финансовая помощь в разработке и подготовке производства новых машин с СА на возвратной основе.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ТРАКТОРАМИ

Шипилевский Г.Б. (НАТИ)

Анализ современных достижений мирового тракторостроения позволяет сформировать достаточно чёткие представления о том, в каких направлениях развивается автоматизация управления сельскохозяйственными тракторами. При этом очевидно, что выбор этих направлений для конструктивной реализации связан с реальной оценкой тех эффектов, которые получит пользователь от наличия на тракторе тех или иных средств автоматизации управления.

В свою очередь, сами эти эффекты предлагаются в двух согласующихся подходах. Во-первых, автоматизация предлагается как средство повышения производительности и снижения затрат расходуемых ресурсов, в первую очередь, топлива. Во-вторых, автоматизация предлагается как средство упрощения и облегчения управления трактором, особенно в наиболее критичные моменты типа трогания и разгона или при входе в разворот и выходе из него.

Следует подчеркнуть, что автоматизация управления опирается на почти полную готовность конструкции трактора к нему. Практически все действия по управлению трактором осуществляются в форме подачи электрического сигнала, воспринимаемого электрогидравлическими или электромеханическими исполнительными устройствами, воздействующими на такие механизмы и системы трактора, как трансмиссия, приводы валов отбора мощности и навесные устройства. При такой готовности создание и освоение средств автоматизации управления сводится к разработке алгоритмов управления и электронной аппаратуры (чаще всего на готовой элементной базе с высокой степенью интеграции), реализующей эти алгоритмы. Некоторое исключение составляют лишь системы автоматического регулирования положения навесного устройства, где электрогидравлическая аппаратура появилась одновременно с электронной.

Кстати говоря, такие системы появились на тракторах достаточно давно, сначала как гидромеханические. Переход к электронному регулированию начался около 20 лет тому назад, и сейчас именно оно является преобладающим, особенно для тракторов с уровнем мощности двигателя выше 60 – 70 л.с. При этом сами принципы регулирования остались практически неизменными – силовое, позиционное и комбинированное регулирование. Единственными признаками развития этого направления являются появившийся в последние 10 – 15 лет учёт буксования на основе измерения действительной скорости радарным датчиком и объявленное фирмой “Бош” наличие шины для связи с другими электронными системами по протоколу CAN.

Применительно к трансмиссиям тракторов наиболее распространены системы автоматического управления включением и выключением привода переднего ведущего моста и блокировкой дифференциалов. В них используются такие

признаки, как скорость, буксование колёс, угол отклонения передних управляемых колёс от положения прямолинейного движения, положение навесного устройства и одновременное торможение обоих колёс.

Менее распространены и встречаются только на отдельных моделях тракторов системы, связанные с переключением передач. Здесь просматриваются два дополняющих друг друга подхода. Один обеспечивает требуемое протекание процесса переключения по команде водителя - на ходу под нагрузкой не разрывается поток мощности. Другой связан с формированием самих команд переключения. При этом почти не встречаются системы, реализующие функцию выбора передачи применительно к изменяющимся условиям работы, например, по тяговой нагрузке. Очевидно, считается, что наличие силового компонента в регулировании положения навесного устройства делает эту функцию неактуальной. В основном просматриваются такие функции, как последовательное переключение передач при трогании и разгоне трактора до передачи, заданной водителем. При наличии в трансмиссии трактора такого устройства, как реверс-редуктор, реализуется функция так называемая "быстрого реверса", считающаяся очень удобной при работе с фронтальным погрузчиком.

Некоторые упоминания о целесообразности совместного управления двигателем и трансмиссией в основном связываются с наличием электронного регулирования подачи топлива в дизельный двигатель. При этом основным стимулом такого регулирования является удовлетворение ужесточающихся требований по ограничению токсичности выхлопа (сажа, окислы азота, окись углерода).

Автоматическое управление включением и выключением привода ВОМ увязывают с подъёмом и опусканием навесного устройства или включают в состав программы разворота, которая может иметь различное содержание, задаваемое водителем (например, программа IMS, реализованная в семействе тракторов серии 8010 фирмы "John Deere"). Совершенно очевидно, что такое управление должно включать функцию обеспечения заданной плавности включения, учитывающей разнообразие нагрузок от рабочих органов, приводимых от ВОМ.

Практически отсутствуют какие-либо упоминания об автоматизации вождения. Это свидетельствует о том, что до сих пор не найдены универсальные и надёжные решения, позволяющие реализовать это направление, несмотря на его ожидаемые эффекты. При этом характерно, что широкое рекламирование локально ориентированных технологий, опирающихся на спутниковые системы ориентации, никак не влияет на эту ситуацию, скорее всего потому, что в этих системах даже в обозримом будущем не просматривается достижение точности ориентирования, необходимой для автоматизации вождения.

Исходя из этого, предпочтительны направления работ по автоматизации управления тракторами, опирающиеся как на передовой мировой опыт, так и на понимание реальных возможностей по наличию средств измерений, отработанных алгоритмов и т.п., представляются следующими:

- автоматизация управления включением-выключением привода переднего ведущего моста и блокировки дифференциала;

- автоматическая оптимизация протекания процессов в трансмиссии, инициированных водителем (плавное включение привода ВОМ или быстрого реверса, безразрывное переключение передач на ходу под нагрузкой);
- автоматический выбор наилучших тягово-скоростных режимов работы по таким признакам, как тяговое усилие, буксование колёс, нагрузка на двигатель;
- комплексное автоматическое управление моторно-трансмиссионной установкой на основе электронного регулирования топливopодачи.

Следует заметить, что поиск путей реализации этих направлений в равной степени должен связываться как с использованием электронных средств, так и средств гидроавтоматики. В частности, гидроавтоматика представляется более удобным средством для решения задачи плавного включения. Что же касается безразрывного переключения, то здесь определяющим признаком выбора предпочтительных средств будет являться максимально возможное быстроедействие электрогидравлических распределителей, управляющих фрикционными муфтами трансмиссии.

Добавим, что указанные направления не только не являются альтернативой задачам контроля технического состояния и хода технологических процессов, а органично дополняют их. Более того, такая задача, как автоматический выбор наилучших тягово-скоростных режимов решается, как указано выше, с учётом буксования, вычисление которого входит в состав функций эксплуатационно-технологического контроля. Тем самым по существу ещё раз подтверждается, что оптимальным аппаратным решением всего комплекса задач автоматического контроля и управления по-прежнему считается бортовой компьютер.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ТРАКТОРНОЙ МЕХАТРОНИКИ

Антышев Н.М. (ВИМ)

В последние годы быстрыми темпами развиваются электронные системы (ЭС), устанавливаемые на автомобилях и тракторах.

Применение ЭС привело к возникновению новой области техники - авто-тракторной электронике под сокращенным названием "мехатроника" (объединение слов "механика" и "электроника").

Ниже будут рассмотрены концептуальные предпосылки развития направлений тракторной мехатроники в тесной связи с машинотракторным агрегатом (МТА), как основным механо-технологическим средством современного сельского хозяйства.

Большие возможности вычислительной техники и умение их использовать широкими кругами населения привели к тому, что в развитых странах трактор без ЭС становится неконкурентоспособным. Потребителю он кажется архаичным, не соответствующим современному развитию техники. Поэтому требование использования ЭС можно рассматривать не как преходящую моду, а как постоянно наблюдаемое следствие научно-технического прогресса.

Развитию ЭС способствовало и появление во многих странах нормативных документов, в которых регламентированы предельно допустимые технико-

экономические показатели мобильной техники. Некоторые из таких нормативов не могут быть соблюдены без применения ЭС. Так во многих странах ограничивается токсичность отработанных газов (ОГ) и максимальный расход топлива. Нарушение норм максимальной токсичности ОГ, как правило, не допускается, а топливной экономичности - влечет значительный штраф.

Улучшение эксплуатационных свойств трактора может достигаться реализацией ЭС следующих функций: управление работой узлов, агрегатов трактора; отображение информации водителю, обслуживающему технологическому персоналу, водителям других МТА; хранение информации; приема информации в тракторе; передачи информации из трактора.

Опыт использования ЭС в смежных типах мобильной техники, в частности автомобилях, показывает, что для них (ЭС) наибольшее распространение получили функции управления и отображения информации. ЭС управляют работой двигателя, трансмиссии, ходовой части, рулевого управления, тормозной системой, кузова, систем электропитания и коммуникаций.

Необходимость насыщения трактора электронными системами диктуется и тем обстоятельством, что параметры и удельные показатели механической основы МТА достигли пороговых значений. Это касается компоновочных схем, источников энергии, энергоснабжения, скорости движения, тягово-сцепных свойств, маслосъемности и т.д.

ЭС позволяют реализовать те резервы в повышении эффективности использования МТА, которые просматриваются в пределах пороговых значений механической основы современного трактора.

Учитывая высокую дифференцируемость аграрного производства на современном этапе России, основные технологические процессы в технологиях рассчитываются по ресурсным возможностям товаропроизводителей - уровня технической и финансовой оснащенности, профессионального потенциала. Для российских условий на обозримую перспективу целесообразны пять уровней технологий: - упрощенные; - нормальные; - интенсивные; - высокие; - наукоемкие (топориентированные).

Тракторная электроника подразделяется на три части: на систему управления двигателем и трансмиссией (моторно-силовая установка), систему управления ходовой частью и систему управления оборудованием кабины и технологической частью МТА (табл.1)

Таблица 1.

Классификация тракторных электронных систем

Группа ЭС	Составляющие группы
1. Управление механизмами моторно-трансмиссионной установки (МТУ).	1.1. Управление механизмами двигателя. 1.2. Управление силовой установкой (трансмиссией)
2. Управление ходовой частью.	2.1. Управление подвеской. 2.2. Стабилизация заданной скорости движения. 2.3. Регулирование рулевого управления. 2.4. Блокирование колес при торможении.

3. Управление оборудованием кабины и технологической частью МТА.	3.1. Кондиционер воздуха. 3.2. Электронная панель приборов. 3.3. Многофункциональная информационная система. 3.4. Развлекательная и передающие устройства. 3.5. Аварийная сигнализация. 3.6. Навигационная система и т.д.
--	--

Требуются концептуальные изменения в подходах к оснащению тракторов новыми источниками энергии (газодизели, турбины, электракторы), бесступенчатыми силовыми передачами, многоприводным отбором мощности, и т.д., что в сочетании с электронными системами позволит создать энергетическую базу для реализации необходимых технологий сельскохозяйственного производства.

Целесообразные уровни насыщения тракторов электронными системами для реализации технологий сельскохозяйственного производства в современных условиях России представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Целесообразные уровни насыщения ЭС тракторов для реализации технологий сельскохозяйственного производства.

Технологии с-х производства	Тип трактора, мобильного энергосредства	Насыщение трактора электронными системами
1	2	3
Упрощенная	Трактор упрощенной конструкции	Аварийная сигнализация (3.5.*)
Нормальная	Трактор, самоходное шасси традиционной компоновки	Аварийная сигнализация (3.5.) Электронная панель приборов (3.2.0)
Интенсивная	Трактор, самоходное шасси традиционной компоновки	Аварийная сигнализация (3.5.) Управление механизмами двигателя (1.1.) Электронная панель приборов (3.2.) Передающее устройство (3.4.) Упрощенная информационная система контроля за работой технологической части МТА (3.3.) Регулирование рулевого управления (2.1.)
Высокая	Трактор или самоходное шасси гибкой компоновки	Аварийная сигнализация (3.5) Управление механизации моторно-силовой установки (1.1.; 1.2.) Стабилизация заданной скорости движения (2.2.) Регулирование рулевого управления (2.3.) Блокирование колес при торможении (2.4.) Кондиционер воздух (3.1.) Электронная панель приборов (3.2.) Многофункциональная информационная система (3.3.) Развлекательные и передающие устройства (3.4.)
Научное (топоризированная) (типа технологии дифференцированного вне-	Трактор или самоходные шасси гибкой компоновки	Все составляющие группы 1 Все составляющие группы 2 Все составляющие группы 3

жения удобрений в системе глобального позиционирования)		
---	--	--

ИНФОРМАЦИОННОЕ И АППАРАТНОЕ ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРАКТОРОВ

Новиков Г.В., Шведов А.Г. (НАТИ)

Современный с.х. тракторный агрегат представляет собой сложнейшую систему как автономно, так и согласованно действующих автоматизированных и неавтоматизированных агрегатов, связанных многочисленными перекрестными связями и испытывающих и создающих разнообразные нагрузки и воздействия. Информационное и аппаратное построение системы автоматического контроля, управления и регулирования для такого объекта – задача крайне сложная.

Проблема выбора варианта единого или «рассыпанного» процессора на тракторе стоит давно и поныне не имеет однозначного решения. Нам представляется наиболее рациональным решение, принятое в авиации, при котором каждый агрегат или конгломерат агрегатов управляется индивидуальным процессором. При этом группа функций обособляется и получает независимую поддержку. Если в авиации такое решение обосновано стремлением к живучести, то в тракторной технике оно исторически идет от наличия независимых производителей агрегатов для трактора. Компьютеризованные или «интеллектуальные» трансмиссии, двигатели, системы контроля и навесные системы производят разные фирмы в конечном виде, т.е. со всей их автоматикой: датчиками, процессором и исполнительными устройствами. На тракторе фирмы Deere выпуска 1998 г. установлено 8 отдельных процессоров.

Другую проблему представляют информационная сеть и датчики. «Интеллектуальные» датчики, т.е. датчики с цифровым выходом и предварительной обработкой сигнала, на Западе за последние 5 лет практически вытеснили датчики аналоговым выходом. Мы же вынуждены считаться с проблемой связи аналоговых датчиков с процессором. Предпочтительным решением мы считаем преобразование имеющихся датчиков в «интеллектуальные», устанавливая на каждый индивидуальные преобразователи сигнала, соединяя их затем кольцевой сетью и используя CAN-протокол обмена.

Дисплей для систем контроля в настоящее время проблемой не являются. На рынке имеется достаточно дисплеев, отвечающих всем физическим требованиям эксплуатации трактора.

Большой прогресс достигнут в технике программирования систем. И в части контроля и управления рабочими процессами, и в части графической визуализации данных на экране дисплея, многочисленные системы программирования типа LapView, Genie, ViP, Genesis32 позволяют заметно упростить программирование, существенно облегчая создание интерфейса оператора, сбор и вторичную обработку данных, формирование и программную реализацию структур и законов управления, аварийные оповещения, а сверх того – статическую обработку данных, формирование учетно-отчетных данных, архивирование, ведение внутренних баз данных, ведение журнала аварий. Использование OPC – единого

стандарта взаимодействия программ и драйверов аппаратуры, являющегося универсальным механизмом взаимодействия программ и драйверов разных производителей, позволяет обойти трудности их совмещения на программном уровне.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ АПК НА БАЗЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Гончаров Н.Т., Хорошенков В.К., Щербаков Ю.И.,

Лужнова Е.С., Афонаина И.И., (ВИМ)

При решении задачи удовлетворения потребности АПК в средствах автоматизации, при минимизации затрат на разработку, производство и эксплуатацию, необходимо создание унифицированных автоматизированных систем контроля и управления режимами хранения сельскохозяйственной продукции. При разработке такой системы необходимо определение круга задач однотипных в своем техническом решении. При хранении сельскохозяйственной продукции насыпным способом и активном вентилировании необходимым является точное соблюдение температурного и влажностного режима во все периоды хранения. Например, для картофеля в основной период хранения температура должна поддерживаться в пределах $2 \div 4 \pm 5^\circ\text{C}$ при влажности 85÷95%. Температура воздуха над насыпью и внутри воздуховода при продувке с помощью приточных вентиляторов не должна быть ниже температуры внутри массы хранимого картофеля более чем на 2°C , т.к. в противном случае, это приводит к выпадению конденсата, переувлажнению хранимой продукции и, как следствие, к значительным ее потерям. В весенний период хранения картофеля, при отсутствии холодильных установок, необходимо производить охлаждение картофельной массы активным вентилированием в ночные часы. При этом весьма затруднительно обслуживающему персоналу уследить за температурным режимом в ручном режиме без автоматизации. В технологических комплексах послеуборочной обработки зерна также необходимо контролировать с высокой точностью температуру и влажность, но только в другом (более высоком диапазоне температур). Аналогичные задачи многоточечного измерения температуры и влажности при активном вентилировании стоят в теплицах, птичниках и других стационарных объектах с.х. производства. Обеспечить точностные характеристики режима хранения с.х. продукции без автоматизации всего технологического процесса является непосильной задачей. Отсутствие автоматических систем в хранилищах приводит к большим потерям хранимой продукции, снижению всхожести семян и общему ее удорожанию.

С появлением на рынке широкого спектра относительно недорогих контроллеров появилась возможность создания унифицированного базового модуля многоточечного измерения температур и управления исполнительными механизмами. Например, микропроцессорный контроллер с четырьмя восьмиразрядными портами. Используя один порт для многоточечного измерения температур, а другой для управления исполнительными электроприводами, можно управлять температурным режимом в картофелехранилище с объемом хранения до 2000 т.

Контроллер в этом случае будет осуществлять контроль температуры внутри картофельной массы в закромах, контроль температуры внутри хранилища над картофельной массой, контроль температуры внутри воздухопроводов при включении приточных вентиляторов, управление температурой внутри воздухопроводов с помощью аналоговых датчиков положения заслонки и электроприводов управления. Поддержание температуры внутри помещения хранилища осуществляется включением калорифера и вытяжного вентилятора. Такой вариант исполнения вполне достаточен для поддержания необходимого микроклимата в хранилище картофеля такого объема, а также в птичниках, контроля температуры теплоносителя в зерносушилках и др. подобных объектах с.х. производства.

Для более крупных хранилищ потребуется подключение дополнительных модулей расширения (блоков коммутаторов) которые позволят увеличить число измерительных каналов до 64 и каналов управления до 16 и более.

Свободные порты могут быть использованы для обслуживания панели индикации и клавиатуры, а также для накопления и статической обработки всей получаемой информации. Связь с ПЭВМ может быть осуществлена, как по двухпроводной телефонной линии связи, так и по радиоканалу.

Таким образом, для создания унифицированной микропроцессорной системы автоматического контроля режимов в хранилищах, пунктах послеуборочной обработки зерна и др. с.х. объектах необходимо:

- высокоточное и стабильное измерение контролируемых параметров;
- разработка контроллера с наращиваемой архитектурой по входным и выходным каналам;
- разработка библиотеки программных средств для различных с.х. объектов;
- разработка блоков коммутаторов и блоков управления исполнительными механизмами.

Разработка такой системы по объектно-технологическому принципу в условиях ограниченного финансирования приведет во-первых к минимизации затрат на разработку, производство, эксплуатацию, техническое обслуживание за счет сокращения потерь с.х. продукции и необоснованного дублирования НИОКР.

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТЯГОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ

Кутьков Г.М.(МГАУ)

Основным отличием мобильного энергетического средства тягово-энергетической концепции от трактора-тягача является наличие подсоединяемого и отсоединяемого третьего ведущего моста, который принято называть технологическим модулем. Ведущие колеса технологического модуля приводятся в движение от синхронного вала отбора мощности, а его силовое соединение с энергетическим модулем осуществляется с помощью обычного навесного устройства.

Потенциальные возможности мобильного энерготехнологического средства по производительности могут быть достаточно полно использованы только

в том случае, если повышенная мощность энергетического модуля будет максимально реализована через тяговое усилие.

Поэтому проблема автоматизации мобильного энергетического средства тягово-энергетической концепции состоит в рациональном распределении вертикальной нагрузки и крутящего момента по трем ведущим осям в зависимости от условий работы и состава МТА. Сложности состоят в том, что мостов три, а не два, как у обычного трактора, и в том, что привод ко всем мостам механический, не позволяющий бесступенчато варьировать передаточным числом в трансмиссии в целях выбора оптимального кинематического несоответствия.

Настоящий доклад имеет целью привлечь внимание специалистов к новой проблеме, имея в виду, что она может быть решена только на основе современных средств и методов автоматизации.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ

Гуляев Г.А., Щербаков Ю.И., Лужнова Е.С. (ВИМ)

Смирнов Б.Н. (ОАО "Ростсельмаш")

Зерноуборочные комбайны относятся к сложным объектам управления вследствие наличия при их работе многочисленных возмущающих воздействий, оказывающих значительное влияние на качество выполнения технологического процесса. В этих условиях комбайнер не в состоянии своевременно осуществлять контроль за качеством процесса, режимом работы основных узлов агрегата только с помощью зрительных и слуховых анализаторов, что привело на практике к низкому качеству управления.

Для повышения эффективности управления зерноуборочными комбайнами в нашей стране проведены широкие исследования по их автоматизации. В результате этих многолетних исследований было разработано большое количество локальных систем автоматического контроля и регулирования, внедрение которых встретило на практике значительные трудности. Наибольший объем внедрения средств автоматизации достигнут в нашей стране на зерноуборочных комбайнах серии «Дон» («Дон-1500», «Дон-1200»). Системы автоматизации этих комбайнов осуществляли автоматический контроль 20 параметров комбайна, в том числе частоты вращения основных рабочих органов, скорости движения, режимных параметров двигателя, потерь зерна молотильно-сепарирующим устройством (МСУ) и ряда аварийных ситуаций. Для измерения и отображения контрольной информации на узлах комбайна устанавливались соответствующие датчики контролируемых параметров, а в кабине размещались на нескольких пультах пять электронных блоков (БИЧ, БСЧ, «Сигнал-1А», «Сигнал-2А», «Сигнал-2Б»), сигнализатор потерь зерна СИПП и четыре стрелочных прибора. Практика эксплуатации и проведенные исследования показали, что внедрение этих средств автоматизации обеспечило, с одной стороны, своевременное представление информации о возникновении аварийных ситуаций и текущих значений важных технологических параметров, а, с другой стороны, это привело к резкому увеличению информационной загруженности комбайнера-оператора и, в конечном счете, к неэффективному ис-

пользованию средств автоматизации. Это объясняется в значительной мере наличием нескольких пультов контроля, рассредоточенных в пространстве кабины; сложностью и большими габаритами информационных полей этих пультов, наличием на них многочисленных и разнородных носителей информации, что привело к значительным затратам времени комбайнером на прием и обработку поступающей контрольной информации. Указанные достоинства и недостатки описанной системы автоматизации комбайна «Дон-1500» были учтены при разработке для этого объекта микропроцессорной системы автоматизированного управления, в которой осуществлена полная централизация приема, обработки и отображения информации с помощью микропроцессорной техники. Разработанная система обеспечивает более высокий уровень автоматизации комбайна, осуществляя автоматический контроль 22 параметров комбайна и автоматическое регулирование 4 параметров (загрузки МСУ, высоты среза хлебостоя, частоты вращения мотовила, автовождение на гоне). Система включает в свой состав комплект датчиков и исполнительных механизмов подсистем автоматического контроля и регулирования и микропроцессорное устройство, называемое бортовым компьютером (БК). Бортовой компьютер имеет блочную структуру, включающую микропроцессорные модули для обработки информации по контролю и регулированию, порты ввода-вывода, блок питания и средства отображения информации (СОИ). В качестве средств отображения контрольной информации в бортовом компьютере используются цифровой, алфавитный и звуковой индикаторы. Цифровой индикатор представляет комбайнеру по его вызову информацию о текущих значениях 12 режимных параметров, а звуковой и алфавитный индикаторы отображают в звуковой и текстовой форме информацию об отклонениях 16 параметров от нормированных значений. Принимая в качестве базового аналога существующие средства отображения контрольной информации комбайна «Дон-1500», можно отметить следующие преимущества средств отображения контрольной информации бортового компьютера. Общее количество контрольной информации, представляемое комбайнеру микропроцессорными СОИ, составляет 90,1 бит, а базовыми СОИ – 44,7 бит, т.е. более чем в 2 раза. Время, затрачиваемое комбайнером-оператором на прием и обработку информации по контролю одного параметра при использовании СОИ БК по сравнению с базовыми СОИ, уменьшается с 7,2...15 с до 0,7...3,4 с, т.е. в среднем более чем в 5,5 раз. При этом скорость обработки этой информации комбайнером возрастает с 0,1...0,5 бит/с до 0,3...6,9 бит/с, т.е. в среднем более чем в 20 раз. Все это способствовало уменьшению информационной загруженности комбайнера-оператора за смену более чем на 20% при одинаковых условиях эксплуатации комбайна. Замена электронных блоков бортовым компьютером способствовало, как показали расчеты, снижению габаритных размеров средств автоматизации по площади – в 5,6 раза, по объему – в 2,5 раза, и уменьшению потребляемой электрической мощности на свое функционирование – в 6 раз. Важно также отметить, что блочная структура БК позволяет из разного количества микропроцессорных модулей и их соответствующего программирования синтезировать системы управления заданного уровня автоматизации для зерноуборочных комбайнов различного типа как существующих, так и разрабатываемых на перспективу.

К ПРОБЛЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ УБОРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Жалнин Э.В.(ВИМ)

Технологические процессы, реализуемые в зерноуборочных машинах весьма разнообразны по функционирующим механизмам, исходному состоянию обрабатываемого материала, контролируемым и не контролируемым параметрам, ограничениям на качество работы. Это обуславливает в каждом конкретном случае решать индивидуальные проблемы поиска оптимального уровня автоматизации и выбора наилучших автоматизированных систем.

Все уборочные процессы можно разделить на три группы. В первую группу входят процессы, автоматизация которых обязательна, хотя бы на уровне контроля. Во вторую - процессы, уровень автоматизации которых зависит от целесообразности по технико-экономическим критериям. В третью - процессы, автоматизация которых априорно нецелесообразна, исходя из физического смысла процесса или по материально-техническим ресурсам и эксплуатационным характеристикам.

В зерноуборочном комбайне, к примеру, потенциально насчитывается 50 основных контролируемых параметров, из которых 12 могут быть отнесены к первой группе, 27 - ко второй и 11 - третьей.

В реальных условиях с учетом стоимости средств автоматизации и ожидаемой от их внедрения эффективности. Многие процессы и их контролируемые параметры второй группы переходят в третью.

Таких «переходящих» параметров второй группы 19 и остается в ней всего 8.

Таким образом в первую и вторую группу входят 20 параметров, автоматизация контроля или регулирования которых может представлять интерес. Сюда относятся, прежде всего, скоростные характеристики комбайна, мотопила, молотильного барабана, а также параметры двигателя и показатели качества работы комбайна.

Контроль и регулирование параметров первой группы процессов обеспечивают функционирование комбайна в целом и является неотъемлемой частью его конструкции. Экономическая эффективность их автоматической системы заложена в экономическом эффекте самой машины. Что же касается остальных важных характеристик работы комбайна: производительность га/час, т/час, дробление зерна, его потери и т.п., то их автоматический контроль и регулирование полностью зависит от стоимости дополнительных затрат на установку системы автоматизации и получаемого при этом экономического эффекта. В целом, можно утверждать, что чем больше в машине процессов и параметров первой группы, тем выше ее технический уровень. Потенциально максимальный прирост производительности комбайна от полной его автоматизации прогнозируется не выше 20-25%.

Большие задачи по автоматизации работы зерноуборочного комбайна стоят при попытке использовать его в системе координатного земледелия. Реализация принципа адаптивности комбайна в этом случае будет зависеть от решения трех проблем: формализация характеристик среды и представление полученной информации в виде четких управляющих сигналов по основным параметрам, определяющим функционирование машины; приспособление созданной системы глобального позиционирования к специфике работы зерноуборочного комбайна как

мобильной технологической машины; создание системы управления комбайном в зависимости от управляющих сигналов по характеристикам среды (рельеф, почва, влажность, урожайность, засоренность и т.п.). Основная идея при этом может быть сформулирована так: режимы работы комбайна и его рабочих органов должны автоматически изменяться в зависимости от характеристик хлебостоя и поверхности почвы, обеспечивая стабильность заданных показателей работы.

При сложившихся ценах на экономико-образующие составляющие эффективности работы комбайна пока трудно спрогнозировать положительный эффект от практического применения его в системе координатного земледелия. Тем не менее в научном и информационном плане проведение работ в этом направлении может иметь фундаментальный характер, так как позволит получить новые знания по формализации характеристик среды, системам и типам носителей информации. Системам управления мобильными машинами и т.п. Полученные знания имеют большое значение при любом варианте машинного использования мобильной техники.

При внедрении в производство различных вариантов агропромышленных технологий уборки и обработки урожая зерновых культур автоматизация уборочных процессов имеет важное значение, испытания и первые годы эксплуатации универсального зерноочистительно-сушильного комплекса ПСОК-200 в АОЗТ «Воронежский» Владимирской области, Кальчугинского района подтвердили это. Эффективность действующей здесь поточной линии по приему и обработке высоковлажного и засоренного комбайнового зернового вороха во многом зависит от работы высоконадежных средств автоматизации контроля исходной влажности и засоренности потока зернового вороха, загрузки аэрожелобов и режимов их работы, а также сушки вороха на карусельной сушилке и его выгрузки при достижении заданной влажности. Периодические средства контроля, а также различные дискретные средства измерения параметров потока вороха без механизма управления процессом обработки вороха менее эффективны и сдерживают реализацию потенциальных возможностей поточной линии ПСОК-200 на семенном и производственном режимах.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЕСОВОЙ ДОЗАТОР

Щербаков Ю.И., Гончаров Н.Т., Хорошенков В.К., (ВИМ),
Сыроватка В.И. (ВНИИМЖ), Голивец В.А. (ОАО "Белинсксельмаш"),
Лужнова Е.С., Афолина И.И. (ВИМ)

Для приготовления и дозирования сбалансированных кормовых смесей для откорма свиней важным элементом в этом процессе является взвешивание согласно установленных рецептом порций компонентов комбикормов, которое реализуется дозирующим устройством. Процесс дозирования должен выполняться за определенное время с заданной производительностью и точностью.

Устройства такого типа представляют собой объекты с переменной структурой, т.к. распределение сырья по над дозаторным бункерам может быть произвольным, а процессы происходящие в них можно отнести к экстремаль-

ным. При управлении такими объектами необходимо обеспечить выполнение технологического процесса за фиксированное время t .

Процесс дозирования можно определить тремя состояниями:

- состояние взвешивания;
- состояние опорожнения весового бункера;
- возврат в исходное состояние.

Динамика процесса дозирования определяется массогабаритными параметрами регулятора подачи сырья, показателями качества дозируемого сырья и для первых двух состояний описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial q_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = F_i(q_i, t) \\ m_i = f(q_i, H) \end{cases} \quad (1),$$

где T – суммарная кинетическая энергия регулятора;

q_i – обобщенная координата i -го регулятора;

$F(q_i, t)$ – обобщенные силы, действующие на i -й регулятор, которые в общем случае могут быть разложены на регулярную часть $f(q_i)$ и случайную часть $f(t)$;

$f(q_i, H)$ – функция характеризующая подачу сырья в зависимости от координаты q_i и высоты H наддозаторного бункера;

m_i – подача сырья i -м регулятором.

Третье состояние определяется величиной нагрузки на весоизмерительное устройство описывается уравнением:

$$mz = -kz,$$

где m – масса продукта;

k – модуль Юнга;

z – деформация платформы весоизмерительного устройства с датчиком.

При этом часть параметров дозирующего устройства определяется на этапе его разработки, другая часть параметров, формирующих динамику процесса, должна учитываться в алгоритмах его работы.

Исходя из того, что параметры дозирующего устройства заданы априорно, для управления объектом воспользуемся методом априорного программирования, который предусматривает создание программы работы устройства, в заранее определенной среде. Это позволяет создавать алгоритмы управления таким образом, чтобы более сложные алгоритмы составлялись на основе некоторого числа элементарных, реализуя многоуровневое управление с иерархической связью между уровнями.

В соответствии с этим методом в основу организации управления дозированием используется единый принцип, который состоит в минимизации функционалов, представляющих рассогласование между командой-установкой G_u и величиной, характеризующей текущее состояние устройства, которое можно назвать вектором ситуаций g_c . Значение вектора ситуаций получается на основе обработки информации, поступающей от датчиков в соответствии с системой уравнений (1).

Функциональное рассогласование уставок и вектора ситуаций выражается в виде квадрата расстояния между подмножеством G_y и вектором ситуаций g_c ,

где $\rho(G_y, g_c) = \inf \rho(g_y, g_c)$, $g_y \in G_y$,

которые накапливаются в памяти системы управления.

Управление на каждом уровне осуществляется путем выбора команд обеспечивающих такое изменение параметров устройства, которое приводит к достижению точной нижней границы функционала рассогласования $\rho(G_y, g_c)$ и заданного качества выполнения процесса дозирования.

Система управления дозирующим устройством выполнена на базе персонального компьютера IBM. Для связи с объектом управления используется адаптер параллельного и последовательного портов.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Деменок И.В., Голиков Р. П. (СибИМЭ)

Повышение эффективности процесса восстановления работоспособности комбайнов в поле можно обеспечить путем автоматизации этого процесса за счет оптимизации продолжительности восстановления работоспособности машины, т.е. ее регламентации.

В условиях рынка экономические отношения между производителями сельскохозяйственной продукции и сервисной ремонтной службой (СРС) должны регулироваться на основе экономической заинтересованности и ответственности этой службы за результаты деятельности товаропроизводителей. При таких условиях регламентация продолжительности восстановления работоспособности комбайнов с четкой фиксацией прав и обязанностей обеих сторон в случае отклонения ее действительного значения от регламентированного может служить одним из эффективных методов организации рассматриваемого взаимодействия.

При продолжительности восстановления работоспособности комбайнов, меньшей регламентированного значения, наблюдается сокращение потерь урожая, а, следовательно, и увеличение дохода от прибавки урожая.

В этой ситуации целесообразно пользователю услуг "поделиться" частью полученной в результате сокращения потерь прибыли с сервисным предприятием. Это будет способствовать повышению заинтересованности последнего в конечном результате труда.

Превышение фактической продолжительностью восстановления работоспособности комбайнов ее регламентированного значения приводит к нарушению агротехнических сроков и, как следствие, к дополнительным потерям урожая. Компенсация сервисным предприятием определенной части потерь будет способствовать повышению его ответственности за конечный результат.

На первый взгляд сервисное предприятие заинтересовано в увеличении регламентированной продолжительности восстановления работоспособности комбайнов. Однако ее чрезмерное увеличение приведет к потере конкурентоспособности, снижению дохода в результате сокращения количества пользователей услуг и, как следствие, к уменьшению коэффициента загрузки производ-

ственных мощностей. При сложившихся рыночных отношениях, предполагающих свободный выбор производителем продукции СПС, задача определения регламентированной продолжительности восстановления работоспособности комбайнов сводится к нахождению такого значения рассматриваемой величины, при котором доход сервисного предприятия будет максимальным.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ.

Бурченко П.Н. (ВИМ)

Разработка средств и методов автоматизации регулирования режимов работы почвообрабатывающих машин невозможна без изучения статистических характеристик взаимодействия их с почвой. Эту мысль можно выразить словами академика И.И. Артоболевского «С практической точки зрения разработка основ статистической динамики сельскохозяйственных агрегатов существенно важна для их автоматизации, дальнейшего совершенствования конструкций, повышения рабочих скоростей».

Каждый почвообрабатывающий агрегат (трактор-орудие) можно рассматривать как динамическую систему, для которой главными возмущениями являются сопротивление почвы на рабочих органах $R(t)$, изменение микрорельефа поверхности поля $h_i(t)$, где i -число входов (опоры трактора и орудия). Выходными параметрами почвообрабатывающего агрегата, как динамической системы является $a_i(t)$ - глубина хода рабочих органов которую можно выразить через дисперсию D_a т.е.

$$D_a = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_h(\omega) |W_a^h(\omega)|^2 d\omega + \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_R(\omega) |W_a^R(\omega)|^2 d\omega,$$

где S_R , S_h — спектральные плотности процессов колебаний глубины пахоты $a(t)$, неровности поверхности поля $h(t)$ и сопротивления на рабочих органах $R(t)$ а $|W_a^h|^2$; $|W_a^R|^2$ - квадраты модулей передаточных функций для выходного параметра глубины пахоты $a(t)$.

Характер входных возмущений и выходных параметров определяются по экспериментальным данным, квадраты модулей передаточных функций, отражающих конструктивные параметры агрегата задаются и позволяют определить их влияние на выходной параметр-глубину хода рабочих органов $a(t)$. Характер выходных возмущений и выходного параметра при данной передаточной функции позволяют оценить возможность автоматизации регулирования глубины обработки почвы в данных почвенных условиях.

К примеру, изменяя геометрию механизма навески, т.е. положение многовариантного центра вращения орудия (МВЦ) при возмущениях $h_1(t)$, $h_2(t)$, $h_3(t)$ мы можем получить значения квадратов модулей передаточных функций и дисперсию глубины хода рабочих органов в виде графиков, откуда можем найти значения дисперсии глубины хода рабочих органов при данном квадра-

те модуля передаточной функции, геометрии механизма навески при горизонтальной координате МЦВ(х, z) $x=1,75\text{м}$ и частоте $\omega = \frac{1}{c}$.

Для этих условий характер корреляционной функции и спектральной плотности свидетельствует о том, что колебания глубины хода рабочих органов при данной частоте находится в пределах агротехнического допуска $D_a=2-5\text{см}^2$.

Эти материалы позволяют не только создать требуемую конструкцию агрегата, но и определить условия для разработки устройств авторегулирования режимов работы.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА

Сизов О.А., Хорошенков В.К., (ВИМ)

Высокое качество обработки почвы и обеспечение максимальных энергетических затрат возможно только при оптимальном функционировании агрегата в достаточно узком для трактора и сельскохозяйственного орудия диапазоне скоростей вспашки.

При уменьшении скорости ухудшается оборот почвы, заделка растительных остатков, крошение почвы, а при увеличении скорости возрастает сопротивление плуга, а значит растут энергетические затраты.

Очевидно, что поддержание оптимальной скорости движения пахотного агрегата при изменении почвенных условий или рельефа поля прямо связано с обеспечением постоянного тягового сопротивления плуга. Достичь этого можно несколькими способами. Наиболее часто используют способы, при которых автоматически изменяется величина поперечного сечения обрабатываемого пласта почвы. При работе с тракторами, оборудованными системой САР, это достигается путем уменьшения глубины пахоты. Эффективность этого пути зависит от типа плуга. В наибольшей мере преимущества САР проявляются при работе с навесным плугом, т.к. в этом случае при осуществляемой САР коррекции на подъем (или опускание) плуга все его корпуса изменяют глубину обработки практически одновременно и на одинаковую величину.

В полунавесных плугах с задним опорным колесом, опирающихся в рабочем положении передней частью на нижние тяги навески трактора, корпуса плуга выглубляются неравномерно: передний - больше, задний - меньше. Поэтому уменьшение площади поперечного сечения пласта при изменении глубины пахоты будет меньшим и составит, как показали расчеты, только 0,6 площади, на которую уменьшается сечение пласта в навесном варианте.

В плугах с передним и задним опорными бороздными колесами поперечное сечение пласта изменяется в результате поворота (перекоса) рамы плуга относительно линии, соединяющей центры опорных колес. В этом случае при коррекции тягового сопротивления плуга носки лемехов поднимаются, а пятки опускаются относительно номинального положения.

Поскольку ось, вокруг которой поворачиваются лемеха, смещена относительно их середины к пяткам, то происходит определенное уменьшение площади поперечного сечения обрабатываемого пласта почвы. Это уменьшение,

как показывают расчеты, не превышает 0,3 части площади уменьшения пласта, получаемой в случае агрегатирования с навесным плугом. Из приведенного анализа видно, что корректировка тягового сопротивления путем уменьшения поперечного сечения обрабатываемого пласта за счет уменьшения глубины пахоты наиболее целесообразно только в навесных плуга предел уменьшения площади пласта составляет 10% у навесного плуга и значительно меньше у полунавесных конструкций.

Постоянное тяговое сопротивление, а значит, и постоянную оптимальную скорость вспашки при работе в различных почвенных условиях можно обеспечить также за счет изменения ширины захвата плуга. Достигается это, например, плоскопараллельным перемещением корпусов плуга, закрепленных на параллелограммной раме, в горизонтальной плоскости с помощью гидроцилиндра или специального упругого элемента. В этом случае при постоянной глубине обработки (что очень важно с агротехнической точки зрения) площадь поперечного сечения обрабатываемого пласта будет изменяться на величину $\Delta S = \Delta b \cdot a \cdot n$, где Δb - изменение ширины захвата одного корпуса, a - заданная глубина вспашки, n - число корпусов. При регулировании по ширине захвата независимо от типа плуга площадь поперечного сечения пласта может изменяться в более широких пределах, т.е. до 20%, без нарушения агротехнических требований и качественных показателей вспашки, т.к. допускаемые агротехнические отклонения по ширине захвата плуга составляют $\pm 10\%$. Из приведенного видно, что в полунавесных плугах поддержание постоянного типового сопротивления плуга более эффективно обеспечивать за очень корректировки ширины захвата плуга. В этом случае наилучшим решением является автоматическое изменение ширины захвата в зависимости от изменения удельного сопротивления почвы и рельефа местности.

Другими менее изученными способами поддержания постоянного тягового сопротивления плуга являются способы при которых автоматически максимально возможно устраняются нерациональные составляющие тягового сопротивления плуга, в первую очередь технологически нецелесообразные энергетические затраты на снятие почвы полевыми досками плужных корпусов. Исследованиями установлено, что затраты на трение полевых досок от стенки борозд и снятие ими почвы достигают в отдельных случаях до 30% от общего тягового сопротивления.

Основной причиной столь значительных ненужных энергетических затрат является увод последних корпусов плуга в сторону не вспаханного поля. Это не только увеличивает тяговое сопротивление плуга, но и затрудняет управление трактором. Увод корпусов (перенос плуга в горизонтальной плоскости) происходит из-за несовпадения сопротивления плуга с линией тяги трактора.

Устранить несовпадение можно путем смещения плуга в горизонтальной плоскости относительно оси симметрии трактора (или трактора относительно плуга). В существующих отечественных конструкциях плугов сделать это можно только при остановке агрегата, путем перестановки навесного (прицеп-

ного) устройства плуга, что требует значительных затрат времени и к тому же выполняется ориентировочно, и, следовательно, не обеспечивает оптимального режима работы агрегата.

Решить задачу автоматического перемещения плуга относительно оси трактора в зависимости от величины давления полевых досок на стенку борозды (изменяющийся в свою очередь от величины удельного сопротивления почвы) можно в случае присоединения плуга к трактору посредством специальной подвижной рамки (тележки), перемещаемой в направлении перпендикулярном оси трактора посредством гидроцилиндра, управляемого специальной автоматической системой, связанной с датчиком давления полевой доски последнего корпуса плуга на стенку борозды. При отклонениях этого давления от оптимальной величины (вследствие переноса плуга) автоматическая система посредством гидроцилиндра смещает плуг в нужную сторону и восстанавливает его работу в оптимальном режиме. Подвижные тележки в настоящее время применяются на некоторых образцах зарубежных оборотных плугов. В этих плугах они с помощью гидравлики устанавливаются поочередно в двух фиксированных положениях при переводе плуга из правооборачивающего в левооборачивающее положение и наоборот. Какого-либо автоматического регулирования по поддержанию оптимального агрегатирования они не имеют. Другим способом разгрузки полевых досок может быть снабжение опорного бороздного колеса плуга (например, в плугах типа ПНИ-8-40, ПТК-9-35) специальным гидроприводом (гидромотором), также связанным с датчиком на полевой доске плужного корпуса. При возрастании давления выше определенной величины гидромотор сообщает колесу поступательную скорость, превышающую поступательную скорость пахотного агрегата. В результате чего создается момент сил, стремящихся развернуть плуг в сторону вспаханного поля и тем самым разгрузить полевые доски, а значит, уменьшить непроизводительные энергетические затраты на их трение о стенки борозды, износ досок и снятие почвы. Тяговое сопротивление плуга при этом значительно уменьшается, что позволяет обеспечить оптимальный режим его работы.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЛУБИНЫ ХОДА ВЫКАПЫВАЮЩИХ ОРГАНОВ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ МАШИН

Кузьмин Б.И. (ВИМ)

Исследования проводились применительно к многорядным корнеуборочным машинам, используемым при двухфазной уборке сахарной свеклы.

Трехлетние теоретические и лабораторно-полевые исследования, проведенные в этом направлении, показали, что замена опорных копирующих колес на регулятор активного типа, при существующей технологии возделывания сахарной свеклы, эффективна при работе машин в смежных условиях уборки, когда поверхностный слой почвы обладает слабой несущей способностью или переувлажнен.

В этих условиях регулятор позволяет предотвратить чрезмерное заглубление выкапывающих органов, что приводит к ухудшению показателей рабочего процесса и отказам в работе этих машин.

При переувлажнении поверхностного слоя исключается выглубление выкапывающих органов в результате налипания почвы на рабочую поверхность копирующих колес, что в свою очередь приводит к невыкапыванию корнеплодов.

Изучение состояния свекловичного поля в период уборки свеклы показало, что улучшение качества поддержания уровня заглубления выкапывающих органов по сравнению с работой копирующих колес в обычных условиях малоэффективно, так как изменения рельефа поля в рядах свеклы и междурядьях практически не взаимосвязаны, а размерный состав корнеплодов и глубины их залегания в почве колеблется в довольно широких пределах.

Дальнейшее улучшение показателей рабочего процесса механизированной уборки сахарной свеклы в большей степени связано с улучшением технологии ее возделывания в направлении более качественной обработки и поддержания в более рыхлом состоянии поверхностного слоя почвы в зоне действия выкапывающих органов, а так же получения более стабильного размерного состава корнеплодов и глубины залегания их в почве.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ АГРЕГАТАМИ ДЛЯ ПОСЕВА ЛЬНА

Щербаков Ю.И., Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С.,
Афоница И.И. (ВИМ); Черников В.Г. (ВНИИПТИМЛ)
Голивец В.А. (ОАО "Белинсксельмаш")

Обеспечение высококачественного посева лежит в основе технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

В соответствии с условиями, необходимыми для нормального развития растений, к посеву предъявляют определенные агротехнические требования, которые должны обеспечить оптимизацию схемы посева, качество заделки семян, норму высева и т.д. Выполнение этих требований способствует наилучшему обеспечению всех растений питательными веществами, воздухом и светом. Важным агротехническим требованием является равномерное распределение растений в почве.

На образование случайных отклонений семян, при заделки их в почву, влияют детали семяпровода и сошника, условия работы сеялок. Поэтому наряду с совершенствованием высевающих узлов сеялок, влияющих на характер протекания рабочего процесса высева, важной составляющей обеспечивающей повышение качества посева, является использование в составе сеялок средств автоматизации контроля и управления их работой.

Большой выбор микропроцессорных устройств на рынке электронной техники обладающих широким спектром функциональных возможностей, наличие средств их программно-аппаратной поддержки при разработке, наладке и введении в эксплуатацию, позволяет в настоящее время создавать высокоэффективные микропроцессорные автоматические устройства.

ВИМ совместно с ВНИИПТИМЛ и ОАО "Белинсксельмаш" провели научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по автоматизации сеялок для посева льна. Проведенные исследования выявили необходимость контроля не только высева семян, но и контроля глубины заделки семян и уровня семян в бункерах.

На основании этого была разработана микропроцессорная система автоматического контроля технологического процесса высева семян льна.

В состав системы входят два блока: - блок микропроцессора; - блок коммутатора.

Блок микропроцессора обрабатывает информацию с датчиков и выдает на средства отображения сигнальную и служебную информацию механизатору по его вызову или автоматически. Блок коммутатора обеспечивает усиление и передачу сигналов от датчиков сеялки в микропроцессорное устройство.

Блок микропроцессора выполнен на базе микро-ЭВМ K1830BE31 с внешним ОЗУ емкостью 8 кбайт с независимым электропитанием, а также ПЗУ емкостью 8 кбайт. Для отладки микропроцессорного устройства в ее состав входит адаптер для подключения персонального компьютера типа IBM PC через последовательный порт LPT1. Программа отладки написана на алгоритмическом языке Q Basic.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАЗОРА «ЦИЛИНДР – НАПРАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ ЮБКИ ПОРШНЯ» В ДВИГАТЕЛЕ ТРАКТОРОВ Боровиков В.Ф. (БАТУ)

Радикальное ужесточение требований к основным показателям, особенно, экологическим, двигателей внутреннего сгорания вынуждают разработчиков обратиться к поиску новых, нетрадиционных подходов к конструкции и регулированию двигателей. Например, современные средства автоматизации могут позволить уже сегодня достаточно эффективно поддерживать минимальный и стабильный зазор между цилиндром и направляющей частью юбки поршня при работе двигателя. Эта идея защищена патентом России, авторы технического решения - к.т.н. Ч. Б. Дробышевский и к.т.н. В.Ф. Боровиков.

Понятно, что уменьшение указанного монтажного зазора и обеспечение его, приблизительно, постоянным при прогреве двигателя и при набросе нагрузки может обеспечить значительное улучшение его основных показателей. Во-первых, обеспечение быстрого принятия нагрузки двигателем является важным достоинством предложенного технического решения. Во-вторых, лучший контакт комплекта поршневых колец с внутренней поверхностью цилиндра уменьшит выбросы твердых частиц с отработавшими газами и уменьшит расход масла на угар. Будут улучшены мощностно-экономические и виброакустические показатели двигателя, надежность и долговечность цилиндропоршневой группы.

Принципиально, техническое решение состоит из датчика теплового состояния цилиндра и датчика теплового состояния поршня, датчики связаны между собой через управляющий бортовой компьютер, расходы охлаждающих сред должны регулироваться специальными устройствами в системах охлаждения ци-

линдров и поршней. Бортовой компьютер обеспечивает согласованное изменение теплового состояния цилиндра и поршня, тем самым, поддерживая, приблизительно, постоянный и минимальный указанный зазор.

Наиболее сложной проблемой является измерение текущих температур характерной зоны поршня при работе двигателя. Однако в настоящее время уже существуют технические средства, позволяющие это сделать на реальном двигателе с достаточной точностью. Например, с помощью средств, производимых и широко рекламируемых концерном «T and N».

Таким образом, принципиально, задача является вполне разрешимой, но технически выполнимой с помощью достаточно высоких технологий и после серьезных экспериментальных исследований.

В настоящее время авторами разработанного технического решения проводится расчетно-конструкторская оценка доработки реального дизеля под опытный образец для проведения эксперимента для уточнения алгоритма управления и особенностей изменения некоторых показателей дизеля при неустановившихся режимах работы.

Следует отметить, что наибольший эффект от применения этого технического решения может быть получен при одновременной реализации комплекса технических решений, например, направленных на повышение жесткости основных деталей двигателя и на сохранение их геометрии при его работе.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Гуднев В.И. (МГАУ)

Для оптимизации управления дизельным двигателем необходима система, обеспечивающая эффективную его работу в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов при допустимом уровне токсичности отработавших газов.

Одним из наиболее эффективных методов решения такой задачи является применение двухстадийной топливоподачи, причем на первой стадии подача топлива осуществляется в парообразном состоянии.

С целью повышения экономичности работы дизеля при одновременном снижении содержания оксидов азота в отработавших газах разработана методика получения аналитических зависимостей технико-экологических показателей работы ДВС от его эксплуатационных факторов (угла опережения впрыскивания топлива, скоростного и нагрузочного режима, температуры окружающей среды и т.д.)

Для существенного сокращения объема экспериментальных исследований создана аналитико-имитационная модель для прогнозирования удельного (эффективного) расхода топлива и уровня содержания оксидов азота в отработавших газах для различных дизелей.

Экспериментальные исследования подтвердили, что применение на дизелях двухстадийной топливоподачи обеспечивает на номинальных режимах их работы повышение эффективной мощности до 10 %, снижение удельного (эффективного) расхода топлива до 4 % при снижении содержания оксидов азота до 30 %.

ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МАШИННОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Михеев В.В. (ВИМ)

Существующие попытки оптимизации и автоматизации отдельных объектов или процессов в сельском хозяйстве мало влияют на конечный результат - урожайность, затраты труда, ресурсы и т.д.

Уровень знаний о закономерностях возделывания сахарной свеклы и информационные базы данных о состоянии объектов таковы, что механизатору-свекловоду и управленцам не под силу осуществить оптимальные адекватные управляющие совокупные воздействия на машинные объекты без компьютеризации и автоматизации процессов.

Поэтому уже сейчас требуется создание и освоение системы автоматизированного производства свеклы, которая могла бы оценить не только техническое состояние и контролировать эксплуатационные параметры отдельных агрегатов, но и оценить и оптимизировать все факторы производства.

Анализ факторов производства сахарной свеклы показывает, что основными из них можно считать: климатические (К), в которых основными выступают до 5 параметров; почвенные (ПЧ), соответственно до 25 параметров; географические (Г) - до 5; ландшафтные (Л) - до 20; производственные (ПП) - до 15; технологические (ТХ) - до 20; машинные (МШ) - до 30; эксплуатационные (ЭП) - до 15; экономические (ЭК) - до 30; экологические (ЭЛ) - до 10; рыночные (Р) - до 15 параметров.

Представляя факторы в виде объективного показателя (А) и в виде матрицы можно, используя процедуры решения логических схем, оптимизировать производство свеклы с применением компьютерных технологий:

$$A = \left\{ \begin{array}{l} \text{Г; ФБ; ЭП;} \\ \text{К; ПР; ЭК;} \\ \text{Л; ТХ; ЭЛ;} \\ \text{ПЧ; М; Р} \end{array} \right\} = > \text{opt}$$

Общая схема логической оптимизации отдельных факторов и процессов может быть представлена в виде структурных блоков и функциональных связей. Эти блоки должны осуществлять следующие функции: - структурную оценку факторов и количественную оценку параметров; временную выдержку и доведение параметров до требуемых значений; настройку объектов на требуемые параметры и выполнение процесса; оценку качества выполнения процесс и управляющих воздействий.

В этой постановке вопроса могут быть задействованы национальные и другие дистанционные системы сбора и обработки информации по вышеуказанным факторам, математические модели их интерпретаций на конечный результат (урожайность), экономико-математические модели технологической и технической реализации производства свеклы, системы автоматизации машинных агрегатов, технологических процессов и рыночных структур (объединений, бирж и т.п.).

Товаропроизводитель, используя такие системы, должен получать прогнозную, фактическую и скорректированную информацию (любом виде) о результатах производства свеклы, потребителях, расходе ресурсов и др., не прибегая к сложным процедурам расчетов и информпоисков, не отвлекаясь от основного процесса.

Для создания таких систем должны быть разработаны:

- общая формализованная модель системы;
- формализованные оптимизируемые передачи и их обработки;
- автоматизированные отдельные технологические процессы и машинные агрегаты;
- бортовой многофункциональный компьютер;
- программное обеспечение для пользователей.

Создаваемые системы, автоматизированные техпроцессы и машинные агрегаты должны обеспечивать:

- высокую выравненность поверхности поля с неровностями не более ± 2 см;
- качественное крошение почвы в надсеменном слое, с размером фракций до 20 мм, не менее 80%;
- прямолинейность рядков свеклы, не превышающей $\pm 2 - 3$ см на длине гона 50...150 м;
- определение оптимального срока посева;
- точную установленную норму высева семян свеклы в пределах от 4 до 10 шт. на метр с отклонениями (по длине гона и ширине захвата) не более 50%;
- равномерную заделку семян в почву на глубину 3-5 см с отклонениями не более ± 1 см;
- малую защитную зону при обработке посевов рабочими органами культиватора, не превышающую 2-3 см;
- полное уничтожение сорняков в междурядьях и защитных зонах ряда;
- равномерное распределение средств защиты растений, вносимых в дозах 0,3-5 кг/га, с отклонением не более $\pm 5\%$;
- регулируемое внесение установленных доз удобрений в зависимости от нарастания массы корнеплода, накопления в нем сахара, густоты посевов и программируемой урожайности от 350 до 500 ц/га;
- подсчет густоты посевов, расчет планируемого урожая, определение видов химобработки и сроков начала уборки корнеплодов.

Совокупное освоение новых разработок позволит возделывать свеклу с регулируемой урожайностью (350-500 ц/га) и затратами ресурсов, сократить затраты труда до 10-12 чел.ч/га и повысить эффективность производства свеклы в 2 и более раза.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ

Богоявленский В. М. (МГАУ)

Принцип действия диэлектрических сепарирующих устройств основан на воздействии неоднородным электрическим полем на ингредиенты сепарируемого материала. Для возбуждения электрического поля требуемой конфигура-

ции используется система электродов, которая в большинстве случаев выполнена в виде бифилярной обмотки.

Проведенные исследования показали, что в качестве электродов могут быть использованы серийно выпускаемые и недорогие провода с поливинилхлоридной изоляцией марки АПВ различного диаметра. В процессе работы изоляция электродов находится под воздействием неоднородного с высокой напряжённостью электрического поля. При этом её поверхность может быть загрязнена и увлажнена, а электрические свойства, например, диэлектрическая проницаемость и активная проводимость существенно зависят от температуры.

Названные факторы оказывают влияние на частичные разряды в теле изоляции, токи утечек, вызванные активной проводимостью, скользящие разряды на поверхности раздела изоляции и воздуха. На малых расстояниях от изоляции возможно возникновение коронного разряда.

Выше перечисленные явления резко искажают параметры электрического поля, что приводит к значительному изменению режима сепарации, а следовательно, к снижению качества разделения сепарируемой смеси.

В предлагаемой работе исследовано влияние внешних факторов, величин питающего напряжения и размеров электродов на параметры электрического поля в зоне сепарации. Это позволило получить комплексный интегральный параметр, учитывающий выше перечисленные факторы. На основе интегрального параметра предложена система автоматического поддержания параметров электрического поля, позволяющая стабилизировать технологический процесс диэлектрических сепарирующих устройств.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Чижигов А.Г. (ВИМ)

Объем, содержание и очередность автоматизации технологических процессов послеуборочной обработки зерна необходимо проводить с учетом действия следующих основных факторов:

- выбора перспективных технологий и технических средств;
- систематизации, обобщения и ранжирования параметров контроля и управления, обоснования их предельных значений, точности измерения и регулирования на основе статических и динамических характеристик автоматизируемых объектов;
- надежности, условий использования и оценки ожидаемого эффекта от выбранных средств, включая ручное управление, частичную и полную автоматизацию;
- универсальности и унификации средств автоматизации, обеспечения требований потребителя.

В таблице показаны основные параметры процесса и их предельные значения. В ней не приведен ряд локальных систем, нуждающихся в автоматизации, например, контроля за работой транспортеров (норий), запуска и обеспечения безопасности работы топочных устройств и другие.

Предприятия для послеуборочной обработки зерна являются сложным объектом автоматизации. Поэтому необходимо добиваться разумного компромисса между стоимостью технических средств автоматизации и ожидаемым эффектом. Но во всех случаях имеется объективная необходимость оснащения машин средствами контроля и регулирования процесса: влажности, температуры (в том числе теплоносителя автоматически), уровня. Требуется срочная разработка отечественных поточных влагомеров и расходомеров зерна.

В связи с ухудшением ситуации в стране по созданию и внедрению новой техники для сельского хозяйства наиболее вероятной является схема развития от локальных систем автоматизации отдельных процессов к автоматизации всего технологического процесса послеуборочной обработки зерна на базе программируемых микропроцессорных средств.

Перечень и предельные значения параметров, подлежащих контролю и регулированию

Параметры процесса, ранжированные по значимости	Предельные значения и точность контроля и регулирования параметров технологических процессов			
	очистка и сортирование	временное хранение, активное вентилирование, охлаждение	сушка	хранение
Влажность, %: наружного воздуха относительная материала начальная -//- текущая -//- конечная	— 10 – 40±2 -//- -//-	40 – 95±3 то же то же то же	то же то же то же 10 – 18±1	то же 10–18±1 -//- -//-
Температура, °С: наружного воздуха материала начальная -//- текущая -//- конечная	— — -//- -//-	5 – 35±2 10 – 20±2 10 – 40±2 5 – 25±2	-5 – 35±2 то же 10 – 70±3 30 – 70±3	-30 – 35±2 то же 0 – 40±2 5 – 15±2
Пропускная способность, т/ч	1 – 50±10%	—	1 – 50±10%	—
Уровень материала в емкостях, м	—	—	0,5–2±0,05	В основном верхний уровень (сигнализация)

СИНТЕЗ СВЯЗАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И ЗЕРНА ЗЕРНОСУШИЛОК ПУТЁМ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ Сидоренко Ю.А. (БАТУ)

Одним из основных требований к процессу сушки зерна в зерносушилках является поддержание температуры теплоносителя на уровне близком к максимальному допустимому для данного вида зерна, поскольку этим достигается минимальный расход топлива и максимальная производительность. В настоящее время теплоагрегаты большинства сушилок снабжены позиционными регу-

ляторами температуры. Однако при температуре теплоносителя, близкой к допустимой, всегда существует риск превышения допустимой температуры зерна, что ведет к потере его качества. Проблема может быть решена связанным регулированием температуры зерна и теплоносителя. Сезонное время эксплуатации зерносушилок мало, поэтому для обеспечения надежного экономического эффекта решение должно быть простым и дешевым. Путем моделирования на ЭВМ проверена возможность позиционного связанного регулирования температуры зерна и теплоносителя, что позволяет решить вопрос с применением минимальных дополнительных средств.

ПРОГРАММИРУЕМАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОСУШИВАНИЯ И РЕЖИМНОГО ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА МЕТОДОМ АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ

Карташевич С.М., Чеботарев В.П., Гриньков С.Г.,
Гринь В.А. (ГП "БелНИИМСХ")

В условиях республики влажность зерна, поступающего от комбайнов на ток во время уборки, превышает кондиционную (14%) и для безопасного хранения приходится почти все зерно подвергать сушке или досушиванию. Чаше всего именно сушка становится самым узким местом в уборочном конвейере.

По экспертным оценкам Белорусского НИИ земледелия и кормов при послеуборочной обработке ежегодно теряется до 500 тыс. тонн зерна из-за длительного хранения его перед сушкой, что является следствием недостаточной материально-технической базы сушки и несовершенства технических средств.

В структуре машин и оборудования для сушки зерна преобладают устаревшие, сравнительно энерго- и металлоемкие конструкции. По этой причине сушка остается наиболее ресурсоемким процессом. Проблема дальнейшего наращивания производства зерна в условиях удорожания и сокращения энергетических ресурсов требует изыскания и освоения новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и технических средств сушки и хранения зерна.

В этом плане большой интерес представляет двухстадийный способ сушки.

Однако если для первой стадии тепловой сушки зерна повышенной влажности можно успешно использовать шахтные сушилки, а также колонковые СЗК-8 и СЗК-8-1 конструкции БелНИИМСХ, то для второй стадии сушки, а точнее досушивания с последующим режимным хранением, выполняемых активным вентилированием, эффективных технических средств в республике нет.

Поэтому разработка и освоение эффективной автоматизированной установки для досушивания и режимного хранения зерна и семян методом активного вентилирования является актуальной и представляет большое народнохозяйственное значение.

Ресурсосбережение при досушивании зерна влажностью меньше 20%, а также при хранении достигается за счет использования так называемой малообъемной вентиляции, при этом процесс активного вентилирования ведется прерывисто с автоматизацией контроля и управления параметрами процесса на основе применения научно обоснованных режимов вентилирования зерна с учетом периодов безопасного хранения различных культур.

Программируемая автоматизированная система управления предназначена для автоматического контроля и регулирования процессом досушивания и режимного хранения зерна методом активного вентилирования. Система управления осуществляет: контроль технологических параметров; накопление и хранение технологических параметров; формирует сигналы управляющего воздействия на исполнительные механизмы непрерывного или периодического действия для поддержания хода технологического процесса в соответствии с заданной программой.

Система автоматического управления досушивания и хранения зерна методом активного вентилирования имеет следующий состав: пульт управления; устройство ввода-вывода; два датчика температуры (отдельно для воздуха и зерна); датчик относительной влажности воздуха.

Пульт управления представляет собой устройство, выполненное в отдельном металлическом корпусе, включающее: плату микропроцессорного контроллера; жидкокристаллический индикатор с подсветкой и управляющим контроллером; шестнадцатикнопочную клавиатуру.

Функционально, пульт управления является основным интеллектуальным ядром системы управления. Он содержит программу чтения информации с датчиков физических величин, ее обработки и обеспечивает отработку алгоритмов управления путем выдачи сигналов по каналам управления мощными нагрузками. Кроме того, пульт управления принимает команды оператора, выдаваемые им через клавиатуру пульта и выдает оператору информацию о состоянии системы, величине контролируемых параметров и принимаемых командах от оператора на жидкокристаллический индикатор. В качестве процессора использована микросхема фирмы ATMEL AT89C55, представляющая собой однокристалльную ОЭВМ с расположенной на кристалле памятью программ типа флэш объемом 20 Кбайт и оснащенную всеми средствами, характеризующими семейство ОЭВМ MCS-51 abhvs INTEL.

В качестве индикатора используется интеллектуальный знаковосинтезирующий ЖК индикатор, имеющий две строки по шестнадцать знаков и светодиодную подсветку.

В качестве часов реального времени в контроллере используется микросхема DS1994 фирмы Dallas.

Контроллер оснащен системой самоинициализации после сбоев и аварий по питанию и сетевыми адаптерами двух типов последовательных каналов междоульной связи.

Пульт оператора соединен кабелем с устройством ввода-вывода, из которого он получает несколько напряжений питания, цифровые значения контролируемых параметров и по которому он передает четыре управляющих сигнала.

Кроме того, пульт оператора оснащен разъемом для подключения персонального компьютера по интерфейсу RS-232. Этот канал предназначен для соединения локальной системы управления с верхними уровнями распределенных систем. На этот же разъем подключается второй последовательный канал междоульного обмена для обеспечения сетевого расширения системы датчиками и каналами управления.

Устройство ввода-вывода представляет собой устройство, выполненное в отдельном пластмассовом корпусе, содержащее: источник питания; устройство согласования; четыре реле управления мощными нагрузками; коммутационную панель.

Источник питания обеспечивает выдачу следующих напряжений:
+24 В; +12 В; +7 В; + 5 В; -3,3 В.

Источник питания выполнен на отдельной печатной плате.

Устройство согласования выполнено на отдельной печатной плате и содержит:

- три канала усиления сигналов с датчиков физических величин, выполненных на операционных усилителях К140УД608;
- один канал сопряжения с датчиком влажности;
- аналогово-цифровой преобразователь РСF8591 фирмы Philips четырехканальный восьмиразрядный;
- четыре ключа управления коммутационными реле.

Особенность примененного АЦП состоит в том, что результат преобразования аналоговых сигналов в цифровое значение передается в процессор по последовательному каналу связи типа 12С и по этому же каналу принимаются команды управления АЦП. Дополнительное преимущество использования этого типа АЦП – это возможность наращивания числа каналов за счет подключения до восьми микросхем таких АЦП на один последовательный канал связи.

Ключи управления коммутационными реле необходимы для усиления сигналов управления, поступающих с процессора, по току и по напряжению и выполнены на транзисторах средней мощности. Ключи управляют реле постоянного тока напряжением 24 В.

Технико-экономические показатели предложенной автоматизированной установки для досушивания и режимного хранения зерна и семян методом активного вентилирования по результатам эксплуатационных испытаний в колхозе-агрофирме “Рассвет” Смоленвичского района оказались на уровне или выше зарубежного аналога RM-25 (Германия): снижены удельные затраты труда на 0,14 чел.ч/т; прямые эксплуатационные затраты на 890 тыс. руб./т, обеспечиваются основные показатели, заложенные в ТЗ (воздухопроизводительность 25 тыс. м³/час, напор 2500 Па). Установка обеспечивает одновременную сушку 1200 т зерна колосовых культур (семян рапса – 1000 т).

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ НА ОПТИМАЛЬНЫЙ СОСТАВ МТП СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
Бершицкий Ю.И., Савенко Е.В. (ВНИПТИМЭСХ)

Располагаясь на пути перемещения южных и северо-западных циклонов, зимних холодных антициклонов, влажных и сухих воздушных масс, южные регионы России характеризуются весьма нестабильными агрометеорологическими условиями как в пределах одного года, так и по отдельным годам длительного промежутка времени наблюдений.

Каждый возможный вариант погодных условий этой зоны обуславливает принятие определенных агротехнических решений и применение определенных технологий. При разных погодных условиях технологии производства продукции сельского хозяйства существенно разнятся. А разные технологии требуют применения набора приспособленных к ним средств механизации.

В процессе проектирования производственных процессов растениеводства природные факторы обычно учитываются усредненными оценками. Это ведет к тому, что оснащенность сельскохозяйственного предприятия техникой не соответствует складывающимся агрометеорологическим условиям конкретного года, что, в свою очередь, влечет за собой невыполнение или несвоевременное выполнение механизированных работ. В результате биологические потери продукции в рассматриваемом регионе составляют от 20 до 25%.

Компромиссный состав машинно-тракторного парка, наилучшим образом отвечающий всем возможным вариантам реализации погодных условий, целесообразно разрабатывать на основе моделей сценариев этих вариантов, что требует применения системного анализа, теории систем, а также использования компьютерной техники. Такая работа ведется во ВНИПТИМЭСХ. В настоящее время отрабатываются элементы моделей, описывающих погодные ситуации конкретных периодов сельскохозяйственного года для условий юга России. Результаты моделирования предназначены для использования при оптимизации структуры и состава МТП сельхозтоваропроизводителей.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТРАКТОРОВ

Строк Д.Е., Бельчик Л.Д. (ИНДМАШ НАНБ)

Сельскохозяйственные агрегаты работают в условиях изменяющихся внешних воздействий, обусловленных многочисленными и разнообразными факторами. Это оказывает влияние на показатели технологических процессов, неравномерность загрузки машин и повышает энергетические затраты. Поэтому в настоящее время широкое применение находят системы автоматического регулирования рабочих органов тракторов, которые позволяют повысить эффективность использования агрегатов, улучшают их тяговые характеристики и эргономические показатели, а также снижают расход топлива.

При разработке указанных систем целесообразно использовать методы математического моделирования. В этом случае сложный характер физических процессов, происходящих в процессе работы агрегата, требует упрощенных описаний с помощью математических моделей, которые выявляют в достаточной мере свойства реальных объектов.

Электрогидравлическая система автоматического регулирования может быть представлена в виде соответствующей обобщенной схемы. Силовая часть привода состоит из источника энергии, исполнительного двигателя и регулирующего устройства. Управление приводом осуществляется посредством управляющего устройства. Привод содержит отрицательную обратную связь от выходного звена к управляющему устройству. Основными динамическими ха-

характеристиками электрогидравлической системы регулирования являются: быстроедействие, перерегулирование, чувствительность, точность, динамическая устойчивость, собственная частота, полоса пропускемых частот и др.

Математическое описание сложной системы управления целесообразно проводить в следующей последовательности:

- представление электрогидравлической системы регулирования в виде суммы конструктивных элементов и выбор параметров установившегося режима, действующих возмущений и неизвестных переменных, подлежащих определению;
 - составление дифференциальных уравнений, описывающих несвободное движение гидравлических элементов определенной массы.
- Составление уравнений связи между неизвестными величинами (уравнения сохранения энергии, неразрывности потока, моментов количества движения и др.):
- выбор начальных условий, определяющих положение или состояние системы непосредственно перед началом возмущения;
 - линеаризация дифференциальных и алгебраических уравнений с целью их совместного решения. При этом использование векторной формы записи упомянутых уравнений позволяет применить аппарат матричных методов, хорошо разработанный в стандартном математическом обеспечении вычислительных машин;
 - построение структурной схемы линейной модели по линеаризованным дифференциальным уравнениям;
 - определение границ динамической устойчивости с помощью известных критериев устойчивости;
 - определение собственной частоты и полосы пропускемых частот по частотным характеристикам;
 - анализ влияния различных параметров на динамические свойства объекта;
 - влияние массы, различных упругостей, коэффициентов усиления, демпфирования и других факторов на величину перерегулирования, времени разгона и времени затухания переходного процесса;
 - определение динамических параметров электрогидравлической системы по выбранному критерию.

Указанный подход позволяет на стадии проектирования с использованием ЭВМ и методов математической теории планирования эксперимента при минимальных затратах определить рациональные конструктивные параметры и параметры корректирующих звеньев в цепях обратных связей системы.

ВЫБОР АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА Жданович Ч.И., Мамонов М.И., Равино В.В. (БГПА)

Для гусеничных тракторов с бесступенчатым механизмом поворота чаще всего используется гидрообъемная передача. Целью настоящей работы является обоснование алгоритма управления поворотом гусеничного трактора с гидрообъемной передачей.

В системе рулевого управления гусеничного трактора рулевой механизм обеспечивает изменение подачи насоса в зависимости от угла поворота штурвала.

Гидравлическая система управления подачей насоса обеспечивает увеличение подачи с увеличением давления в гидролинии управления по линейному закону. С увеличением давления от минимального до предельного значения величина подачи насоса увеличивается от нуля до максимума. Достоинством линейного закона изменения параметра регулирования является то, что угловое ускорение поворота трактора остается постоянным.

Для увеличения быстродействия системы управления и улучшения точности управления необходимо, чтобы ускорение на больших радиусах поворота увеличивалось, а на малых уменьшалось, т.е. система управления должна обеспечивать нелинейное изменение параметра регулирования подачей насоса при линейном изменении положения штурвала. При малых углах поворота штурвала параметр регулирования подачей насоса должны изменяться на значительно большую величину чем на больших углах поворота. Введение такой нелинейности в систему управления позволяет повысить быстродействие системы управления на больших радиусах поворота и обеспечить высокую точность управления на малых радиусах поворота.

Необходимо отметить и тот факт, что наличие в гидромашинах объемных потерь на утечку рабочей жидкости приводит к расширению зоны нечувствительности системы при малых значениях величины подачи. Так установлено, что при параметре регулирования насоса меньше 0,2 параметры поворота трактора (радиус поворота и угловая скорость) изменяются в два и более раз. При параметре регулирования насоса равным 0,1 поворот трактора отсутствует (радиус поворота стремится к бесконечности, а угловая скорость - к нулю). Т.е. зона нечувствительности системы поворота расширяется до значения параметра регулирования насоса равного 0,1.

Проведенные теоретические исследования показали, что наиболее приемлемым законом изменения параметра регулирования насоса является закон близкий по характеру кривизны к экспоненциальному. Т.е. при малых углах поворота штурвала параметр регулирования насоса будет изменяться значительно, т.е. снижается зона нечувствительности системы управления.

Проведенные исследования позволили предложить наиболее рациональный закон изменения параметра регулирования насоса в зависимости от угла поворота штурвала. Также была предложена возможная конструктивная схема механизма, обеспечивающая заданный закон управления.

ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТЫ И СИГНАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОКУЛЬТИВАТОРОВ

Ляпин В.Г. (НГАУ)

Использование электрической энергии для борьбы с сорной растительностью приводит к расширению круга лиц, связанных с оборудованием электро-технологических культиваторов. При электрокультивации неизбежно воздействие электрического тока на растения, почву и человека в целом, поэтому необ-

ходимо иметь достоверные сведения обо всем комплексе электрических свойств объекта воздействия и владеть информацией о взаимодействии электрического поля с биообъектом, т. е.: получать информацию об электрической энергии, необходимой и достаточной для угнетения различных видов сорняков; иметь сведения о процессе разрушения физиологически чувствительных к электрическому току тканей сорняков; иметь систему защиты дорогостоящих и наименее надежных узлов электрокультиватора; иметь техническую систему, предотвращающую электротравматизм обслуживающего персонала.

Одним из основных узлов электрокультиваторов является блок управления, защиты и сигнализации, служащий для управления, регулирования, контроля, защиты отдельных узлов и обеспечения безопасности обслуживающего персонала при работе с ними. Блок должен обеспечивать: контроль температуры генератора и отключение его при перегреве; информацию о температурных режимах преобразователей (стековая память) и отключение перегретых блоков с одновременной сигнализацией; информацию о действующих токах между электродами; контроль напряжения генератора; информацию о напряжении между электродами; контроль частоты тока; контроль потенциала на корпусе электрокультиватора и отключение электросилового оборудования при отклонении нейтрали от средней точки; контроль шагового напряжения вблизи электродной системы.

Электрокультиватор должен укомплектовываться системой обнаружения человека или животного, оказавшихся вблизи электродной системы. Высокая степень информации, выдаваемой блоком контроля и техническая система защиты людей от электротравматизма связаны с необычными проблемами, касающимися технологии электрокультивации.

Достаточно сложными с точки зрения конструирования и эксплуатации являются системы преобразования и ограничения тока с электронными пускорегулирующими аппаратами (ПРА). Так как источниками питания большинства электрокультиваторов являются трехфазные генераторы, то в электронных ПРА напряжение от источника питания должно достигать выпрямителя через фильтрационные дроссели и блокировочные конденсаторы. Далее выпрямленное напряжение в резонансном контуре превращается в переменное напряжение повышенной частоты - до 10 кГц, а два электронных компонента служат переключателями положительных и отрицательных полуволн. Электронная защита включает ПРА, если электродная система электрокультиватора неисправна.

О ТЕНДЕНЦИИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОДРЕССОРЫВАНИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ С.-Х. КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ Волошин Ю.Л. (НАТИ)

Анализ развития зарубежного тракторостроения показал, что за последние 10-15 лет произошел резкий рост транспортных скоростей движения сельскохозяйственных универсальных, универсально-пропашных, пахотных и общего назначения колесных тракторов схем 4К4а и 4К2 до 45...50 км/ч, а интегральных (системных) схемы 4К4б до 50...90 км/ч.

В связи с этим, а также необходимостью обеспечения требований эргономики, надежности конструкций, экологии (снижения уплотняющего воздействия на почву) и других эксплуатационных качеств тракторов установилась тенденция прогрессивного поддрессоривания передних мостов сельскохозяйственных тракторов, а для интегральных тракторов – передних и задних мостов.

За период 1984 – 1999 гг. проанализировано развитие (тенденция применения) средств поддрессоривания (СП) на создаваемых и выпускаемых производством новых моделях зарубежных с.х. колесных тракторов с не ведущим передним мостом схемы 4К2 и с обоими ведущими мостами (схем 4К4а и 4К4б).

В 1984 г. практически все полноприводные тракторы не имели средств поддрессоривания остова. Со второй половины 80-х годов и в 90-е годы началось интенсивное развитие и производство прогрессивных СП и их применение на с.х. тракторах различных конструктивных схем.

В период с 1988 по 1995 годы применение СП на новых моделях тракторов составило 24 – 35 % от общего количества новых моделей, в том числе с поддрессориванием переднего и заднего мостов в среднем 6 %. В 1996 г. применение СП составило 46 %, из них 6 % на обоих мостах тракторов.

В 1997 г. суммарно производство новых моделей зарубежных с.х. колесных тракторов составило 17,2% (93 модели) с поддрессоренным передним мостом от общего количества, 6,1% (33 модели) с поддрессориванием переднего и заднего мостов, одна модель – с поддрессориванием только заднего моста и общее количество моделей с поддрессориванием переднего, заднего и обоих мостов - 23 % (127 моделей тракторов). По данным 1998 – 1999 г.г. применение СП продолжает расширяться на новые модели тракторов различных фирм.

В настоящее время созданы различные конструкции СП активного типа для ведущих мостов с.х. тракторов, большинство из которых являются автоматически регулируемые гидروпневматического (РГП) типа с противодавлением.

Например, фирма Fendt имеет три конструкции РГП СП передних мостов – для тракторов схемы 4К4а и схемы 4К4б.

Собственные конструкции РГП СП имеют фирмы Deutz-Fahr (передний мост), JCB (задний мост); фирмы Case/Steyr и Landini устанавливают передние мосты с РГП СП специализированного производства фирмы Carraro, а фирмы J.Deere и New Holland применяют передние мосты с РГП СП конструктивного ряда APL 2000 производства фирм Zahnradfabric и Sige.

С 1999 г. фирмы Massey-Ferguson, Same, Renault должны представить на рынок тракторы с СП переднего моста собственной конструкции.

Фирма Valtra-Valmet-Traktoren производит новую серию тракторов с передней регулируемой пневматической СП с РКО и ГА.

Одной из основных конструктивных особенностей созданных активных СП является применение электронно-гидравлических (пневматических) систем автоматического управления (регулирования) – САУ или САР постоянного положения уровня остова (рамы) по высоте, блокировки (выключения) СП при технологической необходимости в процессе работы с погрузчиком, навесными орудиями и др., изменения дорожного (агротехнического) просвета (клиренса) для улучшения проходимости или исключения повреждаемости растений при

их обработке и др., а также стабилизации движения при включенной подвеске в любых условиях работы трактора.

В 80-е годы в результате совместной работы фирм Fendt и Bosch появилась электронно-гидравлическая САУ (САР) положений остова и навесной системы, позволяющая осуществлять суммирование сигналов положений и вибраций объектов, которая впервые в 1989 г. была внедрена на тракторах Fendt. После успешной апробации этой системы ее стали применять и другие фирмы-изготовители, например фирма Deutz-Fahr на тракторах серии Agrottron.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЗИРОВАНИЯ ПРИ РАСФАСОВКЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В МАЛООБЪЕМНУЮ МЯГКУЮ ТАРУ Тафинцев В.К., Черевиков В.Д. (ВНИПТИХИМ)

Практика применения минеральных удобрений для повышения плодородия почв и получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур показывает, что в условиях рыночных отношений существования различных форм хозяйствования и агрохимического сервиса в развитых странах сельскохозяйственным таропроизводителем поставляется более 40% средств химизации в мягкой таре различной емкости (0,1...1500 кг). Это объясняется высокой эффективностью технологий доставки, хранения, подготовки к внесению, реализации и применения удобрений с использованием такой тары.

Вместе с тем, объемы поставок сельскому хозяйству РФ минеральных удобрений в мягкой таре в настоящее время составляют около 4%. Низкий уровень объема поставок удобрений в мягкой таре обуславливается многими причинами, главными из которых являются очень ограниченный диапазон по емкости используемой в нашей стране мягкой тары (50, 500 и 1000 кг), и отсутствие надежного и простого по конструкции и эксплуатации отечественного специализированного технологического оборудования для упаковки (расфасовки) в мягкую тару различной вместимости и, в первую очередь, малообъемную (0,1... 50 кг).

Во ВНИПТИХИМ разработаны исходные (агротехнические) требования к установке для расфасовки удобрений в малообъемную мягкую тару, конструктивно-функциональная схема установки, дозирующее устройство. Для обеспечения технологических требований затаривания сыпучих минеральных удобрений в мелкообъемную мягкую тару целесообразно применять весовой дозатор.

Для управления процессом дозирования и упаковки удобрений разработана функциональная схема автоматизированной системы регулирования и контроля процесса дозирования.

Точность дозирования от 2,0 до 1,25%. Герметизация заполненной удобрениями мягкой тары осуществляется клипсатором с электронагревательными элементами.

Весь процесс дозирования, расфасовки и упаковки осуществляется с пульта управления установки, который выполнен в блочном исполнении.

Разработано ТЗ и КД на изготовление макетного образца установки для расфасовки минеральных удобрений, который будет использован для отработки технологических и конструктивных параметров дозирования.

Уменьшение поставок сельскому хозяйству минеральных удобрений связанное с высокой их стоимостью и продажей за рубеж приводит к резкому снижению сельскохозяйственных культур, потери продовольственной независимости страны. В сложившихся условиях развития агропромышленного комплекса вопросы рационального применения удобрений приобретают первостепенное значение. Задача состоит в том, чтобы, во-первых, удобрения необходимо вносить адресно, в корнеобитаемый слой почвы, реализуя девиз: «кормить растения, а не сорняки», во-вторых, с целью выравнивания плодородия почвы в соответствии с картограммой поля питательные вещества (азот, фосфор и калий, а при необходимости и микроэлементы) вносить на обедненные участки поля какое-либо одно или несколько питательных веществ, т.е. осуществлять выборочное внесение удобрений, или, как называют многие специалисты, дифференцированное внесение.

Для реализации рациональных приемов внесения удобрений необходимы технические средства механизации, а при их отсутствии - модернизация известных машин или разработка новых.

Во ВНИПТИХИМе разработаны агротехнические (исходные) требования к машине для дифференцированной поверхностной и внутрипочвенной подкормки озимых зерновых культур на основе почвенно-растительной диагностики, конструктивно-функциональная схема комбинированной машины, дозирующе-высевающие и тукозаделывающие рабочие органы, обеспечивающие поверхностное и внутрипочвенное внесение подкормочной и основной доз минеральных удобрений с неравномерностью высева 8-10%, минимальным повреждением культурных растений при их подкормке.

Для управления процессом дозирования и распределения удобрений при подкормке разработана функциональная схема автоматизированной системы регулирования и контроля их подачи по рабочим каналам и выбраны ее элементы. В качестве регулируемого параметра выбрана массовая подача материала из туковой емкости, но каналам, а регулирующего воздействия - изменение проходного сечения выходных окон, частота вращения и рабочая длина катушек высевающего аппарата (дозировющего рабочего органа). Датчиком измерения подачи (расхода) удобрений является весоизмеритель с тензометрическим чувствительным элементом, как наиболее отвечающий предъявляемым требованиям по диапазону (40-200 кг/га) и точности ($\pm 5,0\%$) дозирования. Регулирование степени открытия клапанов выходных окон и частоты вращения катушек производится исполнительными механизмами, роль которых выполняют безинерционные двигатели с постоянной и переменной скоростями вращения и требуемым быстродействием.

Управляет системой микропроцессорный контроллер серии Intel. Контроллер включает в себя центральный процессор со встроенным ПЗУ, внешнее запоминающее устройство (ЗУ), интерфейс связи контроллера с весоизмери-

тельными тензорезисторными и другими датчиками, измерительные схемы и схему стабилизации питания процессора, а также клавиатуру, светодиоды и жидкокристаллический матричный дисплей.

Интерфейс контроллера позволяет подключать до 16 входных каналов. Разработанная версия программного обеспечения осуществляет прием, обработку и отображение измеряемой информации, управления работой дозирующе-распределяющих устройств при дифференцированном внесении минеральных удобрений в соответствии с электронной картой поля.

Матричный ЖК-дисплей обеспечивает вывод текстовой и цифровой информации. Информация может быть диагностической (отображать состояние работоспособности дозирующих устройств, несоизмерительных датчиков и др.) и измеряемой - с отображением количества и доз вносимых удобрений.

На основе выполненных исследований разработано техническое задание на изготовление макетного образца комбинированной машины для дифференцированной подкормки озимых зерновых культур с автоматизацией процессов дозирования и распределения, минеральных удобрений, которое передано ОАО «Завод Белинсксельмаш».

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО СОГЛАСОВАНИЯ РАСХОДА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ПЕСТИЦИДОВ СО СКОРОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ Степук Л.Я., Гапанович Н.Д. (ГП "БелНИИМСХ")

Опытный образец устройства разработан и изготовлен ГП "БелНИИМСХ". Устройство предназначено для установки и стабильного поддержания заданной погектарной нормы расхода рабочей жидкости, индикации и регистрации фактической нормы вылива, скорости движения опрыскивателя, пройденного пути и подсчета обработанной площади. Согласно ТЗ оно может применяться на прицепных и навесных штанговых опрыскивателях типа ОП-2000М, ОПШ-15М и ОМ-630-2, оборудованных распылителями с обратным сливом.

Устройство состоит из блока управления, исполнительного механизма, датчика скорости, соединительных электрических проводов с разъемами, трубопроводной арматуры и крепежных деталей.

Датчик скорости и исполнительный механизм монтируются на опрыскивателе, а блок управления - в кабине трактора.

Датчик скорости представляет собой индукционную катушку, надетую на магнитопровод, около которой расположен перфорированный стальной диск с 12 отверстиями, который вращаясь меняет магнитное сопротивление катушки, что регистрируется специальным устройством и преобразуется в электрические импульсы, частота которых пропорциональна скорости движения опрыскивателя. Катушка и перфорированный диск смонтированы на дополнительном колесе, которое установлено на раме опрыскивателя и приводится в движение посредством контакта с опорно-ходовым колесом опрыскивателя. Диапазон измеряемых скоростей датчиком находится в пределах 0,1...99,9 км/ч, а дискретность измеряемой скорости составляет 0,1 км/ч.

Подсчет пройденного пути осуществляется счетчиком, входящим в состав блока управления. Диапазон измерения пройденного пути - в пределах 0...99,9 км, а дискретность измерения - 0,1 км.

Исполнительный механизм предназначен для установки и поддержания требуемой нормы вылива рабочей жидкости. Он состоит из корпуса, механизма привода и клапанного механизма. Механизм привода включает в себя электродвигатель, управляющий положением клапана регулятора, а также систему датчиков, определяющих соответствующее положение клапана. Для определения положения клапана в исполнительном механизме имеется фотоэлектрический датчик оборотов исполнительного устройства. Смонтирован исполнительный механизм на сливной магистрали опрыскивателя, что позволяет, уменьшая или увеличивая проходное сечение клапана сливной магистрали, устанавливать и поддерживать заданный погектарный расход рабочей жидкости в пределах 100...400 л.

Блок управления преобразует информацию датчиков в цифровые сигналы, поступающие на цифровое табло, а также осуществляет управление исполнительным механизмом.

Питание устройства - от электрооборудования трактора напряжением постоянного тока 12В, потребляемая мощность - не более 40 Вт.

Технологический процесс выполняемый опрыскивателем ОПШ-15М с устройством осуществляется следующим образом.

1. Настройка устройства на режим работы: проверяется правильность и надежность соединения между узлами устройства и с бортовой сетью трактора; переводится тумблер питания в положение "Вкл."; потенциометр давления на электронном блоке устанавливается в положение, соответствующее давлению в нагнетательной магистрали опрыскивателя; устанавливается потенциометр расхода на деление заданной нормы вылива рабочей жидкости (от 100 до 400 л/час).

2. Выполнение технологического процесса: заправить опрыскиватель рабочей жидкостью пестицида, определить оптимальную скорость движения агрегата по полю в зависимости от макро-и микрорельефа почвы, въехать в загон, нажатием одной из кнопок режима работы выбрать соответствующий режим работы блока управления, включить рабочую передачу и ВОМ трактора и начать обработку поля.

При включенном опрыскивателе (на разворотах агрегата и переездах с одного поля на другое) трактористу необходимо нажимать на кнопку "Пауза" в случае, если это не происходит автоматически при включении и выключении опрыскивателя.

По окончании работы снять показания счетчиков пройденного пути и отключить электронный блок от бортовой сети опрыскивателя.

Устройство, смонтированное на опрыскивателе ОПШ-15М производства ОАО "Мекосан", проходило приемочные испытания на Белорусской МИС в 1998 г. Испытания проводились на опрыскивании ржи в колхозе "Светоч" Червенского района Минской обл.

БелМИС отмечает следующие достоинства устройства (Протокол № 104-98).

1. Использование устройства на опрыскивателях ОПШ-15М обеспечивает более качественное внесение рабочих растворов пестицидов с соблюдением заданной нормы вылива при изменении рабочей скорости движения агрегата, что невозможно при работе обычных серийных опрыскивателей.

2. Применение устройства позволяет исключить влияние субъективного фактора (квалификация механизатора) на качество выполнения технологического процесса.

БелМИС рекомендует изготовить опытную партию устройств для оснащения ими опрыскивателей ОПШ-15М, оборудованных коммуникацией и распылителями с обратным сливом и доработать устройство применительно к серийным опрыскивателям.

УСТРОЙСТВО СОГЛАСОВАНИЯ РАБОТЫ ДВУХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ОБЪЕМНЫХ ДОЗАТОРОВ МАШИНЫ МТТ-4Ш

Степук Л.Я., Лях С.И. (ГП "БелНИИМСХ")

Прицепная штанговая машина МТТ-4Ш для внесения азотных и калийно-фосфорных гранулированных удобрений состоит из транспортного полуприцепа с двумя цепочно-прутковыми транспортерами, приемного бункера и высевающих штанговых рабочих органов, каждый из которых выполнен в виде замкнутого трубчатого контура (по типу РШУ-12).

Технологический процесс внесения удобрений заключается в следующем. Удобрения, находящиеся в кузове полуприцепа, цепочно-прутковыми транспортерами подаются через дозирующий борт с шиберными заслонками в приемный бункер, где двумя шнековыми питателями транспортируются к выгрузным отверстиям, расположенным в середине последнего. Далее через эти отверстия удобрения попадают в загрузочные горловины штанговых рабочих органов. Удобрения, попавшие в штанги, захватываются цепочно-штанговыми транспортерами и перемещаются по трубе к дозирующим отверстиям, через которые просыпаются на поверхность поля.

В связи с тем, что производительность двух последовательно работающих дозирующих устройств (шиберные дозаторы и дозирующие отверстия штанг) установить одинаковой практически не представляется возможным, требуется установка датчика уровня удобрений в приемном бункере.

Его назначение - при заполнении приемного бункера до определенной высоты подать сигнал на электромагнитный клапан, который отключает гидропривод цепочно-прутковых транспортеров. В результате этого прекращается подача удобрений. При снижении уровня удобрений датчик отключает электромагнитный клапан и включает гидропривод. Подача удобрений в приемный бункер возобновляется.

Наиболее целесообразно в данном случае применить устройство для контроля уровня сыпучих материалов по авторскому свидетельству СССР на изобретение № 1597574 БИ № 37 от 07.10.90 г. (Авторы Степук Л.Я., Хруцкий В.И. и др.).

Датчик уровня удобрений состоит из: электродвигателя с редуктором, установленного в бункере с возможностью поворота вокруг оси на определенный

угол и на ведомом валу которого установлены лопадки. Удерживает двигатель от поворота пружина кручения.

При достижении уровня удобрений в приемном бункере определенной высоты сопротивление вращению лопаток достигает критической величины, они останавливаются. Электродвигатель, преодолевая сопротивление пружины, поворачивается, контакты замыкаются и подается сигнал на электромагнитный клапан, который отключает гидропривод цепочно-прутковых транспортеров. При снижении уровня удобрений лопадки снова начинают вращаться, пружина возвращает электродвигатель с редуктором в исходное положение, контакты размыкаются, отключается электромагнитный клапан, включая гидропривод транспортеров.

Питание датчика уровня удобрений осуществляется от электросистемы трактора. Напряжение питания - 12В.

Нами выполнены исследования по обоснованию основных конструктивных и режимных параметров устройства. Изготовлен экспериментальный образец и приведены его исследовательские испытания в составе машины МТТ-4Ш.

Испытания машины МТТ-4Ш подтвердили работоспособность устройства.

Датчик позволяет поддерживать постоянный уровень удобрений в приемном бункере, обеспечивая работоспособность двух последовательно установленных дозаторов, а, следовательно работоспособность машины МТТ-4Ш в целом.

К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ НОРМ ВНЕСЕНИЯ

Шеповалова Л.Н. (МГАУ)

Целью топоадаптивных систем автоматического управления режимами работы агрегатов внесения удобрений, семян, средств защиты растений является обеспечение зависимости уровня внесения от особенностей места поля, на котором в данный момент времени находится агрегат. Их основу составляют регуляторы соотношения расхода материала и скорости движения агрегата, сопряженные с блоком автоматического изменения задания нормы внесения в функции координат агрегата на поле.

Результирующая ошибка топоадаптивных систем автоматического регулирования переменных норм внесения представляет сумму двух слагаемых, обусловленных действием внешних возмущений и изменениями задания.

Функция изменения задания имеет ступенчатый вид. При оценке качества регулирования переменных норм внесения можно исходить из того, что плотность вероятности ступенек подчиняется нормальному закону, а длительность ступенек показательному. Высота и длительность ступенек взаимнезависимы.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДОЗИРОВАНИЯ НОРМ РАСХОДОВ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ МАШИН

Полежаев А.А., Викторов А.И. (ВИСХОМ)

В последние годы в сельском хозяйстве многих стран мира для внесения жидких комплексных удобрений и средств защиты растений (СЗР) используют

ся автоматизированные опрыскиватели, установленные на мобильных машинах. Не автоматизированные опрыскиватели практически не используются из-за высокой погрешности дозирования, которая может явиться причиной отсутствия благоприятного эффекта от внесения удобрений или окажет неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Это особенно важно в настоящее время, когда неблагоприятная ситуация в экономике требует экономии достаточно дорогостоящих химикатов. Кроме того, правильное дозирование СЗР необходимо для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, борьбы с вредителями и сохранения экологии.

В нашей стране разработан ряд АСУ ТП дозирования жидкокристаллических удобрений и пестицидов, одной из самых совершенных является система «САУРЖ - 2», разработанная в ОАО «ВИСХОМ».

К сожалению, существующие системы не учитывают динамическую погрешность дозирования, вызванную изменением скорости движения опрыскивателя и его рабочих параметров (из-за технических особенностей машин) на всех этапах её движения и поэтому в настоящее время не удовлетворяют существующим потребностям.

Нами были рассмотрены основные существующие автоматизированные системы дозирования, выявлены наиболее удачные решения и учтены их недостатки, проведены теоретические исследования параметров опрыскивателей и погрешностей, влияющих на процесс дозирования в динамическом режиме работы машин, на базе этого была разработана математическая модель упреждающей коррекции динамических погрешностей, рассмотрена возможность создания гибкой микропроцессорной АСУ ТП, разработаны цифровые алгоритмы и рассмотрены вопросы применения цифровой техники.

Создан цифровой алгоритм упреждающей коррекции динамических погрешностей и разработана электронная модель системы.

На основе электронной модели и разработанных алгоритмов создана система автоматического управления «САУРЖ-3», учитывающая динамические погрешности дозирования растворов.

Она состоит из: - штанга с распылителями; - датчика расхода жидкости; - насоса; - силового привода; - фильтра; - бака; - регулирующего органа; - исполнительного механизма; - блока управления; - блока коррекции динамических погрешностей дозирования; - датчика скорости движения.

Принцип работы системы состоит в следующем. В системе измеряется давление в штанге опрыскивателя и скорость движения машины. Преобразователь давления установлен недалеко от штанги в напорной магистрали. Давление в гидросистеме преобразуется в микропроцессорном блоке управления в электронный импульсный сигнал, частота которого связана с давлением в штанге. В блоке управления величина скорости машины преобразуется в электрический импульсный сигнал. В блоке управления с помощью блока коррекции динамических погрешностей формируется управляющий сигнал, это позволяет точнее дозировать растворы с учётом возникающих динамических погрешностей. Исполнительный механизм преобразует электрический сигнал в пропорциональную измененную величину расхода рабочей жидкости посредством асинхрон-

ного двигателя, установленного в переливной магистрали. Встроенный в исполнительный механизм узел управления асинхронным двигателем позволяет формировать управляющий сигнал в двоичном коде. В системе «САУРЖ-3» оператор контролирует протекание техпроцесса на табло индикации и задает режим работы с пульта.

Проведенное нами теоретические исследования и эксперимент позволили создать автоматизированные опрыскиватели, оснащенные системой «САУРЖ-3» с погрешностью дозирования не более 2 %.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ МТА

Утенков Г.Л., Добролюбов И.П. (СибИМЭ)

Точность и энергопотребление являются одними из важнейших качеств функционирования систем автоматического управления скоростным и нагрузочным режимами (САУР) работы МТА. Показатели, отражающие эти качества, выбираются обычно исходя из опытных данных и далеки от оптимальных.

Для разработанной на базе микропроцессорной техники САУР, которая принадлежит к классу адаптивных систем с программным позиционным управлением на входе и содержит три контура автоматического управления топливоподачей, переключением передач и гидронавесной системой, рассмотрена оптимизационная задача выбора параметров САУР и управляющего устройства (УУ). В качестве критерия оптимизации использован интегральный критерий минимизации взвешенной суммы квадратического отклонения ошибки позиционного управления и энергии управления. Зона позиционирования задается в виде прямоугольника на скоростной характеристике мощности ДВС. Границы этой зоны устанавливаются априорно на основе опытных данных.

Разработанная САУР устанавливается на энергонасыщенных МТА с ДВС, форсированными газотурбонаддувом. Поэтому показателем нагрузки выбрано давление наддува (может использоваться также частота вращения ротора турбокомпрессора).

При решении оптимизационной задачи принималось, что в динамике МТА, как достаточно инерционную систему, можно представить апериодическим звеном первого порядка. Используя операции факторизации и расщепления, получили зависимости для реализуемых оптимальных амплитудно-частотной и импульсной характеристик (АЧХ и ИХ) замкнутой САУР, а также для управляющего устройства. Эти зависимости получены как для АЧХ и ИХ по задающему воздействию, так и для АЧХ и ИХ возмущающему воздействию. В качестве задающего воздействия рассматривается процесс плавного входа агрегата в зону позиционирования и выхода из нее, а в качестве возмущающего – изменение тягового сопротивления, которое отражается в изменении параметра нагрузки.

В этом случае ошибка позиционного управления представляет собой разность между параметром задающего воздействия и суммой значений двух случайных процессов. Один из них – нормальный случайный процесс – характеризует обычные черноземные почвы, другой – импульсная случайная последовательность – пятнистые почвы.

В реальной САУР быстроедействие управляющего устройства по задающему воздействию подбирается для конкретного агрегата, а затем в процессе управления остается неизменным. Поэтому варьированию подлежат только коэффициенты усиления САУР и УУ. Показано, что оптимальные АЧХ и ИХ замкнутой САУР по возмущению соответствуют реальному апериодическому звену первого порядка с параметрами (коэффициентом усиления и постоянной времени), зависящими от параметров агрегата и тягового сопротивления. Структуру оптимального УУ можно представить в виде последовательно соединенных пропорционального звена, апериодического звена первого порядка и реального дифференцирующего звена (т.е. в виде ПИД-регулятора). Подставляя в полученные формулы для АЧХ и ИХ конкретные значения параметров реального МТА, зоны позиционирования и статистические параметры тягового сопротивления, можно определить оптимальные АЧХ и ИХ САУР и УУ, которые позволяют получить минимальные значения ошибки и энергии управления.

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В РАСТЕНИЕВОДЧЕСКИХ СИСТЕМАХ Королев В.А.(ГНУ ВИЭСХ)

Автоматизированные растениеводческие системы (АРС), например, мостовые агрегаты, комплексы «Стационар» и т.д. объединяют большое количество устройств, оснащенных электроприводом (ЭП). Следует отметить большое разнообразие ЭП, которые применяются в ЭРС: по мощности - от 0,7 до 160 кВт; по синхронной частоте вращения - 750, 1000, 1500, 3000 об/мин; по характеру нагрузочных характеристик - крановая, тяговая, вентиляторная, специальная; по требованиям к качеству переходных процессов (ограничение пусковых токов, отработка заданных законов движения координат и др.); по частоте включений; по требованиям к регулированию: с дискретным или плавным регулированием, нерегулируемые; по виду движения исполнительного двигателя; по конструктивным и другим признакам.

Результаты хозяйственных испытаний действующих АРС (различные виды мостовых агрегатов: тепличного цеха для выращивания рассады; открытого грунта для выращивания картофеля, на базе дождевальной машины «Кубань-Э»; различные структуры комплексов «Стационар») показывают, что технико-экономические характеристики АРС могут быть значительно повышены за счет изменения частоты вращения отдельных рабочих машин. Многие ЭП в АРС постоянно работают в динамических режимах пуска и торможения, изменения нагрузки. Мощность отдельных двигателей в АРС достигает 160 кВт, что соизмеримо с пропускной способностью питающих линий. Наибольшие динамические нагрузки при жестких требованиях к качеству процессов (ограничение ускорения при начале и окончании движения агрегата, точности его остановки и скорости движения) возникают в электроприводах передвижения опор мостового агрегата. Изменения нагрузки и пусковые режимы двигателя влияют на напряжение всех потребителей, питающихся от той же линии, и при превышении допустимых зна-

чений могут нарушить нормальную работу АРС. Указанные недостатки могут быть устранены применением в АРС регулируемых ЭП.

При определении критерия качества управления ЭП отдельных элементов АРС принимаем, что достижение высоких значений основных характеристик (производительность, качество продукции и т.д.) осуществляется главным образом за счет выбора типа и усовершенствования конструкции рабочих машин. Управление ЭП отдельных рабочих машин должны обеспечивать оптимальную работу машин, выполнение локальных технических требований предъявляемых к этим машинам, в частности, переход на новые режимы, работу при меняющейся частоте вращения. В связи с этим наиболее часто регулирование ЭП в АРС должно осуществляться по критерию минимума потерь продукции и затрат электроэнергии, иногда с наложением ограничений на движения фазовых координат или реализацией определенных законов их изменения. Для отдельных механизмов, например, механизмов перемещения мостовых агрегатов, позиционирования рабочих органов АРС важным требованием может является быстроедействие при ограничении на законы движения фазовых координат (для сокращения перегрузок от инерции движения больших масс и обеспечения точной установки рабочих органов), а также на затраты энергии.

Структура электрической части АРС, как многоуровневого объекта управления, может быть организована по модульному принципу, что позволит выбрать конкретный комплект модулей (двигателей, блоков защиты, регуляторов напряжения, частоты, блоков управления и т. д.) в зависимости от характеристик объекта, как простых, так и сложных систем управления оборудованием с решением задач оптимизации режимов. Данный принцип организации структуры электрической части АРС использован при построении ее математической модели и программы расчетов. Математическая модель электрической части АРС представляет собой системы дифференциальных уравнений ЭП, согласованные между собой коэффициентами связи, элементами логики переключений и устанавливает взаимосвязь параметров элементов комплекса, параметров режима, параметров возмущений, алгоритмов и констант управления. Рассматриваемые зависимости при конкретизации элементов электрической части АРС, выборе законов управления, а также задании соответствующих начальных условий описывают любой процесс, происходящий в системе. Для решения уравнений электрической части АРС, получения законов оптимального управления ЭП использованы методы вариационного исчисления и теории оптимального управления.

Базовыми системами для ЭП на основе асинхронных двигателей общепромышленных серий могут быть системы с тиристорными преобразователями частоты либо напряжения. Системы первого типа экономически целесообразны для установок, требующих сравнительно точного воспроизведения координат заданного движения, при постоянном моменте на валу во всем диапазоне регулирования. Комплектные ЭП с регуляторами напряжения также хорошо адаптируемы к многообразию условий работы сельскохозяйственных объектов. При испытаниях ЭП применялись полученные в работе алгоритмы управления. Силовая часть преобразователя выполнена на основе тиристорно-контакторного гибрида, со-

стоящего из трех пар встречно-параллельных управляемых тиристоров, включенных по трехфазной мостовой схеме, и малогабаритного мощного силового контактора. Схема согласования обеспечивает работу СК в установившихся режимах, исключает переходные процессы пуска и отключения нагрузки посредством контактора. Информационно-управляющую часть можно построить на любой элементной базе, в том числе (в зависимости от условий эксплуатации) на дискретных микросхемах средней степени интеграции. В данном устройстве сочетание тиристорных и релейно-контакторных средств управления, помимо объединения преимуществ обоих устройств позволяет уменьшить габаритные размеры контактора или тиристорного устройства в зависимости от характера нагрузки, гарантировать гармонический состав питания двигателя при полной нагрузке. Разделение силовой и информационно-управляющей частей преобразователя дает возможность независимо изменять исполнение силовой части по мощности и по характеру режима работы, изменяя состав и число функциональных блоков управления. Результаты испытаний показали: токоограничение обеспечивает пуск двигателя от сетей ограниченной мощности, перегрев обмоток двигателя снижается на 12-16°C, при определенных сочетаниях параметров пуска и сети можно включать на постоянную работу такие нагрузки, которые при прямом включении снижают напряжение на питающей линии настолько что нарушается нормальная работа других потребителей.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН Лялякин В.П. (ВНИИТУВИД "Ремдеталь")

В современных условиях, когда резко постарел машинотракторный парк и когда практически мало он обновляется, восстановление деталей машин является самым эффективным методом поддержания техники в исправном состоянии.

ВНИИТУВИД "Ремдеталь" являясь головной организацией по восстановлению деталей, работает в направлении создания новых технологий и оборудования для нанесения покрытий на изношенные поверхности деталей.

Нами используются традиционные сварочно-наплавочные методы, широко применяемые в промышленности.

При создании оборудования ведутся целенаправленные работы, связанные с автоматизацией и роботизацией технологических процессов.

Вот несколько примеров.

Был создан для индукционной наплавки фасок клапанов всех типов двигателей внутреннего сгорания. При ремонте двигателей принята технология перешлифовки фасок клапана. Однако наступает такой момент, когда невозможно вести эту операцию и клапаны выбраковывались.

Нашими учеными создана технология восстановления фасок клапана путем индукционной наплавки порошковых материалов. Нагрев и наплавка производится индуктором от лампового генератора токов высокой частоты.

Фаска клапана наплавляется шихтой на основе самофлюсующего порошка ПГ-СР. Расход шихты на один клапан составляет 10-5 грамм.

Указанная технология реализована на специально разработанном автомате 01.03.172. Клапаны для наплавки загружаются в специальную кассету, из которой они подаются по наклонному жолобу к специальному упору. Далее клапан пневмоцилиндром заталкивается в цангу и осуществляется его вращение с определенной скоростью. В автомате смонтированы реле времени, которые управляют технологическим процессом (вращение, включение ТВЧ, открытие заслонки на подачу порошка, высвобождение наплавленного клапана из цанги). Автомат может быть настроен на любой тип клапана. Время переналадки не более 5-6 минут.

Производительность автомата 10 тыс. клапанов в год.

Автомат серийно выпускается и внедрен на 6 ремонтных предприятиях.

Учеными ВНИИТУВИД "Ремдеталь" разработана и запатентована новая технология для восстановления поршневых пальцев дизельных двигателей методом термопластического деформирования (восстановление первоначального размера у изношенной детали с использованием эффекта расширения тел при нагреве).

Для реализации этой технологии разработан автомат 01.01-153 "Ремдеталь". Автомат состоит из несущей силовой рамы, на которой размещены закалочный трансформатор, индуктор, пневмоцилиндры со специальными наконечниками и призмой, подающий транспортер, пульт управления.

Внутренняя полость поршневого пальца, нагретого в индукторе токами высокой частоты, охлаждается водой. В результате такого теплового воздействия поршневой палец увеличивается в диаметре до 0,1 мм. Этого припуска на диаметр хватает для последующего шлифования изношенного пальца в номинал.

Автомат работает в автоматическом режиме, отличается высокой производительностью (120 шт./час), минимальным нагревом детали и одновременной закалкой поверхностного цементированного слоя.

В ряде разработок для наиболее трудоемких процессов используются роботы. Например, для подачи наплавленного лемеха к заточному станку применяется робот.

При восстановлении упругости клапанных пружин для подачи их из бункера к захватам установки ОРГ 26095 применяется робот. Использование робота позволяет освободить оператора от непроизводительного труда.

В последнее время ученые нашего института создали автоматизированную установку для плазменной наплавки золотников гидрораспределителей. Учитывая, что у золотника нужно наплавлять узкие цилиндрические поверхности, был использован лазерный луч, который через фотодиод управляет включением и выключением плазменной дуги, что значительно облегчает труд при наплавке золотников и повышает производительность труда.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИНФОРМАТИКИ

Савченко О.Ф. (СибФТИ)

В последние годы налицо тенденции к снижению МТА в сельском хозяйстве. Например, в Новосибирской области число тракторов сокращается ежегодно на 1-1,5 тысячи, а процент отработавших ресурсов, но используемых, приближается к 50%. В этих условиях весьма актуальны вопросы эффективного использования имеющейся техники, особенно их основного энергетического средства – двигателей внутреннего сгорания (ДВС), своевременной оценки их технического состояния и качественного проведения технического обслуживания. Особенностью технологического процесса определения технического состояния ДВС является необходимость объединения в нем логических, эвристических и контрольно-измерительных методов анализа информации. К тому же ДВС характеризуется совокупностью различных физических и химических процессов, происходящих в нем; наличием множества взаимодействующих конструктивных элементов; разнообразием режимов работы, условий среды и эксплуатации. Поэтому автоматизация такого технологического процесса требует привлечения методов информатики и разработки на основе ПЭВМ и информационных технологий автоматизированных систем поддержки принятия решений.

Весьма перспективны для этого методы информатики, основанные на интеграции различных видов современных информационных технологий, например, компьютерных информационных баз данных (БД) и проблемно-ориентированных экспертных систем (ЭС). БД систематизируют имеющиеся знания и данные по выбранному объекту автоматизации и предоставляют пользователю в удобном виде большой объем разнообразной, но целенаправленной и с различной глубиной детализации информации в зависимости от уровня подготовленности специалиста. ЭС аккумулируют опыт квалифицированных специалистов в предметных областях и оперативно представляют его пользователю в виде интеллектуального решения конкретной производственной задачи. Это позволяет принять обоснованное решение в кратчайшее время, исключив долгий и утомительный поиск и анализ литературы, а также длительные консультации с рядом различных специалистов.

Исходя из этого, нами предложен следующий информационный подход к созданию автоматизированных систем. Для оценки технического состояния тракторных двигателей необходимо создание ряда экспертных систем с базами знаний по техническому обслуживанию и поиску неисправностей, в том числе и по качественным показателям, а также базы данных и знаний с моделями классов технического состояния, привлекающие как экспертную, так и измерительную информацию. Измерительная информация поступает как от штатных контрольно-измерительных приборов и автономных специализированных приборов параметров объектов, так и специальных измерительных каналов ИИС (быстропротекающие рабочие процессы ДВС, температура, вибрация, угловые и линейные перемещения и т.п.). Экспертная информация поступает от экспертов (книги, статьи, опрос специалистов и т.п.), формируется для представления в базу знаний и данных.

В результате исследований в СибФТИ на основе ПЭВМ IBM PC создана многоуровневая БД по техническому обслуживанию тракторных двигателей (на примере дизелей А-41 и Д144), с указанием видов ТО, их периодичности, перечня операций, порядка выполнения, необходимой оснастки, приборов, инструментов. Также создана ЭС для оценки технического состояния ДВС. Она включает базу данных с моделями классов состояния ДВС и базу знаний, состоящую из более чем пятисот правил-продукций. В докладе приводится обоснование структуры и описание порядка работы с этими продуктами. Их использование повышает достоверность проведенной экспертизы и качество проведения операций технического обслуживания, что увеличивает ресурс двигателей и снижает затраты на восстановление его работоспособного состояния. Например, затраты времени на проведение испытаний и обработку информации для двигателя 4С13/13 (А-41) сократилось в 7,5 раз, а время моторных испытаний в 1,6 раза.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ОВОЩЕХРАНИЛИЩЕ

Дячек П.И. (БГПА), Крутов А.В. (БАТУ)

Известно, что при длительном хранении сельскохозяйственной продукции должны поддерживаться требуемые параметры внешней среды: температура, относительная влажность воздуха, газовый состав атмосферы. В противном случае происходит порча продукции или имеют место значительные ее потери. В процессе хранения вышеперечисленные параметры постоянно меняются из-за протекающих биохимических реакций в массе продукции, изменения параметров наружной температуры воздуха и т.п. Одним из способов поддержания требуемого микроклимата в овощехранилищах является активное их вентилирование.

Для контроля и создания оптимальных условий хранения применяется оборудование типа ОРТХ или ОРТХ-М и специальные станции и шкафы управления, например «Среда-1», «Среда-2», ШАУ-АВ. Нами поставлена задача создать на базе известных систем микроклимата в овощехранилищах информационно-измерительный комплекс, который позволяет не только отслеживать параметры хранения, но и по заданной программе их регулировать.

К числу управляющих и одновременно информационных сигналов относятся следующие параметры при их отклонении от заданных: относительная влажность воздуха в хранилище; температура в хранилище; температура в штабеле или насыпи продукции (по зонам); температура на поверхности ТЭНов электрокалорифера; газовый состав воздуха.

Информационными являются также и сигналы о включенном или отключенном состоянии приточно-вытяжных установок и фактические параметры наружного воздуха и микроклимата в хранилище.

Полученные математические зависимости изменения температуры в массе продукции позволяет автоматизировать подачу воздуха с требуемыми параметрами при активном вентилировании. Так, например, при хранении плодов и овощей важно предупредить отпотевание, локальный перегрев продукции, которые служат основной причиной ее быстрой порчи. При выгрузке продукции

из хранилища необходимо следить, чтобы температура ее была выше точки росы наружного воздуха. Для этого продукцию следует предварительно отопить в промежуточном помещении, создав там определенный температурный режим.

Используя штатные станции управления, аналогово-цифровой преобразователь и ПЭВМ можно дистанционно регулировать микроклимат в овощехранилище, оптимальные параметры которого задает ЭВМ.

Для контроля газового состава атмосферы в овощехранилище используется аналогово-цифровой преобразователь ADC Lnet, который позволяет подключаться непосредственно к детектору хроматографа (НР 4890, НР 5890, НР 6890 и другие) без усилителей малых токов. Возможно подключение до 16 хроматографов и одному компьютеру и одновременная работа с ними.

В докладе приводятся варианты конфигурации системы на контролерах фирмы Control Microsystems и других изготовителей.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Дячек П.И. (БГПА)

Круглогодичное снабжение населения продуктами полеводства и овощеводства может быть обеспечено при надежной работе всех элементов цепочки поле-магазин. В этой связи разработка рекомендаций и средств управления процессом хранения представляется значимой и актуальной. В основе решения этой задачи лежит изучение сложного, многомерного, нестационарного процесса формирования температурно-влажностных полей в насыпи (штабеле) хранимой продукции при различных способах ее хранения.

Исследование процессов тепломассобмена в насыпных слоях сельскохозяйственной продукции позволило сформулировать и проверить в опытных условиях (в том числе и на базе использования экспериментальных данных других авторов) систему дифференциальных уравнений, описывающую процессы формирования температурно-влажностных полей в насыпи объектов хранения и в отдельных элементах конструкции хранилищ. Разработанная физико-математическая модель процессов формирования температурно-влажностных полей учитывает биологические и технологические особенности хранения, неравномерность поля скоростей движения (фильтрации) вентиляционного воздуха, неоднородность структуры изучаемых объектов, нелинейность некоторых процессов и т.д. Для отдельных случаев задача решена численными методами (бурты, хранилища с навальным расположением продукции), применительно к хранилищам с расположением продукции в контейнерах процессы формирования температурных полей исследовались путем моделирования.

В результате численных экспериментов и моделирования физических процессов получены зависимости изменения локальных и интегральных параметров изучаемых объектов при реализации управляющего воздействия с помощью средств системы вентиляции и при воздействии других возмущающих факторов. Полученные результаты позволили сформулировать практические рекомендации

по формированию управляющего воздействия и найти математическое (или графическое) представление динамических характеристик насыпи (штабеля).

На динамические характеристики насыпи оказывает влияние ее высота, размеры составляющих (клубней, луковиц и т.п.), интенсивность массообмена, биологические тепловыделения, начальное состояние системы. Изучаемые объекты являются объектами управления с распределенными параметрами, практически всегда оправдано применение позиционного способа управления, параметры управляющего воздействия зависят от большого числа факторов, также как и место расположения датчиков. Эти вопросы должны иметь свое решение в зависимости от конкретных обстоятельств.

ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ПО ХРАНЕНИЮ И ОБРАБОТКЕ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ Рабочий А.А. (ГТУ, г.Орел), Пятин И.С.(Гипронисслепром)

Опыт эксплуатации первой очереди современного комплекса по приему, обработке, хранению и реализации овощей и картофеля показал возможность и необходимость дальнейшего совершенствования систем автоматизации технологических процессов.

На комплексе находятся в работе более двадцати локальных систем автоматизированного ведения технологических режимов. Каждая из локальных систем контролирует тепло-влажностные режимы и управляет технологическим оборудованием одной секции, состоящим из шести-семи исполнительных устройств различной мощности.

Дальнейшее совершенствование технологических процессов хранения продукции требует не только накопления и обработки массивов данных по режимам хранения при различных температурно-влажностных условиях для различных видов продукции, но и систематического учета исходного состояния продукции, условий и сроков загрузки» модификации фактических режимов на разных стадиях хранения и т.д. Такую информацию трудно накапливать и систематизировать без создания автоматических банков информации. Кроме того возникает необходимость существенного расширения области автоматического контроля работы оборудования, информационных и силовых сетей. Необходимо, например, осуществлять автоматический контроль целостности цепей и исправности датчиков, вести автоматический учет ресурса работы и состояния оборудования, так как в работе на комплексе находятся более 200 многопроводных линий, более тысячи внешних контактных соединений, более 150 исполнительных устройств, от состояния которых в значительной мере зависит точность контроля, надежность и эффективность заданных режимов.

Компьютеризация комплекса позволяет не только решить указанные выше проблемы, обеспечить постоянный оперативный контроль количества и качества продукции, ее движение, но и выявить наиболее эффективные для данного сорта и вида продукции режимы с учетом многих внешних факторов. Точный учет режимов и ресурса работы исполнительных устройств, обеспечение диагностики их состояния позволяет своевременно принимать меры по

предотвращению отказов, организации профилактических мероприятий и экономии энергоресурсов. Из нескольких способов компьютеризации комплекса наиболее предпочтительным является создание 2-х уровневой системы управления. На первом (нижнем) уровне используется контроллер, обеспечивающий автоматизацию режимов технологического процесса хранения продукции. Его основное назначение - непосредственное управление оборудованием секции согласно алгоритмам функционирования оборудования. Алгоритмы функционирования могут быть модифицированы пользователем на месте установки применительно к конкретным условиям комплекса. Вторая функция - выдача информации на верхний уровень по требованию управляющего устройства верхнего уровня. Анализ показывает, что в качестве устройства верхнего уровня может быть использован персональный компьютер, оснащенный минимальной периферией и специализированными устройствами и программами связи с контроллерами системы нижнего уровня.

Решение проблемы компьютеризации комплексов зависит от организации производства специализированных контроллеров. Выпуск таких контроллеров позволяет решить задачу оснащения современными средствами управления не только крупные комплексы, но и любые другие объекты хранения, где не требуется компьютеризированной системы.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ АЭРАЦИИ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Ковалёв Н.Г., Малинин Б.М., Туманов И.П.,
Буробин В.А., Полозова В.Г. (ВНИИМЗ)

В течение последних лет в ВНИИМЗ проведён цикл исследований по интенсификации технологического процесса биоконверсии отходов животноводства с другими органическими материалами с целью производства высококачественных органических удобрений и кормовых добавок. Исследования велись по нескольким направлениям, в том числе и в плане определения оптимальных технологических параметров процесса аэрации.

Известно, что для создания оптимальных условий биотермического процесса в большинстве смесей на основе навоза при 50-60% влажности уровень кислорода в смеси должен поддерживаться в пределах 5-12%. При этом мезофильной стадии процесса биоферментации соответствует оптимальный уровень кислорода в смеси 5-8%, а термофильной - 8-12%.

Для интенсификации процесса биоферментации органического сырья, позволяющего сократить продолжительность процесса и увеличить производительность установки, необходимо создание оптимальных условий культивирования микроорганизмов в органическом сырье. Установлено, что этого можно добиться путём более тонкого управления процессом аэрации, регулируя содержание кислорода в смеси в зависимости от параметров, характеризующих процессы, происходящие в исходном сырье под воздействием аэрации.

Авторами выявлено, что наиболее существенным из этих параметров является температура органической смеси: оптимизация условий культивирования

микроорганизмов в процессе биоферментации органического сырья обеспечивается поддержанием содержания кислорода в смеси в функции $O_2=f(t^0)$ от температуры смеси. Реализация этой зависимости потребовала создания системы автоматического управления процессом аэрации.

Традиционная система аэрации органического сырья биоферментера содержит воздушную, обеспечивающую периодическую продувку сырья воздухом с целью поддержания постоянного для текущей стадии процесса биоферментации содержания кислорода в смеси. Поставленная задача решена путём введения в эту систему контура автоматического регулирования подачи воздуха на аэрацию.

Состав и принцип действия системы состоит в следующем. В ферментёр, загруженный органическим сырьём, помещены датчик содержания кислорода и датчик температуры, функциональный преобразователь, регулятор подачи воздуха, исполнительное устройство и воздушная продувка. Датчик содержания кислорода в смеси присоединён к входу регулятора подачи воздуха. Датчик температуры смеси присоединён к функциональному преобразователю, реализующему функцию зависимости содержания кислорода в смеси от температуры смеси. Выход функционального преобразователя присоединён к входу задатчика регулятора подачи воздуха, который через исполнительное устройство управляет воздушной продувкой. В ходе процесса ферментации сигнал от датчика температуры поступает на вход функционального преобразователя, в котором реализуется необходимая функциональная зависимость между температурой органического сырья и оптимальной для данной температуры концентрацией кислорода в сырье и вырабатывается сигнал задания для регулятора расхода воздуха. Таким образом реализуется автоматическое регулирование аэрации перерабатываемого сырья по оптимальному для его текущей температуры содержанию кислорода в смеси.

Разработанная система автоматизации процесса биоферментации органического сырья защищена патентом Российской Федерации.

При внедрении системы принципиальное значение для обеспечения её работоспособности имеет правильный выбор элементной базы. Работа в широком диапазоне температур, низкое качество электроэнергии в сельских сетях, отсутствие каналов связи и низкая надёжность отечественной элементной базы и комплектующих изделий заставляют остановить свой выбор на модулях сбора информации и управления серии ADAM4000.

Компоненты системы имеют сертификат на соответствие требованиям нормативных актов Российской Федерации. Модули сбора информации и управления этого типа сопрягаются с ПЭВМ и между собой посредством двухпроводной линии, что обеспечивает минимальные затраты на монтаж и сокращает время развёртывания системы; при этом возможно удаление ПЭВМ от объекта управления на расстояние 1 км и более.

Построенная с использованием указанных компонентов система реализует высокую точность измерения и управления.

Полученные в результате исследований оптимальные параметры технологического процесса биоферментации позволили сократить время компостирова-

ния до 4-5 суток и разработать систему автоматического контроля и управления процессом аэрации при биоферментации органического сырья.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАБОРА МАТЕРИАЛА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

Чудук С.А. (БАТУ)

Процесс набора материала фронтального погрузчика является сложным, трудоемким и требующим высокой квалификации оператора. Во время работы нужно управлять такими процессами машины, как: перемещение рабочих органов, переключение передач, торможение и другие, при одновременном контроле буксования. Чтобы обеспечить эффективную работу машины, все эти процессы должны выполняться в строго определенной последовательности, начинаться и заканчиваться в нужное время и иметь требуемую продолжительность. При погрузке или копании различных материалов имеет место неоднократное повторение вышеупомянутых процессов в приблизительно одинаковой последовательности и с близкой продолжительностью.

Эта характерная особенность работы машины и позволяет говорить об уместности автоматизации управления погрузчиком.

Базовый цикл процесса набора материала фронтальным погрузчиком состоит из следующей последовательности действий: установка ковша и стрелы в исходное положение; включение передачи; подъезд к месту набора с последующим врезанием в материал; выключение передачи; торможение; подработка ковшом и стрелой; отъезд; подъезд к месту выгрузки; выгрузка материала; отъезд в исходное положение.

При продолжительной работе машины операции, выполняемые гидравлическим приводом по непосредственному набору материала в ковш являются наиболее сложными и кроме того повторяются из цикла в цикл с приблизительно одинаковыми параметрами. Также в одно и то же время относительно операций манипулирования ковшом и стрелой происходит выключение передачи и торможение.

В предлагаемом адаптивном автоматическом устройстве в процессе управления рабочим циклом будут контролироваться и обрабатываться следующие параметры:

1. Давление в напорной линии гидроцилиндра стрелы.
2. Положение стрелы погрузчика.
3. Положение ковша.
4. Частота вращения коленвала двигателя.
5. Частота вращения колеса гидротурбины.

Все параметры контролируются с помощью соответствующих датчиков: давление — датчиком давления КРТ-2; частоты — датчиками частоты ДЧХ-8; угловое положение — датчиками положения ДУПХ-120.

Тремя основными критериями процесса являются:

- давление перехода на подработку, при достижении значения которого машина должна прекратить процесс врезания в материал и перейти непосредственно к набору (подработке);

- частотный коэффициент, равный отношению частоты вращения двигателя к частоте вращения гидротурбины. Этот коэффициент дублирует проверку перехода на подработку и введен для того, чтобы исключить ошибочный переход по давлению в результате кратковременных скачков давления во время движения машины;

- коэффициент пробуксовки, равный отношению частного значения частоты вращения двигателя и частоты вращения турбинного колеса к такому же предыдущему по времени значению. При достижении критического значения этого коэффициента происходит выключение передачи (то есть практически - прекращение буксования при врезании) и торможение.

Таким образом, в предлагаемой системе управляемыми процессами являются: перемещение ковша; перемещение стрелы; торможение; отключение первой передачи.

Исполнительными механизмами устройства являются направляющие гидрораспределители типа ВЕ-6 с электроуправлением и электроуправляемый пневмоклапан.

Подытоживая вышесказанное можно отметить следующее: предлагаемая адаптивная система по управлению процессом набора материала фронтальным погрузчиком сможет "запоминать" цикл работы и впоследствии неоднократно его воспроизводить. Судить о состоянии погрузчика система будет с помощью датчиков, установленных на рабочее оборудование, а управлять с помощью исполнительных механизмов. Использование подобной системы позволит в значительной мере снизить требования к квалификации оператора и значительно понизить его утомляемость, при этом не теряя в эффективности работы погрузчика. Кроме этого будет иметь место снижение рабочего времени оператора, экономия топлива и повышение долговечности машины.

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЛУКОВИЦ ПРИ ИХ ПОСАДКЕ

Емельянов П.А. (Пензенская ГСХА)

Согласно агротехническим требованиям луковицы при посадке их в почву должны высаживаться донцем книзу. Процесс ориентирования луковиц при посадке их осуществляется или вручную, что ведет к большим затратам ручного труда, или вообще не выполняют, что ведет к значительному снижению урожайности лука.

Для решения задачи автоматизации эргопроцесса необходимо в первую очередь рассмотреть технологический процесс посадки луковиц. Процесс посадки луковиц ничем не отличается от классических схем посева (посадки) других сельскохозяйственных культур: транспортирование посевного материала из бункера высевающим аппаратом в борозду. Вот в этом промежутке времени луковицу необходимо сориентировать в заданное положение. Учитывая требования со-

блюдения равномерности раскладки луковиц в борозде, не допускается сброс не сориентированных луковиц, и большое количество тракторов, действующих на луковицу во время движения, не позволяют использование обратной связи.

Поэтому задачу по управлению процессом ориентирования луковиц при их посадке необходимо рассматривать как задачу с разомкнутой системой (задача по определению программного управления). То есть, известен объект управления – луковица; начальное состояние луковицы – произвольное; конечное состояние – необходимое (заданное).

Для решения этой задачи были найдены управляющие воздействия на объект (режимы транспортирования и конструктивные особенности ориентирующих устройств) в виде функции времени. На конечном этапе (в сориентированном положении) выполнена оптимизация устойчивого равновесия луковицы донцем книзу в виде определения максимума функции.

Таким образом, задача по ориентированию луковиц при посадке относится к задачам предельного программного быстрогодействия, в которой процесс перехода из начального состояния в конечное совершается за наименьшее возможное время. При этом движение осуществляется жестко по найденной программе, так как информация о действенном состоянии системы в процессе перехода не собирается и не используется для коррекции процесса с целью улучшения конечного результата.

Для проверки данной программы были проведены экспериментальные исследования по автоматическому ориентированию луковиц, результаты которых хорошо согласуются с программой управления процессом ориентирования луковиц при их посадке.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫМ АВТОКЛАВОМ ПРИ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВНОЙ ПРОДУКЦИИ Сероклинов Г.В. (СибФТИ)

Стерилизация консервной продукции является одним из ответственных и сложных технологических процессов при производстве различных консервов. В промышленных условиях стерилизация, как правило, осуществляется в вертикальных автоклавах, обеспечивающих необходимые температурные и временные режимы, установленные технологической документацией по производству различной консервной продукции. Устройство автоклава позволяет поддерживать необходимое соотношение всех параметров технологического процесса (температуры, времени и давления) в течение всего времени его протекания посредством воздействия на пять органов управления.

Управление автоклавом в ручном режиме требует от оператора большого опыта и внимания.

В докладе рассматривается микропроцессорная система, обеспечивающая автоматическое управление автоклавом при стерилизации консервной продукции.

Система содержит: вертикальный автоклав с обвязкой (пять рабочих органов), блок микропроцессорного регулятора, блок питания, датчик температуры, датчик давления, и пять электро-пневмо-преобразователей.

Предусматривается три режима работы системы: “Установка”, “Управление” и “Диагностика”.

В режиме “Установка” производится задание параметров технологического процесса стерилизации данного вида консервной продукции.

В режиме “Управление” осуществляется измерение и индикация (по желанию оператора) значений технологического процесса стерилизации, вычисление значений параметров (температуры и давления) заданного технологического процесса стерилизации, формирование пяти непрерывных токовых (0-5 мА) сигналов управления рабочими органами автоклава и формирование сигналов при возникновении аварийных ситуаций. Полученные электрические сигналы преобразуются электро-пнеumo-преобразователями в пневматические сигналы (0,4 - 1,6 кгс/см²) и поступают на мембранные исполнительные механизмы, управляющие работой автоклава.

В режиме “Диагностики” производится запуск проверочного теста и выявление вида неисправности.

Предложенное алгоритмическое обеспечение системы, обеспечивает надежное взаимодействие элементов системы управления в процессе ее функционирования.

Программное обеспечение системы написано на языке ассемблер и реализует в полном объеме требуемый алгоритм управления.

Система позволяет управлять технологическим процессом стерилизации в диапазоне температур от 10⁰С до 130⁰С и по давлению от 0 до 4 кгс/см кв.

Точность регулирования температуры стерилизации и давления не превышает по температуре +-1⁰С, по давлению - 0.04 кгс/см².

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ И
СПОСОБОВ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**
Морозов Н.М., Хусаинов И.И. (ВНИИМЖ)

Опыт стран мира с развитым сельским хозяйством показывает, что эффективность производства и конкурентоспособность продукции обеспечивается, в первую очередь, внедрением высоких технологий на базе принципиально новой высокопроизводительной техники.

Известно, что по уровню удельной трудоемкости производства основных продуктов животноводства Россия превосходит передовые западные страны в 6-15 раз, энергоемкости в 2,5-3,0 раза, затратам кормов в 1.5-2 раза. При таких высоких показателях невозможно противостоять широкой интервенции продукции животноводства западных стран на Российский рынок. Только кардинальная перестройка технологий производства и техническое перевооружение ферм различных размеров и форм собственности на основе

использования современной техники, средств автоматизации позволят резко поднять эффективность производства.

Для успешного решения этой задачи необходимо уточнить научные подходы и методологию экономической оценки технологий производства продукции, сельскохозяйственной техники и средств автоматизации.

В действующих методических положениях оценки экономической эффективности не отведено должного внимания ряду важных натурально-стоимостных показателей технологий, средств механизации и автоматизации производства, влияющих на величину общей массы прибыли, рентабельность производства и сроки окупаемости первоначальных вложений, и на, такие как увеличение урожайности культур, продуктивности животных, качество получаемой продукции, издержки (себестоимость) конечной продукции или выполнения работ, а также энерго- и ресурсоемкости производства. Эти показатели в условиях перехода к рыночной экономике, особенно когда Россия и Беларусь испытывают дефицит в производстве и обеспечении населения национальными продуктами питания, а затраты на их получение многократно выше передовых стран Запада, имеют большую актуальность. В связи с отмеченным нами предлагается система показателей оценки экономической эффективности включающих стоимостные и натуральные критерии.

В условиях рыночной экономики преимущественное значение для оценки эффективности технологий, новой техники, средств автоматизации приобретает показатель, отражающий результативность производства, которым является абсолютная величина прибыли или ее прирост. Величина прибыли зависит от объемов и качества конечной продукции, издержек на ее производство, хранение и реализацию, конъюнктуры рынка и других факторов. Различают прибыль общую и чистую. Общая прибыль определяется как разность между выручкой от реализации продукции и общими затратами на ее производство. Чистая прибыль представляет собой часть общей прибыли, уменьшенной на величину налогов и платежей в федеральный и местный бюджеты.

Следует отметить, что по действующему порядку налог на добавленную стоимость на технику компенсируется сельскохозяйственным предприятиям из бюджета. Поэтому при расчете хозрасчетной (коммерческой) эффективности он не включается в балансовую стоимость техники, но обязательно учитывается при определении народнохозяйственной эффективности.

Величина прибыли позволяет определить такие важные показатели, как рентабельность производства, норма прибыли, срок окупаемости вложений.

За критерий экономической оценки отдельных автоматизированных устройств, поточных автоматических линий или систем управления процессами и операциями, отдельных машин и оборудования влияющими на изменение отдельных показателей: затрат рабочего времени, потребления электроэнергии, топлива и т.п. рекомендуется применять годовой экономический эффект, определяемый как разность издержек эксплуатации от применения базовой и новой техники. На основе этих данных определяются дополнительные совокупные затраты на внедрение новых агрегатов, устройств, машин и оборудования и коэффициенты их эффективности.

Для оценки реализуемости инвестиционных проектов, экономическую эффективность необходимо определять за весь срок службы внедряемых нововведений, т.е. по величине прибыли от начала работ по внедрению объекта до конца его "жизненного" цикла. Для приведения разновременных затрат, результатов и эффектов при этом используют норму дисконта (приведения), равную приемлемой для инвестора норме прибыли на произведенные затраты.

В этом случае, затраты, результаты и эффективность, имеющие место в каждом t -ом году приводят к базисному варианту путем умножения их показателей на коэффициент приведения (a_t):

$$a_t = \frac{1}{(1 + E_n)^t} \quad (1)$$

где t - год вложения средств ($t = 0, 1, 2, 3, \dots$); E_n - принятая норма прибыли.

При сравнении различных инвестиционных проектов используют следующие основные показатели: прибыль за весь срок службы (интегральный эффект); индекс прибыльности (индекс доходности); внутренняя норма прибыли (внутренняя норма доходности).

Прибыль за весь срок службы от инвестируемых объектов определяют по формуле:

$$П_{ср} = \sum C_t a_t - \sum (K_t + C_t + H_t) a_t \quad (2)$$

где $П_{ср}$ - общая прибыль за весь срок службы объектов, руб.;

C_t - выручка за продукцию в t -м году расчетного периода, руб.;

K_t - единовременные вложения в t -м году расчетного периода, руб.;

C_t - полная себестоимость продукции в t -м году расчетного периода без амортизационных отчислений на реновацию, руб.;

H_t - налоги и другие платежи, руб.;

Если величина общей прибыли за срок службы положительная, то данная технология, техника, системы автоматизации экономически выгодны при принятой норме прибыли.

Индекс прибыльности (ИП) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к приведенной величине капиталовложений, который определяется по формуле:

$$ИП = \frac{\sum (C_t - C_t - H_t) a_t}{\sum K_t a_t} \quad (3)$$

Внутренняя норма прибыли (ВНП) представляет собой ту норму дисконта ($E_{вн}$), при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям. В случае, когда ВНП равна или больше требуемой инвестором нормы дисконта на капитал, инвестиции в данный проект оправданы. В противном случае инвестиции в данный проект нецелесообразны.

Одним из важнейших показателей оценки технологий, и технических решений особенно в условиях нестабильности стоимостных показателей является потребная совокупная энергия на получение продукции и выполнение работ.

Для определения общей энергоемкости производства, включающей прямые и овещественные затраты энергии, разработаны энергетические эквиваленты, позволяющие перевести различные энергоресурсы в единый измеритель - мегаджоули (МДж).

Необходимость оценки технологий и технических средств с помощью единого энергетического измерителя в современных условиях, обусловлена следующими причинами:

- резким увеличением доли энергетической составляющей в издержках (себестоимости) продукции из-за неадекватного роста цен на энергоносители в сравнении с другими статьями расходов;
- сокращением запасов невозобновляемых источников энергии и роста цен на их разведку, добычу, транспорт и переработку;
- разработкой обоснованных прогнозов и концепций создания энергосберегающих технологий производства и комплектов технических средств для механизации и автоматизации выполнения процессов в животноводстве;
- невозможностью осуществления объективной оценки эффективности технологий и техники с помощью стоимостных показателей из-за их не стабильности и существенного влияния факторов рынка.

Полную энергоемкость производства продукции при применении той или иной технологии определяют по формуле:

$$E_c = E_{пр} + E_o \quad (4)$$

где E_c - совокупные затраты энергии, МДж;

$E_{пр}$ - прямые энергозатраты, МДж;

E_o - овещественные энергозатраты, МДж.

Прямые энергозатраты определяются по формуле:

$$E_{пр} = 42.7Q + 3.6E + 1.26L \quad (5)$$

где Q - расход жидкого топлива, кг; E - затраты электроэнергии, кВт.ч;

Овещественные энергозатраты определяются по формуле:

$$E_o = 20M + 150F + 10H + 8.4E + 10Q \quad (6)$$

где M - масса технических средств, кг;

F - площадь зданий и сооружений, m^2 ;

H - расход кормов, корм.ед.

Примеры использования указанных формул и математических зависимостей для разработки технико-экономических обоснований инвестиционных проектов и бизнес-планов внедрения новых технологий и техники в конкретное производство представлены в "Методике определения экономической эффективности технологий производства продукции, средств механизации и автоматизации выполнения процессов и операций в животноводстве", разработанной и подготовленной к печати сотрудниками ВНИИМЖ.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Расстригин В.Н. (ВИЭСХ)

На животноводческих фермах электрическая энергия широко используется в тепловых процессах - получения горячей воды и пара, обеспечения микроклимата, местного обогрева молодняка животных и отдельных вспомогательных помещений. Эффективность электротепловых процессов и применяемого оборудования в значительной степени зависит от уровня и надежности технических средств их автоматизации.

Анализ существующих систем и технических средств автоматизации электротепловых процессов показывает, что они не отвечают в полной мере предъявляемым к ним современным требованиям со стороны животноводческих объектов. Особенно это относится к используемым промышленным средствам автоматизации электромеханического типа, работа которых затруднена в условиях агрессивной среды.

В настоящее время одним из основных направлений перспективного развития средств автоматизации, в целях повышения надежности работы электротеплового оборудования и снижения энергозатрат, является применение новейших систем и средств автоматизации на основе широкого использования микроэлектронной и тиристорной преобразовательной техники. К таким средствам, прежде всего, относят микроэлектронные терморегуляторы, тиристорные преобразователи и микропроцессорные устройства управления.

Эти устройства позволяют создавать электротепловое оборудование, составляющее единое целое с технологическим процессом, что улучшает технико-экономические показатели и повышает надежность оборудования.

Анализ современного состояния приборостроения у нас и за рубежом показывает, что дальнейшее развитие автоматизации электротепловых процессов в животноводстве будет связано с применением цифровых регуляторов.

Их достоинства в том, что они могут применяться отдельно и в составе локальных систем управления, являющихся частью централизованных систем управления объектом в целом. В качестве исполнительных органов при регулировании мощности электротепловых нагрузок все большее применение находят тиристорные преобразователи. Особенное большое значение приобретает тиристорное регулирование при цифровом управлении, поскольку принцип дискретного управления при этом легко согласуется с характером представления управляющих сигналов в цифровых системах управления.

Учитывая тесную связь в животноводстве процессов нагрева воды, воздуха, полов и т.п., а также компактность размещения электротеплового оборудования на ферме, в перспективе получают дальнейшее развитие и применение, микропроцессорные системы оптимального централизованного управления этими процессами, особенно на крупных животноводческих и птицеводческих объектах.

В области создания оптимальных систем и технических средств управления можно выделить следующие основные направления их развития - разработка математических моделей тепловых процессов и алгоритмов управления; -

выбор критериев оптимизации систем управления тепловыми процессами с целью получения максимального экономического эффекта от затрачиваемых энергетических, трудовых и материальных ресурсов; - разработка и внедрение устройств оптимального управления электротепловыми процессами на фермах, обеспечивающих снижение энергозатрат, труда обслуживающего персонала и капитальных вложений.

Предварительные результаты исследований и опыт применения новых технических средств автоматизации и электронизации показывают, что за счет оптимизации режимов работы электротеплового оборудования можно сэкономить до 10 - 20 % топливно-энергетических ресурсов, повысить надежность оборудования и качество технологического процесса, при повышении сохранности и продуктивности животных, а также улучшении условий труда обслуживающего персонала

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА

Рунгулис Д.Ю. Шнидерс А.А. (ЛатСХУ)

Современные паровые котлы и генераторы являются сложными многоконтурными системами, которые используются в целях получения качественного пара и горячей воды для технологических нужд и одновременно используются для отопления производственных и административных зданий.

На предприятиях фирм пищевой промышленности Латвии устанавливаются паровые котлы фирмы "Vapour" мощностью 2,1МВт с максимальным рабочим давлением пара 10 бар и производительностью 3 т/час.

Вода в парогенераторе поступает от термического деаэратора, где она постоянно подогревается до 104 °С при помощи теплообменника (пар-вода) и очищается от агрессивных газов, в том числе кислорода, вызвавших коррозию металлов. Перед этим вода обрабатывается в автоматических фильтрах катионитов.

Пар подается на установки пастеризации и стерилизации продуктов. Теплообменник (пар-вода) обеспечивает производство технологической горячей воды для мойки фруктов, овощей и технологического оборудования. От отдельного теплообменника (пар-вода) отапливаются производственные и административные помещения.

Паровая установка оснащается газовыми горелками GP-150M фирмы "Oilon". Часто устанавливаются комбинированные горелки GKP-150M, которые позволяют использовать как природный газ, так и жидкое горючее - дизельное топливо. После команды - запускать горелку - программное реле производит последовательный циклический запуск трансформатора зажигания, газа зажигания, главного газа и контроль пламени.

Для регулирования соотношений подачи газа и воздуха на горелки и для автоматического управления всем технологическим процессом производства пара и горячей воды применяются универсальные программируемые контроллеры фирмы "Honeywell", например UMC 800, которые обеспечивают непрерывное или импульсное ПИД регулирование, автоматическую адаптацию параметров ПИД-регулятора, фазы регулирование, регистрацию параметров тех-

нологического процесса на дискете, предупредительную сигнализацию и аварийное отключение.

Исследования, проведенные на пищевом предприятии фирмы "Спилва", показали, что паровой котел мощностью 2,1 мВт является статическим объектом второго порядка с переменными коэффициентами. Обработка динамических характеристик регулирования давления пара при различной переменной нагрузке котла позволило сделать выводы, что статическую модель данного объекта можно аппроксимировать последовательным соединением транспортного звена со временем чистого запаздывания 3-4 минуты и апериодического звена первого порядка с постоянной времени 30-50 минут. Уровень поддерживаемого давления в котле - 6 бар. Максимальное перерегулирование не превышает 10% даже при резких колебаниях нагрузки, кроме тех случаев, когда быстро используется почти весь запас пара.

Высокое качество переходного процесса стабилизации давления пара обеспечивается адаптивным ПИД-регулятором и блоком фаззи логики. При запуске котла блок адаптации контроллера анализирует характеристики переходного процесса и автоматически устанавливает параметры контура ПИД регулирования. В режиме эксплуатации котла также происходит самонастройка контура регулирования при изменении нагрузки и параметров объекта управления.

Фаззи логика настройки регулирующего воздействия на объект управления позволяет эффективно ограничивать максимальное перерегулирование вызванное внешними возмущениями. Фаззи блок действует независимо от блока адаптации. Он не перестраивает константы ПИД-регулятора, но кратковременно изменяет реакцию контроллера на входное воздействие, чтобы демпфировать перерегулирование.

Фаззи логика реализует следующие операции: 1) фаззификацию входной аналоговой информации; 2) выбор основного закона стратегии управления; 3) дефаззификацию - определение точного выходного воздействия на исполнительное устройство.

В операции фаззификации происходит логическое разложение входного измеряемого параметра на несколько функций принадлежности или множеств, которые количественно идентифицируются при помощи весовых коэффициентов. Сумма весовых коэффициентов равна единице. При изменении входной величины меняется величина и принадлежность весовых коэффициентов.

По выбранному закону стратегии управления происходит анализ множеств фаззи и в процессе дефаззификации вырабатывается оптимальное выходное воздействие.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ

Калюга В.В., Козлова Н.П., Максимов Н.В., Хоцко Л.Г. (СЗНИИМЭСХ)

Одним из путей повышения эффективности систем естественной вентиляции является применение осушки внутреннего воздуха. Так, исследования на ЭВМ термодинамической модели процессов обработки воздуха в системах

обеспечения микроклимата животноводческих помещений с тепло и влагоизбытками показали, что снижение влаговыделений на 25%, снижает расчетный воздухообмен до 50%, что позволяет без применения дополнительного подогрева поддерживать нормируемые параметры микроклимата в большей части диапазона изменения температуры наружного воздуха.

В СЗНИИМЭСХ разработана система естественной вентиляции с теплообменником-осушителем (пат. №44816). Конструктивно теплообменник-осушитель представляет собой приточный воздуховод, соединенный с наружной атмосферой. Под приточным воздуховодом расположен короб корытообразного сечения таким образом, что между стенками воздуховода и короба образуется воздушный промежуток для свободной циркуляции внутреннего воздуха. Теплообменник-осушитель располагается в верхней зоне помещения с небольшим наклоном от места соединения с наружной атмосферой внутрь помещения.

Система естественной вентиляции с теплообменником-осушителем работает следующим образом. Побуждение воздуха осуществляется работой вытяжных шахт. Наружный воздух поступает в приточный воздуховод и через стенки взаимодействует с внутренним воздухом помещения. В результате часть внутреннего воздуха, вступившего во взаимодействие со стенками приточного воздуховода, охлаждается из-за потери части скрытой и явной теплоты, а также осушается и очищается за счет выделения конденсата, его плотность повышается, и он опускается на дно короба затем стекает внутрь помещения. Поток наружного воздуха внутри приточного воздуховода нагревается явной и скрытой теплотой потока внутреннего воздуха.

На выходе из теплообменника-осушителя образуется смесь этих двух потоков, которая и образует поток приточного воздуха. Испытания теплообменника-осушителя выполнены при температуре наружного воздуха в диапазоне от +5°C до -20°C; температура внутреннего воздуха составляла 12-16°C, а относительная влажность 70-85%. Для условий экспериментов определен диапазон изменения коэффициента теплопередачи, который составил 2-7 Вт/м².град в сухом режиме и 4-10 Вт/м².град в мокром режиме (режиме осушки). Температура наружного воздуха, подаваемого в помещение, повышалась на 2-4°C в сухом режиме и на 4-11°C в мокром режиме. Отмечено, что при понижении температуры наружного воздуха процессы влаговыпадения усиливаются и эффективность работы устройства повышается.

Таким образом, при работе теплообменника-осушителя реализуются следующие операции: частичная рециркуляция внутреннего воздуха, его осушка и очистка, смешивание наружного и рециркуляционного воздуха, распределение приточного воздуха. Применение теплообменника-осушителя снижает опасность попадания холодного неподогретого воздуха в зону нахождения животных; кроме этого, снижаются объемы выброса продуктов метаболизма животных в окружающую среду.

Для повышения эффективности системы естественной вентиляции необходима разработка системы автоматического регулирования режимов ее работы.

Исследования, ведущиеся в СЗНИИМЭСХ, показали, что система обеспечения микроклимата (СОМ) животноводческих помещений как управляемый

объект является многофакторным, с перекрестными связями, нелинейным, с переменными параметрами и структурой. Для реализации идеи необходимости системного, комплексного подхода при обосновании всех элементов СОМ, систем управления СОМ, эксплуатации СОМ и получения исходных данных для принятия решений на различных этапах разработки СОМ разработана методика исследований СОМ с теплоутилизацией на основе цифровой модели, реализованная в виде программы для ПК.

Исходными данными для расчетов являются: параметры наружного воздуха в виде таблицы сочетаний его температуры, влажности и продолжительности периодов с этими сочетаниями в течение года; требуемые параметры внутреннего воздуха; тепло и влаговыделения животных; характеристика помещения; режим работы СОМ. Результатом расчетов являются все параметры, характеризующие моделируемую СОМ, и в том числе значения мгновенных и годовых энергозатрат, длительность отклонения параметров микроклимата от оптимальных.

Современный уровень развития микропроцессорной техники и датчиков позволяет разработать систему управления, оптимизирующую режимы работы системы естественной вентиляции путем изменения сечений приточных и вытяжных каналов, степени догрева для каждого текущего сочетания параметров наружного воздуха и тепловлажностной нагрузки помещения.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Гринь В.А., Гринь А.В. (ГП "БелНИИМСХ")

Автоматизация систем микроклимата животноводческих помещений должна преследовать две главные цели. Во-первых, средства автоматизации должны стабилизировать на данном уровне регулируемые параметры (температуру, влажность, концентрацию вредных газов). О такой стабилизации можно говорить лишь для определенного диапазона отрицательной наружной температуры. Для периода положительных наружных температур автоматизация должна обеспечивать эффективную борьбу с теплоизбытками путем определенного увеличения величины воздухообмена или испарительного охлаждения воздуха, если в последнем есть необходимость.

Во-вторых, не менее важная роль автоматизации заключается в обеспечении рационального расхода тепловой и электрической энергии при работе систем микроклимата, так как параметры воздушной среды животноводческих помещений зависят от целого ряда переменных воздействий и возмущающих факторов (температура наружного воздуха, абсолютная влажность наружного воздуха, величина воздухообмена, величина тепло- и влаговыделений животных, температура внутри помещения и др.).

Поскольку большинство из указанных воздействий носят случайный характер, то управлять вручную системами микроклимата затруднительно при условии обеспечения обоих требований как по качеству параметров, так и по экономичности работы.

Поэтому системы микроклимата животноводческих помещений должны быть обязательно автоматизированы по соответствующим параметрам с тем, чтобы обеспечить указанные требования.

В основу системы регулирования микроклимата положена структурная схема с двумя контурами регулирования: тепловой калорифер регулируется по температуре внутреннего воздуха, производительность вентиляционной системы регулируется по относительной влажности внутреннего воздуха.

Необходимость использования двух контуров регулирования обуславливается как переменной величиной внутренних влаговыделений, так и зависимостью величины воздухообмена от абсолютного влагосодержания наружного воздуха.

Введение контура по относительной влажности позволяет значительно снизить непроизводительный расход приточного воздуха, а следовательно, и расход тепловой энергии. При этом возможна величина воздухообмена в строгой зависимости от внутренней влажности воздуха.

Возможны две разновидности регулирования воздухообмена: плавное и ступенчатое. При плавном регулировании система позволяет строго выдерживать величину зимнего воздухообмена в соответствии с расчетными значениями для каждой точки наружной температуры.

При ступенчатом регулировании величины воздухообмена регулятором температуры возможно усредненное поддержание ее величины за определенный промежуток времени.

Практическая реализация плавного изменения величины воздухообмена в системах с центробежными вентиляторами затруднительна, так как нет работоспособных и дешевых схем регулирования скорости асинхронных электродвигателей, исключая схемы для кратковременных режимов.

Поэтому был принят ступенчатый вариант регулирования производительности путем построения системы микроклимата из двух вентиляторов одного номера с использованием регулятора температуры для регулирования величины воздухообмена в зависимости от температуры внутреннего или наружного воздуха.

Предлагаемая структура при правильной настройке регулятора обеспечивает минимальный расход тепла на вентиляцию при удовлетворительном поддержании величины абсолютной влажности и температуры в животноводческом помещении.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Азаренко В.В., Кот С.Н. (ГП "БелНИИМСХ")

Отсутствие должной научно-технической проработки системы средств контроля, недостаточность зооветеринарного обоснования параметров животноводческого оборудования, прямо или косвенно влияющих на качество кормов, организм животных и продукты их жизнедеятельности, разобщенность усилий научно-исследовательских и проектных организаций при чрезвычайно большой актуальности проблемы технического контроля привело к тому, что в

странах СНГ разработана значительная номенклатура приборов, часто дублирующих друг друга, но так и не обеспечивающих эффективное функционирование контролируемых объектов. Например, только для контроля доильных установок предложено более 30 технических средств, в то время как на практике в основном используются два (встроенные приборы контроля запаса производительности вакуумного насоса и статического вакуумметрического давления). Что касается контроля других параметров, то он, как правило, не осуществляется в виду несовершенства как методик контроля, так и самих технических средств. Известные же более современные зарубежные приборы недоступны для рядового пользователя по стоимости и сложны в применении на фермах.

Анализ номенклатуры животноводческого оборудования позволил определить примерный перечень подлежащих первоочередной разработке средств контроля и обосновать их перспективную элементную базу, которая бы обеспечивала "гибкую" логику обработки информации, расширение функциональных возможностей приборов, решение задач прогнозирования технического состояния объектов контроля при приемлемой стоимости.

Процесс создания этих средств включает следующие этапы: зооветеринарное и техническое обоснование параметров контроля; разработка задач контроля; разработка методик контроля; технико-экономическое обоснование разрабатываемых средств; разработка требований к техническому обеспечению (датчики, АЦП, ЖКИ и т.д.); выбор базового микропроцессорного комплекта и разработка математического обеспечения (формализации задач, разработка алгоритма функционирования прибора, составление машинных программ); разработка ТЗ на ОКР по прибору и ЧТЗ на его элементы (БИС, ЖКИ и т.д.); проведение ОКР и подготовка производства прибора.

Приведенная схема разработки была реализована при создании многофункционального прибора для контроля доильных установок "Пневмотестер", имеющего ряд преимуществ перед известными аналогами. Этот прибор обеспечивает оценку технического состояния пульсаторов всех типов, доильных стаканов, элементов вакуумной линии, вакуумного насоса, автомата промывки в условиях ферм и позволяет осуществить настройку доильной установки на оптимальный режим.

Благодаря оригинальной схеме преобразования пневматических сигналов и алгоритма их обработки, применению специализированной микропроцессорной БИС удалось существенно уменьшить массу, габариты, энергопотребление и стоимость прибора и максимально приспособить его к условиям работы на животноводческих фермах. Масса прибора "Пневмотестер" 125 г, автономность работы до замены элемента питания – 3 года.

МОДУЛЬНАЯ АСУТП МОЛОЧНОЙ ФЕРМЫ типа АИСУ-400

Краусп В.Р., Рязов А.А., Гришин В.А. (ВИЭСХ)

Функционирование АИСУ-400 зависит от многих компонентов. Все компоненты составляют единую систему.

Распознавание номеров животных в доильных станках, у кормушек и на весах не требует ручного ввода номера коровы. Номера вводятся и исключаются только при поступлении новых коров и выбраковке существующих. Возможность ошибки при распознавании исключается в результате 3-х кратного совпадения номера и проверки датчика на четность.

Ежедневный (или по мере необходимости) автоматический замер веса надоенного молока от каждой коровы позволяет зооветперсоналу получать справки по удою каждой коровы, по группам и стаду в целом. При этом выделяются животные снизившие удой, заболевшие маститом, подлежащие запуску, выбраковке по удою. По расчетной лактационной кривой устанавливается индивидуальная дневная доза концкорма каждому животному и рассчитывается программа кормления, вводимая в контроллеры кормления.

Кормление концкормом ведется в течение 22 часов в сутки, оставляя 2 часа на перепрограммирование и профилактическую работу с кормушками. Каждая корова получает строго то, что ей необходимо и при этом экономится концкорм. Зооветперсоналу выдается распечатка компьютера с указанием, какие коровы сколько съели корма.

Взвешивание животных на электронных весах дает возможность регистрировать вес и одновременно проводить ректальные исследования и ветеринарный осмотр коров.

Применение АИСУ-400 дает возможность получать более высокие надой молока за счет четко нормированного кормления коров концкормом (недокормы и перекормы исключаются, ведется авансирование кормом для коров на первых двух месяцах лактации), за счет своевременного выявления и лечения заболеваний, за счет своевременного запуска коров, за счет своевременной выбраковки животных. При этом достигается эффект планомерного вывода стада коров на заданную годовую продуктивность.

Применение АИСУ-400 дает возможность экономить концкорм. Применяя нормирование концкорма по фактическому удою коровы, с учетом поедаемости ею корма и ведя расчет суточной дозы по лактационной кривой, удается рационально расходовать концкорм и избегать его перерасхода.

Применение АИСУ-400 позволяет экономить трудозатраты зооветспециалистов и повысить эффективность их работы (но не заменить их!). Такой подход делает специалистов участниками работы и способствует эффективно-му использованию системы на ферме.

Система АИСУ-400 является модульной, что дает возможность поэтапного (постепенного) ввода в эксплуатацию и возможность наращивания функций системы при разных технологиях скотоводства.

Система АИСУ-400 работает с компьютерами типа IBM и микроконтроллерами специального назначения. Она снабжена всеми необходимыми программами, обеспечивающими круглосуточную надежную работу системы и ее узлов.

АИСУ-400 оригинальная система обеспечивающая в рыночных условиях получение прибыли от молочной фермы за счет правильного управления всеми технологическими процессами на ферме и создания условий заинтересованной

работы каждого специалиста для достижения единой цели. АИСУ-400 испытан на фермах и реализуется в хозяйствах России.

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОЛОЧНЫХ ФЕРМ РОССИИ

Рыжов С.В. (Россельхозакадемия)

Научные и конструкторские разработки в России, странах СНГ и Балтии обеспечили возможность оснащения молочных ферм России средствами механизации всех процессов любых технологий и адаптеров производства молока, предусмотренных «Федеральным регистром технологий производства продукции животноводства (Системой технологий)»: привязной, беспривязной, комбинированной, поточно-конвейерной. Например, мобильные технические средства для приготовления и раздачи кормов разработали и выпускают около 20 институтов, заводов промышленности и экспериментальных предприятий, доильные установки и агрегаты – более 10 предприятий, вакуумные насосы и установки для доильного оборудования – 35 предприятий. Однако вся трудность в техническом оснащении молочных ферм в том, что еще не все сельские производители молока могут купить эту технику из-за диспаритета цен.

Ученые и конструкторы, в том числе и институтов, предприятий Россельхозакадемии в результате анализа состояния с разработкой и производством средств механизации производства молока выполнили за последние годы много разработок и по автоматизации молочных ферм с целью дальнейшего сокращения затрат труда.

В НПП «Фермакс» и ВИЭСХ созданы:

- автоматический раздатчик концентратов коровам РКП-100 с индивидуальным дозированием, обслуживающий до 100 коров, с нормой выдачи корма от 0,5 до 2,5 кг на голову и равномерностью раздачи 99%;
- автоматизированный раздатчик кормов АРК-200 для индивидуального дозирования и выдачи сыпучих кормов с одновременным их увлажнением в кормушки на фермах КРС при многократном кормлении, обслуживающий до 200 животных, погрешностью дозирования корма до 5%;
- транспортный кормораздаточный робот ТКР-0505 для автоматического транспортирования и индивидуального порционного и группового дозирования сыпучих кормов, выполненный на базе робота с управлением процессом дозирования от бортовой микроЭВМ и обеспечивающий дискретные задания массы корма 0,05 кг при значении доз 0...2 кг;
- механизм автоматического отключения и снятия подвесной части доильного аппарата с вымени коровы после окончания доения (манипулятор доения) применительно к доильной установке «Тандем»;
- микропроцессорное устройство для учета молока в потоке с погрешностью измерения 0,2%;
- автоматизированные установки для расфасовки молока в полиэтиленовые пакеты «Фемапак-300» и «Фемапак-500» производительностью соответственно 300 и 500 пакетов в час, и другое автоматизированное оборудование.

В ВИЭСХ, ВНИИКОМЖ, Северо-Западном НИПТИМЭСХ созданы различные автоматизированные системы контроля и управления молочными фермами при разных технологиях производства молока (АСУТП), обеспечивающие увеличение надоев до 10%, снижение потерь концкормов до 15%, снижение затрат труда работников фермы до 30%, повышение качества молока. Выполненные в ВИЭСХ расчеты экспериментальной АСУТП молочной фермы и прифермских хранилищ кормов показали, что при оптимизации управления может быть сэкономлено до 35% электроэнергии.

Во ВНИПТИМЭСХ, НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны разработаны и внедряются автоматизированные манипуляторы доения разных конструкций, превосходящих по техническому уровню лучшие зарубежные разработки. Во ВНИПТИМЭСХ на базе такого манипулятора организовано производство автоматизированных доильных установок с параллельно-проходными станками типа УДА.

В Оренбургской лаборатории биотехнических систем Института прикладной механики Уральского отделения РАН проведены разработка конструкции, определение параметров и производственные испытания устройства захвата сосков вымени при автоматическом доении коров для использования совместно с устройством надевания доильных стаканов на соски; это устройство обеспечивает вероятность захвата сосков 98%.

В НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны разработаны три варианта элементов автоматизации фиксированных животных для применения при реконструкции молочных ферм с привязным содержанием коров, которые обеспечивают автоматизацию процесса и в 1,5-1,7 раза сокращают затраты труда по сравнению с серийным оборудованием.

Выполнены в 1992-1999 годах и другие разработки по автоматизации молочных ферм. Все эти разработки обеспечивают значительное сокращение затрат труда, повышение качества продукции, экономию энергоресурсов.

Дальнейшие разработка и внедрение автоматизации на молочных фермах предусмотрены Федеральной программой «Техника для продовольствия России» на 2001-2006 годы. В частности, предусмотрены разработки: типоразмерного ряда автоматизированных доильных установок на элементной базе нового поколения со станками типа «Тандем» и «Елочка», обеспечивающих повышение производительности труда на 10-15% по сравнению с аналогами и получение молока высокого качества; автоматизированных резервуаров-охладителей молока с непосредственным испарением хладагента вместимостью 1600 и 2500 литров, выполненных на уровне лучших зарубежных образцов; передвижной установки для автоматической циркуляционной промывки молочного оборудования ферм, и другой автоматизированной техники.

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДУЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ В СТОЙЛАХ

Кормановский Л.П. (РАСХН), Забродина О.Б. (АЧГАА),
Винников И.К. (ВНИПТИМЭСХ)

Снизить совокупные затраты на разработку, освоение, выпуск, эксплуатацию и обслуживание вновь разрабатываемых доильных установок можно, если они будут иметь уровень унификации не ниже существующего. Одним из путей при этом является создание модульных автоматизированных доильных установок для доения коров в стойлах. Ориентация на стойловые автоматизированные доильные установки определяется традиционно сложившейся в России технологией содержания коров – зимой в помещениях в стойлах на привязи, а летом – в летних лагерях и на пастбищах. Привязка к конкретным помещениям и технологическому оборудованию осуществляется путем изменения количества комплектующих модулей.

Доильный модуль может включать в себя несколько доильных аппаратов, манипуляторы для отключения и снятия доильных стаканов, систему автоматизированного управления процессом доения. Дополнительно доильный модуль может оснащаться средствами для транспортирования оборудования, подмывания вымени и раздачи кормов, приспособлениями, необходимыми для выполнения сопутствующих процессу доения коров технологических операций, устройствами для перевода модуля в транспортное состояние, средствами учета молока и другими.

При оптимизации структуры и состава доильного модуля решались следующие задачи: были выявлены факторы и технологические операции, определяющие состав оборудования; обоснованы критерии эффективности; оценены возможные варианты комплекта оборудования с различной степенью автоматизации и технологических операций, определен рациональный состав оборудования, предложена автоматизированная технология доения.

Предварительная оценка границ эффективности использования средств доения с автоматизацией различного уровня сложности показала, что автоматизация становится экономически выгодной на фермах с числом коров 24 и выше. Поэтому моделирование процесса доения с использованием доильных модулей проводилось для ферм с поголовьем – 24, 50, 100 и 200 коров.

Оптимизация проводилась в два этапа. На первом этапе в результате моделирования автоматизированного технологического процесса более двухсот вариантов комплектации доильного модуля с различной организацией труда на доильной установке и последующего анализа были отобраны наилучшие по технико-эксплуатационным показателям варианты. На втором этапе исследований были определены технико-экономические показатели отобранных вариантов. В итоге был установлен оптимальный состав доильного модуля, пригодного для использования на практически любой стойловой доильной установке, в том числе и при конвейером способе содержания коров, а также при доении коров в летнем лагере на доильной установке с параллельно проходными станками, и разработана автоматизированная технология доения коров.

ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЕНИЯ КОРОВ

Забродина О.Б., Семененко А.Н. (АЧГАА),

Винников И.К. (ВНИПТИМЭСХ)

Во ВНИПТИМЭСХ разработан доильный манипулятор гофрового типа, обеспечивающий шадящий режим доения коров. Недостатком управляющего устройства манипулятора, адаптированного к поплавковому автомату отключения и снятия доильных стаканов установки УДА-16, является его громоздкость и неудобства в промывке поплавка и поплавковой камеры. Поэтому в работе предложена пневматическая система управления процессом доения коров, использующая манипулятор, усовершенствованный доильный аппарат типа АДУ-1, управляющее устройство, датчик контроля потока молока, закрепленный на корпусе управляющего устройства, молочные и вакуумные шланги. Коллектор доильного аппарата снабжен подвеской и гибкой связью, через блок связан с исполнительным механизмом додаивания и снятия доильных стаканов манипулятора.

Проведены исследования статических и динамических характеристик поплавкового датчика с магнито-струйным преобразователем сигналов. Установлено, что выходной сигнал датчика контроля молокоотдачи линейно зависит от интенсивности потока молока. Оптимизированы параметры датчика.

Предварительные испытания образца устройства показали. Что в подсосковой камере коллектора доильного аппарата при отключении возникает колебательный режим – пульсации вакуума и не всегда надежно аппарат отключается. Для выявления причин этого явления и изыскания путей повышения устойчивости системы были проведены теоретические исследования системы, составлено математическое описание.

В результате машинного моделирования переходных процессов было установлено, что для повышения устойчивости системы достаточно ввести отрицательную обратную связь по отклонению давления на выходе переключателя сильфонного управляющего устройства, выполненную в виде пневматической линии связи, соединяющей соответствующий выход переключателя с вакуумируемой камерой струйного датчика и нелинейного релейного элемента с инверсией. Проверка на макетном образце подтвердила принятое в результате анализа техническое решение.

Разработанная пневматическая система управления процессом доения коров обеспечивает надежный контроль за процессом молокоотдачи, щадящее додаивание, отключение и снятие доильных стаканов, управление включением и отключением пульсатора на время доения.

ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ БЕССТРЕССОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В СВИНОВОДСТВЕ

Сыроватка В.И., Ломов В.И., Степанов В.П. (ВНИИМЖ)

Задача инженерной и зооветеринарной служб свиноводческого предприятия заключается в снижении влияния стрессфакторов на животных на каждом этапе технологического процесса производства свинины, возникающих от не-

правильного содержания животных, действия пониженной температуры и высокой влажности, голодания, конкуренции при формировании групп, недостатка фронта кормления, конструкции станочного оборудования и производства шумов машин.

Наиболее болезненно реагируют на стрессы молодые животные - поросята-сосуны, поросята-отъемыши и откармливаемый молодняк. По данным зарубежных и отечественных исследователей отход молодняка из числа народившихся поросят от неблагоприятных условий содержания и кормления в свиноводческих хозяйствах с законченным циклом производства доходит до 20% из числа народившихся поросят. Поэтому к снижению воздействия стрессфакторов в помещениях для получения поросят и содержания молодняка свиней отводится первостепенное значение.

Свинарники для проведения опоросов оборудуются станками для содержания подсосных свиноматок с поросятами и дорастивания поросят-отъемышей. Такие станки должны обеспечивать проведение опоросов без участия операторов, максимальную сохранность поросят, раздачу кормов мобильными и стационарными кормораздатчиками, автопоение, механизированную уборку и транспортировку навоза, сухое теплое логово для отдыха животных.

В настоящее время в свиноводческих комплексах по производству 54-108 тыс. свиней с технологией раннего (26-3 5дн.) отъема поросят применяются станки типа КПС 108.15.00. На фермах колхозов, совхозов и подсобных хозяйств используют универсальное станочное оборудование типа ОСМ-60, ОСМ-1М, ОСМ-Ф-2, УСТ-3М, обеспечивающие проведение опороса, содержание подсосной свиноматки с поросятами до 42-60 дн. и дорастивание поросят-отъемышей до 90...120 дневного возраста. Конструкции станков для проведения опоросов должны отвечать следующим технологическим требованиям: во всех станках независимо от их типа должны быть отдельные секции для свиноматки и поросят, обеспечивающие проведение опороса, содержание подсосной свиноматки с поросятами и выращивание поросят-отъемышей. Для этого в станке должно быть предусмотрено оборудование для приема корма, воды, место для отдыха свиноматки и поросят.

Секция станка для поросят-сосунов имеет групповую кормушку, поилку и оборудование для локального обогрева. В качестве источника местного дифференцированного обогрева поросят применяются лампы инфракрасного облучения, электроковрики, нагревательные панели и др. Применение местного обогрева обеспечивает в первые дни жизни поросят температуру в их логове на уровне пола около 30°C.

Опыты, проведенные сотрудниками ВНИИМЖ на свинофермах совхозов Московской и Костромской областей по изучению влияния локального обогрева на рост и развитие поросят показали, что их содержание под комбинированными установками инфракрасного и ультрафиолетового облучения (ИКУФ-1А) повышает сохранность поросят на 17-18%, увеличивает в крови облучаемых животных сывороточного альбумина и сахара на 7-8%, что положительно сказывается на энергии роста животных. Эти данные согласуются с данными зарубежных авторов.

По нормам технологического проектирования, с учетом ширины груди у поросят-отъемышей, на каждое животное полагается фронт кормления (длина

кормушки) 20 см. В указанных станках этот показатель равен соответственно 9 и 11 см. При кормлении у групповой кормушки могут принимать корм одновременно не более 10-11 голов из числа крупных животных. Остальные 14-15 особей вступают в борьбу за место у кормушки.

Постоянные стрессы, получаемые при крупногрупповом содержании и недостатке фронта кормления, дают отдаленный результат, такие поросята не способны давать хорошие привесы на откорме. Применение этих станков для выращивания поросят-отъемышей на комплексах по производству 52-108 тыс. свиней в год приводит к технологическому провалу: увеличение затрат дорогостоящих кормов, значительным потерям привесов, замедлению роста, заболеваниям и отходу (свыше 10%) молодняка, получению некачественного (бледного) мяса от этих животных при забое.

Для содержания поросят-отъемышей на свиноводческих фермах с законченным циклом по производству 6, 12 и 24 тыс. свиней в год разработаны станки ОСТ-Ф-1-3 (оборудование для содержания группами) вместимостью 20 голов с длиной кормушки 20 см/гол, что соответствует нормам технологического проектирования свиноферм. Однако эти станки рассчитаны на крупногрупповое содержание поросят-отъемышей, при котором формирование группы осуществляется из 2-3 гнезд. В этих станках между поросятами различных гнезд в течение продолжительного времени идет борьба за лидерство в группе, вызывая нервный стресс, который ведет к снижению резистентности организма, привесов и сохранности молодняка.

Как снизить действие стрессфакторов на поросят, как избежать технологического провала в выращивании молодняка, как уменьшить потери (более 10%) поросят-отъемышей, как увеличить прирост свиней в следующей фазе производства свинины - на откорме? Для этого необходимо: перейти на двухфазный способ выращивания молодняка или применить традиционный трехфазный способ выращивания и откорма молодняка свиней с содержанием мелкими (до 10 гол.) группами или гнездом, использование бесшумных автоматизированных кормораздатчиков с программным управлением.

При 2-х фазном способе выращивания молодняка после отъема свиноматку переводят в группу холостых, а поросята-отъемыши остаются в станках для опороса и доращивания до 90...120 дневного возраста, затем гнездом переводятся в свинарник-откормочник. В свинарнике-откормочнике проводится откорм гнездом, не допуская перегруппировки животных, с представлением фронта кормления на каждого подсвинка (30 см/гол.).

В настоящее время Всероссийским научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом механизации животноводства (ВНИИМЖ) разработаны:

- станки из унифицированных элементов с применением местных строительных материалов для мелкогруппового содержания поросят-отъемышей и откармливаемого молодняка, обеспечивающие комфортные условия для животных и работы операторов;

- автоматизированный кормораздатчик с программным управлением, обеспечивающий автоматическую, нормированную раздачу сухих концентрированных кормов с одновременным их увлажнением.

Таким образом, для обеспечения бесстрессового содержания животных необходимо автоматизировать по заданному режиму следующие основные процессы:

- поддержание в заданных пределах температуры и влажности в помещениях и станках для различных половозрастных групп;
- обеспечение ультракрасного и ультрафиолетового облучения поросят;
- бесшумную работу раздатчиков кормов в автоматическом режиме по заданному графику;
- удаление и транспортировку из помещений навоза.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВАКУУМНОГО РЕЖИМА ПРИ МАШИННОМ ДОЕНИИ КОРОВ

Скоркин В.К., Антроповский Н.М. (ВНИИМЖ)

Одним из основных требований, предъявляемых к вакуумным установкам для машинного доения коров, является стабилизация вакуума. Снижение величины вакуума ведет к замедлению выдаивания и снижению продуктивности, а повышение величины вакуума может вызвать раздражение слизистых оболочек вымени и заболевание коров маститом.

Кроме того, любое отклонение величины вакуума от номинальной вызывает изменение режимов работы мембранных пневматических пульсаторов доильных аппаратов и подавляет рефлекс молокоотдачи у коров.

В серийных доильных установках для стабилизации вакуума применяют грузовые регуляторы, которые обладают значительной статистической погрешностью. Лучшие грузовые регуляторы имеют статистическую погрешность 0,8 кПа на 10 м³ проходящего через них воздуха.

Изменение расхода воздуха через грузовые регуляторы и отклонение величины вакуума в системе чаще всего зависит от количества подключаемых доильных аппаратов.

Кроме того, пропускная способность серийного грузового вакуумного регулятора составляет 80 м³/ч, что явно недостаточно для крупных молочных ферм.

Для централизованных вакуумных установок, имеющих высокую производительность и большие колебания расхода воздуха в начале и конце доения, необходимы вакуумные регуляторы, которые поддерживают постоянную величину вакуума независимо от проходящего через них воздуха.

С целью устранения этих недостатков в институте разработан ряд регуляторов вакуума, отвечающих техническим условиям работы вакуумных систем для машинного доения коров.

Одним из этих регуляторов является СВ-6 (стабилизатор вакуума), представляющий автоматическое устройство непрерывного действия с командным прибором-регулятором управления, работающим без постороннего источника энергии. Применяется в централизованных вакуумных установках крупных молочных ферм и комплексов.

Стабилизатор вакуума СВ-6 состоит из регулятора управления, клапана регулирующего и соединяющих их трубок.

Регулятором управления служит пружинный статистический регулятор вакуума прямого действия. Он представляет собой мембранную камеру, сверху которой расположена головка, а внизу регулировочный винт с пружиной. Головка имеет сверху входное отверстие для воздуха под клапаном и выходной штуцер. Клапан имеет резиновое уплотнение и шпильку.

Корпус мембранной камеры сверху имеет одно отверстие со штуцером, который резиновой трубкой соединяется с центральным вакуумпроводом.

Регулирующий клапан имеет корпус (тройник на 50 мм). На тройнике крепится седло, на котором установлен клапан. К нижней части корпуса крепится мембранная коробка, внутри которой находится большая рабочая мембрана с подвижной тарелкой. В центре тарелки упирается толкатель, а в него шток, передающие вертикальное перемещение тарелки мембраны основному клапану. Шток перемещается во втулке, направляющей колонки корпуса. На верхнем конце штока свободно сидит клапан с резиновым уплотнением. Сверху движение клапана ограничено скобой.

Обвязка стабилизатора вакуума СВ-6 с центральным вакуумпроводом осуществляется вакуумными трубками от доильного аппарата. Действие стабилизатора вакуума осуществляется за счет энергии проходящей рабочей среды.

При работе стабилизатора вакуума ход мембраны и клапана регулятора управления, необходимый для полного хода регулирующего клапана, весьма мал и изменения усилия пружины на таком малом ходу, а также действие меняющегося входного давления на клапан регулятора управления составляют незначительную часть от действия величины вакуума в магистральном вакуумпроводе на мембрану регулятора управления. Это означает, что стабилизатор вакуума при изменении расхода воздуха доильными установками и незначительном изменении атмосферного давления поддерживает величину вакуума в магистральном вакуумпроводе за счет незначительного отклонения её от заданной. Практически отклонение составляет 1...3% от номинала. Проведенные многочисленные исследования в производственных условиях и Подольской МИС показали, что при увеличении возмущающего воздействия в 8,4 раза (по ГОСТ 11730 требуется 15 м³/ч) отклонение величины вакуума составило 3,6 кПа в течение 0,25 сек. (по ГОСТ – 3 кПа в течение 3 сек.).

Стабилизатор вакуума СВ-6 прошел государственные приёмочные испытания, рекомендован к серийному производству и является неотъемлемой частью водокольцевых вакуумных установок производительностью 90 – 180 м³/ч и более.

НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГО - И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ СВИНОКОМПЛЕКСЕ

Гируцкий И.И., Павловский В.А. (БАТУ)

Промышленное свиноводство в Беларуси имеет давние традиции и вносит существенный вклад в производство мяса. Однако в последние годы в этой отрасли отмечен ряд негативных тенденций. Наряду с макроэкономическими

причинами, серьёзной причиной снижения эффективности свиноводства является низкий уровень организации технологических и производственных процессов на комплексах. Экспериментальные исследования важнейших технологических процессов на комплексах показывают на значительные потери кормов и энергии вследствие несоблюдения технологических требований и устаревших технологий управления.

Устранение ограничений релейно-контактных систем управления на основе информатизации технологического процесса откорма позволяет на свинокомплексе на 54 тысячи голов получить в год: уменьшение потерь комбикорма на 700 тонн, снижение расхода электроэнергии 21900 кВт·ч, повысить продуктивность не менее чем на 1 - 2 процента. Экономия комбикорма достигается за счет снижения таких существенных непроизводительных затрат как: несоблюдение норм кормления (перекорм, недокорм), несоответствие количества приготавливаемого и раздаваемого корма, технологические потери, обусловленные системой раздачи. Снижение затрат электроэнергии достигается за счет сокращения времени работы электрооборудования вследствие применения более эффективных алгоритмов работы. Продуктивность животных увеличивается повышением точности дозирования кормов и точным соблюдением зоотехнических норм кормления.

Такой эффект дает применение новых информационных технологий уже на нижнем уровне. Очевидно, что существенный вклад компьютеризация может внести в организацию движения поголовья на свинокомплексе.

В Беларуси, на ряде промышленных свинокомплексов, накоплен положительный опыт по применению автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) приготовления и раздачи жидких кормов. Срок окупаемости подобных АСУТП менее полугода.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ ЖИДКИХ КОРМОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ СВИНОКОМПЛЕКСЕ.

Гируцкий И.И., Жур А.А (БАТУ)

Эффективность автоматизации приготовления и раздачи жидких кормов на промышленном свинокомплексе в значительной степени зависит от надежности технических средств. Основным путем повышения надежности технических средств является повышение надежности каждого его элемента или блока. Действительно, чем больше элементов и связей в технических средствах автоматизации кормоприготовления и раздачи жидких кормов, тем больше вероятность отказа системы из-за выхода из строя какого либо ее элемента.

На свинокомплексе "Белая Русь" Узденского района Минской области, реализована микропроцессорная система приготовления и раздачи жидких кормов. Необходимость данной разработки вызвана низкой надежностью и ограниченными функциональными возможностями типовой автоматики.

В качестве управляющего устройства применен микропроцессорный контроллер КМС-1. Для дозирования доз в станки и учета количества воды при приготовлении жидкого корма применены индукционные расходомеры ИР-61.

Основные технические характеристики микропроцессорной системы:

- дискретность задаваемых доз для приготовления жидкого корма $\frac{1}{4}$ ванны;
- погрешность влажности жидкого корма – 1%;
- диапазон задаваемых с пульта оператора доз жидкого корма для выдачи в групповые кормушки 0-255л.;
- точность выдачи дозы в кормушки 3 - %;

В настоящее время на свинокомплексе “Белая Русь” функционирует 8 локальных линий приготовления и раздачи жидких кормов. Многолетний опыт эксплуатации (первая линия была внедрена в 1990 году) микропроцессорной системы кормоприготовления и раздачи жидких кормов на свинокомплексе свидетельствует о более высокой ее надежности по сравнению с типовой системой управления. По литературным данным на типовую систему управления приходится в среднем 12 отказов в год. Эксплуатация микропроцессорной системы показала, что в год случается в среднем 1-2 отказа в расчете на один шкаф управления.

В процессе эксплуатации системы производилась модернизация технологического оборудования. В частности, были переделаны концевые выключатели на раздаточной тележке, которые часто выходили из строя. Срок службы их значительно возрос.

Микропроцессорная система нормированного кормления свиней является надежным и эффективным средством, с небольшим сроком окупаемости.

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТОЙ В СВИНОВОДСТВЕ Каширский А.И. (СибИМЭ)

Отсутствие эффективных методов, моделей и алгоритмических средств, отражающих специфику производственных процессов индустриального животноводства, не позволяет использовать информацию в качестве производительной силы отрасли. Недостаточный уровень информационного обеспечения является первопричиной слабой организационной деятельности управляющей системы. В этих случаях стремятся экономить творческие, информационные и вычислительные ресурсы. Используют их, в основном, не для прогноза тенденций развития объекта, а лишь для того, чтобы противостоять появлению новых проблем и накоплению факторов неопределенности.

Для устранения вышеперечисленных противоречий нами разработан персональный банк данных “Диалоговое информационно-вычислительное обеспечение (ДИВО) в племенном свиноводстве”, включающий комплекс феноменологических моделей, принципы, схемы и программно-алгоритмические средства для управления селекционно-племенной работой.

Функционирование биотехнических систем в животноводстве обеспечивается взаимодействием разнообразных, связанных между собой физиологически, технически, технологически факторов и ресурсов. Имитацией различных условий в моделях удастся определить эти факторы и управляющие воздействия, которые могут повлиять на динамику производственных процессов. В конечном счете, важно

знать, какие действия необходимо предпринять, чтобы в будущем они повели себя в определенных заранее фиксированных (желательных) рамках.

Модели следует использовать в режимах *ex post* ("предсказание прошлого" на основе предшествовавших данных) и *ex ante* (предсказание предстоящего по данным настоящего и прошлого).

Анализ типа *ex post* - это процесс познания и оценки факторов, объясняющий предшествующую динамику и настоящее состояние объекта. Он предназначен как для проверки точности модели, так и для оценки на ее основе состояний моделируемого объекта.

Расчеты типа *ex ante* позволяют имитировать некоторые аспекты будущего функционирования объекта, а также предсказывать (прогнозировать) последствия продолжения его прошлых тенденций развития.

Разработка моделей - это многоступенчатый процесс, в котором используются как стандартные установившиеся методы, так и методика построения сценариев с привлечением квалифицированных экспертов. Формирование сценария происходит на качественном и количественном уровнях, а экспертные оценки сценариев трансформируются затем во встроенные в модель величины.

После нескольких итераций сопоставления расчетных данных с мнением экспертов модель уточняется настолько, что с ее помощью можно будет получать близкие к реальности результаты. Результаты, полученные при построении сценария, служат как для формирования самой модели, так и для аналитико-прогнозных расчетов. Такими расчетами определяем конкретные факторы и действия, которые могут обеспечить решение поставленных проблем. При этом в моделях используем расчетную, фактографическую и экспертную информацию.

Прием, повышающий точность моделирования, состоит в разработке совокупности моделей с последующим их объединением в одну систему. Не менее важным фактором является обеспечение достоверности исходной информации. Для этих целей нами разработан комплекс диагностических и идентификационных моделей. При этом наиболее достоверные данные могут быть получены лишь в многофакторных экспериментах при одновременном изменении нескольких факторов. Подобный процесс может проходить от постановки задачи, отладки и экспериментальной проверки отдельных частей модели до момента сдачи ее в промышленную эксплуатацию. Но для этого необходимо создавать гибкие программно-алгоритмические средства, позволяющие модифицировать не только модель, но и систему ее информационного обеспечения.

Объединяем модели в единую систему по их предназначенности с помощью взаимных входов и выходов. При этом для хорошо структурированной (формализованной) информации разработаны алгоритмические (жесткого типа) связи между моделями. Для слабоструктурированной (частично формализованной) и неструктурированной (или пока не формализованной) информации связь между моделями является свободной и ее осуществляет пользователь. Для этого используем так называемый WIMP-интерфейс, т.е. режим диалога пользователя с системой по технологически обоснованному сценарию и соответствующему ему меню. В сценариях фиксируем соотношения, позволяющие отслеживать тенденции изменения (тренды) происходящих процессов, а затем выбираем наиболее

эффективный вариант. При этом вариант развития объекта считаем эффективным, если получаемые (ожидаемые) результаты от его использования будут превышать сумму прямых затрат на его реализацию и условного ущерба от уменьшения ресурсов для выбора к реализации других вариантов развития объекта.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОТКОРМА СВИНЕЙ

Павловский В.А., Гируцкий И.И. (БАТУ)

Неудовлетворительное состояние свиноводства в Беларуси можно объяснить по-разному. Однако основным является несоблюдение параметров технологических процессов. Последствия недокорма животных, отключения отопления не всегда правильно оценивается специалистами разных уровней. Около 80 процентов в себестоимости производства свинины занимают корма и их эффективному использованию необходимо уделять максимум внимания.

На процесс откорма свиней влияет генетический потенциал, условия содержания и уровень кормления.

Успех анализа процесса откорма свиней зависит от правильного выбора формализованной модели, связывающей выходные параметры с параметрами кормления и содержания животных. В основе модели лежит зависимость текущих суточных привесов животного от расхода кормов при определенных условиях содержания. Характерной чертой такой зависимости является наличие поддерживающей дозы корма и зоны насыщения привесов. Продуктивная доза корма при анализе выделяется из полученной животным дозы, предполагается что она больше поддерживающей. Поддерживающая доза обеспечивает животное энергией необходимой для жизни.

На основании данных зоотехнических опытов нами построена математическая модель откорма свиньи. Отклик, в виде суточных привесов, имеет существенно нелинейную зависимость от расхода кормов. На основе электронных таблиц Excel создана модель, позволяющая сравнить различные стратегии откорма. В качестве основных показателей эффективности используется расход корма на единицу привеса и расчетная прибыль. В качестве дополнительных показателей рассчитывается число дней откорма и общий расход кормов. Настоящая работа является базой для создания ресурсосберегающей технологии откорма свиней. Создание компьютерной модели позволяет рассчитать результаты и оптимизировать процесс откорма. С помощью компьютерной модели реально возможно рассчитать оптимальную дозу корма для каждого кормления.

Создание компьютерной модели откорма свиней этап на пути создания автоматической системы управления откормом. Комплексная автоматическая система управления технологическими процессами приготовления и раздачи кормов - это путь к достижению полного контроля работы системы, поддержанию заданных параметров технологического процесса на уровне оптимальных, анализу результатов всей деятельности.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ СИНТЕЗА ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ

Епишко Т.И., Федоренкова Л.А. (БНИИЖ)

Для изучения селекционных тестов в свиноводстве использован автоматизированный метод генетического анализа и синтеза в сетевых пробных скрещиваниях, позволяющий, не прибегая широко к промышленному скрещиванию, в короткие сроки провести ассоциативный отбор родительских форм, осуществить подбор лучших генотипов, проверенных на комбинационную способность мужского и женского компонента, и экспериментально оценить генетическую не тождественность полов по набору хозяйственно-полезных признаков.

Концепция ассоциированных генетических систем основана на целостном подходе к генотипу организма, на учете связей и соотношений между генетическими элементами. При этом подходе фенотип организма рассматривается как система ассоциированных признаков (А). Для количественной оценки комплекса ассоциированных признаков использована новая генетико-статистическая мера - результирующий параметр (Y).

Использование метода генетического анализа и синтеза в широкомасштабной селекции для генетической оценки разводимых на племя заводах и селекционно-гибридных центрах пород, типов и линий свиней, позволяет осуществить отбор наиболее эффективных генотипов с последующим подбором родительских форм для скрещивания и получения высокого и стабильного эффекта гетерозиса.

Для проведения генетического анализа и синтеза в сетевых пробных скрещиваниях были разработаны автоматизированные программы, и осуществлен сбор, накопление и обработка данных зоотехнического и племенного учета продуктивности разводимых в республике пород свиней: крупной белой, белорусской черно-пестрой, белорусской мясной и эстонской беконной.

При сравнительной оценке продуктивности свиноматок изучаемых пород выявлено, что наиболее высокими показателями многоплодия, молочности, массы гнезда при отъеме характеризуются матки крупной белой породы как по первому, так и по второму опоросу соответственно 10,6-11,4 гол., 52,5-53,3 кг, 171,1-180,7 кг. Несколько ниже аналогичные показатели у белорусской мясной породы (10,5-11,2 поросенка на опорос, молочность - 52-54,2 кг, масса гнезда при отъеме - 167,8-185,6 кг).

Проведена обработка показателей мясных и откормочных качеств у 1916 животных. Установлено, что наиболее скороспелыми (187,7 дня) с высоким среднесуточным приростом живой массы (713 г) и низкими затратами корма на 1 кг прироста (3,5 к.ед.) являются животные белорусской мясной породы, которые отличаются выполненным окороком (11 кг), большой площадью "мышечного глазка" (31,6 см²) и превосходят аналогичные показатели сверстников других пород на 8,6-9%. Высокие показатели мясной продуктивности отмечены у животных эстонской беконной породы: длина туши - 97 см, масса окорока - 10,6 кг, площадь "мышечного глазка" - 29,9 см² и толщина шпика - 26,1 мм.

Однако характеристика абсолютных показателей продуктивности, не дает объективной оценки той или иной породе и не определяет ее значимость при отборе. Поэтому для характеристики структурообразующей роли признака и коли-

чественной характеристики комплекса признаков родительских форм использовали коэффициенты ассоциации (А) и результирующий параметр (У), которые позволили определить, что наиболее высокими показателями коэффициентов ассоциации репродуктивных качеств характеризуется генотип крупной белой породы (А=3,1). Анализ взаимосвязи признаков откормочной и мясной продуктивности показал, что высокими показателями коэффициентов ассоциации характеризуются животные белорусской мясной (5,5) и эстонской беконной породы (6,0).

Количественная оценка комплекса ассоциированных признаков показала, что крупная белая порода свиней является лучшей популяцией по репродуктивным признакам (У=455). Высокими показателями результирующего параметра по репродуктивным признакам характеризуется также популяция свиней белорусской черно-пестрой породы (У=431). По откормочным и мясным качествам наиболее высокие значения результирующего параметра (У) имеют животные белорусской мясной (25,6) и эстонской беконной пород (25,6), низкие - крупной белой (19,8). Очевидно, эти популяции являются более консолидированными и интегрированными генотипами по откормочным и мясным качествам.

Высокая консолидация мясных качеств показала, что животные белорусской мясной и эстонской беконной пород являются отцовской формой, и их рекомендуется использовать на заключительных этапах скрещивания для улучшения откормочных и мясных качеств помесного молодняка.

Таким образом, на основании комплексной оценки абсолютных показателей репродуктивных, откормочных и мясных качеств, коэффициентов ассоциации системы признаков, результирующего параметра установлено, что наиболее интегрированными генотипами являются животные крупной белой, белорусской черно-пестрой и белорусской мясной пород, которые можно использовать для гетерозисной селекции.

Эффективность гибридизации определяется участием в ней пород и линий, проверенных на комбинационную способность (КС), генетическая обусловленность которой дает возможность прогнозировать результаты скрещивания исходных пород. Однако используемые в скрещиваниях породы имеют одновременно положительные оценки комбинационной способности по одним признакам и отрицательные по другим. Поскольку ассоциативный отбор предусматривает оценку по комплексу признаков, то это в значительной степени затрудняет определение ценности отдельной породы животных как генетически целостной системы.

Поэтому для характеристики родительских форм по комплексу признаков использовали оценку ассоциативной комбинационной способности (АКС), под которой подразумевается способность родительских форм как целостной генетической системы влиять при скрещивании на комплекс ассоциированных количественных признаков у гибрида.

Расчет ассоциированной комбинационной способности (АКС) определил наиболее высокие ее значения у материнских форм КБ (2,3) и отцовских БМ (6,8).

Анализ оценок комбинационной способности показал, что лучшей материнской формой является крупная белая порода, отцовской - белорусская мясная, положительно влияющая на улучшение показателей откормочных и мясных качеств у гибридов, не снижая при этом репродуктивных признаков.

Таким образом, автоматизация селекционного процесса с использованием селекционных тестов (коэффициентов ассоциации, результирующего параметра, общей и ассоциативной комбинационной способности) для генетической оценки разводимых на племя заводах и селекционно-гибридных центрах пород свиней позволила в 2 раза сократить сроки отбора наиболее эффективных генотипов и подбора родительских форм для скрещивания и получение высокого и стабильного эффекта гетерозиса - 11%.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА В СВИНОВОДСТВЕ

Федоренкова Л.А., Епишко Т.И.,
Подскребкин Н.В., Михайлов И.А. (БНИИЖ)

Эффективность селекции в значительной мере зависит от информационного обеспечения. Убедительным свидетельством этого служат высокие темпы генетического улучшения животных в странах Западной Европы и Америки, где информационные системы функционируют с 60 годов.

Неотъемлемым элементом обеспечения племенной работы в условиях племенных хозяйств является использование персональных ЭВМ, позволяющее ускорить комплексную оценку животных, оперативно анализировать селекционные процессы в разводимых популяциях свиней, просчитывать селекционно-генетические параметры их продуктивности.

Заднепровский селекционно-гибридный центр (СГЦ) по своей технической оснащенности и возможностям является уникальной научно-производственной базой свиноводства, располагающей передовой селекционно-генетической службой, техникой и технологией, высокопродуктивным породным генофондом (крупная белая, белорусская мясная, дюрок), способным оказывать существенное влияние на дальнейшую интенсификацию отрасли свиноводства Беларуси.

Методическое обеспечение селекционно-гибридным центром осуществляет Белорусский научно-исследовательский институт животноводства.

На СГЦ разработана и внедрена система АСУ-селекция с компьютерным обеспечением, которая базируется на фундаментальных исследованиях популяционной генетики, принципах построения оптимальных вариантов совершенствования популяций, позволяющих решать целый ряд важных селекционных задач, и предусматривает создание баз данных и на их основе банка данных на различных уровнях. В ее состав входят следующие задачи:

- создание и внедрение информационных массивов данных племенного учета;
- формирование и вывод форм племенного учета и отчетности;
- расчет родственных связей и коэффициентов инбридинга;
- оценка и отбор ремонтного молодняка;
- комплексная оценка свиноматок;
- комплексная оценка и отбор хряков;
- обработка данных контрольного откорма и убоя свиней;
- генетико-математический анализ селекционируемых признаков;

- анализ работы по воспроизводству стада свиней;
- составление сводной ведомости по бонитировке свиней.

Основной целью разработки комплекса задач является повышение достоверности данных и снижение трудоемкости ручных операций при обработке данных учета на селекционно-гибридном центре, а также обеспечение процессов накопления информации о происхождении, развитии, репродуктивных качествах животных, качестве их потомства.

В качестве входных документов используются формы (1-СВ, 2-СВ, 10), содержащие данные о наличии и состоянии животных. После ввода информация размножается в файлах "Свиноматки", "Хряки", "Племенной молодняк". В процессе эксплуатации животных в качестве входных документов используются формы 1+8.

Все поступившие информационные сообщения преобразуются, сортируются, сводятся в массивы - базы данных, которые, в свою очередь, формируют банк данных, всесторонне характеризующий продуктивные, технологические и племенные качества животных.

Внедрение разработанного комплекса программ позволило специалистам селекционно-гибридного центра получать качественную, полную и достоверную информацию в любой момент времени, о любом животном, за любой промежуток времени по результатам осеменений, опоросов, контрольного выращивания, контрольного откорма, информацию о происхождении, развитии и продуктивности хряков, свиноматок и ремонтного молодняка. Автоматизация подбора пар позволила высвободить значительную часть времени у зоотехников-селекционеров, полностью исключить возможность инбридинга при разведении свиней.

Значительно ускорилась и облегчилась работа по выписке племенных свидетельств на реализуемый молодняк свиней и проведении бонитировки.

Разработанная "Информационно-аналитическая система управления селекционно-племенной работой в свиноводстве" позволяет зоотехнику-селекционеру из баз данных в автоматическом режиме выполнять анализ состояния селекционных стад по каждой породе в разрезе линий, семейств. Селекционер из баз данных получает информацию о количестве маток в линии, показатели средней продуктивности маток ведущих групп, линий и стада.

Расчеты изменчивости, стандартных отклонений и коэффициентов наследуемости дают возможность селекционеру судить об уровне отселекционированности и потенциальных возможностях линии, стада, популяции.

Поскольку эффективность селекции заключается в одновременном улучшении ряда племенных и продуктивных качеств, в процессе этой работы возникает необходимость комплексного изучения взаимосвязей воспроизводительных признаков с откормочными и мясными качествами, показателями роста и развития. Система ведет расчеты коэффициентов корреляции между признаками и устанавливает корреляционные плеяды, которые позволяют селекционеру теоретически обоснованно сократить число основных селекционируемых признаков за счет выбора из каждой плеяды одного наиболее важного.

Внедрение информационно-аналитической системы управления селекционным процессом на селекционно-гибридном центре "Заднепровский" позволя-

ет моделировать селекционный процесс, осуществлять прогноз эффективности отбора и подбора в последующих поколениях и выбор таких вариантов селекции, которые обеспечивают максимальную скорость достижения уровня продуктивности, предусмотренного селекционно-генетическими программами работы с породами и типами свиней.

**РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ И ОПТИМАЛЬНЫХ
АЛГОРИТМОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПТИЧНИКА**
Мартыненко И.И., Решетюк В.М. (НАУ, Украина)

Рассматривая выбор алгоритмов адаптации, необходимо отметить, что в зависимости от объема априорной информации о параметрах объекта, внешних возбуждениях, можно выделить две группы методов, с помощью которых они строятся.

Первую группу составляют градиентные методы, которые используют при малых объемах информации о состоянии объекта, в случаях, когда они не определены, ограничены определенными функциями. При этом сведения о внешних возбуждениях могут быть разнообразными. Это могут быть неопределенные ограниченные функции, которые удовлетворяют определенным неравенствам, случайные процессы с неизвестными или известными законами распределения.

Вторую группу определяют методы, которые базируются на теории статистических решений. Они применяются в случае, когда известны априорные сведения о законах распределения параметров объекта. Плотность распределения уточняется в процессе работы системы. При этом предлагаются известные законы распределения случайных внешних возмущений.

Учитывая то, что на температурный режим в птичнике значительное влияние имеют случайные возмущения, в основу построения алгоритма управления положен метод разделения, который утверждает, что задачу стохастического управления можно представить как две отдельные задачи: оптимальной фильтрации и оптимального детерминированного управления.

Применение в качестве управляющего устройства микроконтроллера дает возможность для решения первой задачи использовать формулы оценки состояния фильтра Калмана.

Решение второй задачи базируется на методе синтеза систем управления с использованием критерия максимальной степени устойчивости.

Для разработки алгоритма модель объекта управления и измерительной системы была представлена в виде линейной системы уравнений в пространстве состояний. При этом в связи с очень малым значением времени запаздывания, по сравнению со временем дискретизации, в дальнейшем оно не учитывалось.

Модель, которая изображена системой векторных дискретных уравнений совпадает с моделью, для которой сформулирована теорема Калмана.

Результаты опытных данных показали, что оптимальная оценка получается после 9...11 шагов. При этом значение ошибки фильтрации достигает $0,09$ $(^{\circ}\text{C})^2$. Затем ошибка остается неизменной с точностью до 10^{-6} . Время получения

оптимальной оценки составляло 5 секунд, с учетом пошагового выведения полученных результатов, что значительно меньше времени дискретизации.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

(на примере промышленного птичника)

Мартыненко И.И., Решетюк В.М. (НАУ, Украина)

Функционирование организма птицы в изменяемой среде, необходимость непрерывной адаптации к условиям среды, невозможны без наличия в нем свойств стохастичности, вероятности, многомерности. Эти свойства проявляются в отсутствии единой реакции системы при одинаковых внешних условиях. При математическом моделировании таких процессов возможно использование трех классов моделей: функциональные, структурно-функциональные и модели, построенные на основе физико-химических законов.

Для биологических систем характерно внутреннее структурирование. В этом случае необходимо рассматривать систему, с точки зрения структурно-функциональных моделей. При построении таких моделей необходимо рассматривать систему, которая содержит несколько блоков, которые взаимодействуют между собой. Рассматривая промышленный птичник как систему, его можно расчленить на структурные блоки. При этом не все входы и выходы каждого блока поддаются контролю. В этом случае для каждого блока применяли минимальное математическое описание. Для определения коэффициентов системы уравнений в полной мере использованы качественные сведения о физиологии птицы. Для закрепления уверенности в правильности выбора структурно-функциональной модели системы, проверена ее работа в условиях, которые не были использованы в качестве базовых для определения коэффициентов.

В процессе жизнедеятельности организм птицы обменивается энергией с окружающей средой. Деятельность всех систем организма направлена на обеспечение обменных процессов. Преобразование веществ, которые поступили в организм птицы, происходит в результате процессов ассимиляции и диссимиляции.

Поддержание термического гомеостаза биологического объекта осуществляется за счет сохранения баланса между теплопродукцией тела и теплотой, которая отдается в окружающую среду. У птицы процесс теплопродукции непосредственно связан с усвоением корма.

Известно, что птица имеет относительно постоянную температуру тела, которая не зависит от температуры окружающей среды. Совокупность макрокопических тел, которые могут обмениваться между собой и внешней средой веществом и энергией, при наличии обмена с внешней средой, образуют открытую термодинамическую систему, которой и представлена птица. Поддержание этой системы при установившемся температурном режиме возможно только при условии непрерывного обмена тепловой энергией между организмом и окружающей средой, а это в свою очередь требует наличия в организме источников теплоты.

В соответствии с этим, рассмотрена структурная схема хемотепловой системы. Птица, получая корм в виде обменной энергии, совершая работу, синтезирует яичную массу. При этом она тратит энергию на прирост массы и на поддержание теплового гомеостаза организма. Интенсивность энергетического обмена зависит от величины птицы, вида, породы, пола, возраста, продуктивности, мышечной деятельности, окружающей температуры, периода суток, кормления и других факторов.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ – КАК ПОДСИСТЕМА АСУ ПТИЧНИКА

Лысенко В.Ф., Ботвин В.Л. (НАУ, Украина)

Характерные особенности сельскохозяйственного производства определяют целый ряд специфических требований относительно использования методов и средств автоматики. Оборудование в таких объектах работает в агрессивной среде (широкие границы изменения влажности и температуры, наличие пыли, агрессивных газов, вибрации и т.п.).

В то же время подавляющее большинство систем локального автоматического управления сельскохозяйственного назначения в отличие от централизованных систем управления, не позволяют оперативно и гибко реализовывать критерий управления соответствующими технологическими процессами.

Опыт эксплуатации типовых систем автоматизации сельскохозяйственного назначения показывает, что промышленные регуляторы далеко не всегда удовлетворяют технологическим требованиям. Связано это, прежде всего, со спецификой сельскохозяйственных объектов управления, которые представляют собой большого объема производственные помещения. Последним свойственны значительные чистые запаздывания.

Учитывая опыт эксплуатации разнообразных систем автоматического управления, нами был сделан вывод о невозможности единоразовой настройки оборудования на постоянный оптимальный режим. Параметры таких систем меняются во времени, что обусловлено изменением параметров объекта (для нашего случая, таким объектом является птичник с птицей и технологическим оборудованием).

Кафедрой «Автоматизации сельскохозяйственного производства» совместно с кафедрой «Информатики и вычислительной техники» ведется работа, направленная на создание адаптивной оптимальной системы автоматического управления, которая бы значительно уменьшила негативное влияние изменяющихся во времени объектов и, кроме того, была бы построена на современных средствах автоматического управления, совместимых с распространенными интерфейсами. Основные требования, которые на наш взгляд следует предъявлять к системе, должны быть такими: надёжность, гибкость, высокая производительность, совместимость с отечественными и зарубежными первичными преобразователями, компактность, возможность дистанционного управления, низкое потребление электроэнергии, приемлемая цена.

При выборе инструментального программного обеспечения предпочтение было отдано SCADA среде проектирования GENIE. Информационно-поточная модель программирования дала нам возможность построить алгоритмы, которые имеют такие преимущества:

- структуру, удобную для внесения изменений;
- поддержка большого числа объектов визуализации, протоколов передачи данных, системных средств на уровне операционной системы;
- изменение элементной базы (дополнительные датчики, исполнительные механизмы и т.д.) не требует кардинальной реконструкции программного кода.

Оптимизация системы осуществлялась путем минимизации квадратичного функционала качества J . Расчет функционала производился в такой последовательности:

- 1) реструктуризация передаточной функции, представленной в виде полиномов к виду сумм простейших функций;
- 2) нахождение оригиналов передаточных функций, найденных на первом этапе;
- 3) расчет функционала на основании оригинала передаточной функции.

Параметры настройки регулятора определялись градиентными поисковыми методами. При этом, последние контролировались на сходимость и устойчивость. Изменение параметров регулятора производилось после лишь проверки системы на устойчивость.

Следует отметить, что выбор методики алгоритмической реализации, определялся с учетом последовательности и быстродействия микропроцессорных вычислений.

Принимая во внимание тот факт, что проведение активной идентификации энергетических объектов такого рода, как птичник исключен, была использована методика пассивного эксперимента. При этом принималось, что структура математической модели и ее размерность известны.

Поисковые алгоритмы идентификации базируются на методах параметрической стохастической оптимизации, в которых для формирования выборки используется динамическое оценивание.

Стоимость оборудования, его монтаж и наладивание делает подобную систему наиболее приемлимой во многих проектах АСУ ТП птицефабрик, в том числе с ограниченным бюджетом. К преимуществам такой системы можно также отнести и тот факт, что ее эксплуатация может выполняться специалистами, которые имеют как высокий так и начальный уровень подготовки в отрасли информационных технологий.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ.

Ковалинский А.И. (БАТУ)

Наибольшее количество автоматических систем, применяемых на птицефабриках, используются для поддержания микроклимата птичниках и инкубаторах. При этом надо отметить, что к ним предъявляются очень жесткие требо-

вания по точности контролируемых параметров и по эксплуатационной надежности самих автоматических систем, так как простои оборудования свыше нормативных перерывов приводят к нарушению режимов содержания птицы, потерям продукции, перерасходу кормов и ухудшению экономических показателей работы птицеводческих комплексов.

Подсчитано, что нарушение режимов работы автоматических систем управления микроклиматом снижает продуктивность на 15%, а в случае несвоевременного обнаружения аварии продуктивность снижается на 25%.

В связи с вышеизложенным представляет особый интерес количественно определить "удельный вес" обобщенных факторов и их составляющих, направленных на поддержание работоспособности автоматических систем контроля и управления микроклиматом в помещениях.

Количественная оценка факторов, определяющих работоспособность систем, была определена экспертным методом. Он обычно используется, когда невозможна или затруднительно использовать другие методы, такие как экспериментальный или расчетный.

В настоящее время разработан ряд конкретных методик проведения экспертных оценок, а применительно к оценке качества продукции разработаны ГОСТы.

Выполненные расчеты позволили ранжировать обобщенные и составляют факторы, а также определить степень влияния их на работоспособность систем автоматики. Таким образом, приведенная методика позволяет обосновать значимость обобщенных и составляющих факторов и тем самым количественно оценить степень их влияния на работоспособность систем автоматики для контроля и управления микроклиматом на птицеводческих предприятиях.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. Нагорский И.С. Гутман В.Н., Забродский Д.А. (ГП "БелНИИМСХ")

Установки для раздачи сухих кормов пороссятам-отъемышам КПС-108.46, применяемые на комплексах по выращиванию и откорму 108 и 54 тыс. свиней, имеют шнековые распределители с кормушками (14 шт. на 600 голов.). Корм канатно-дисковым транспортером загружается в распределительные шнеки через автоматически действующие заслонки с электромагнитным приводом. Недостатком этой системы является ненадежная работа автоматического устройства для отключения шнека при заполнении последней кормушки, что снижает надежность всей системы раздачи, увеличивает количество приводов и энергоемкость процесса.

Республиканская программа развития комплексов по производству свинины на 1996-2000 гг. (Постановление КМ РБ от 16.08.96 г. № 546) и Государственная программа развития птицеводства в Республике Беларусь на 1998-2002 гг. (Постановление КМ РБ от 06.08.98 г. № 1241) предусматривают повышение технического уровня технологического оборудования для приготовления и раздачи кормов и на его основе снижение расхода кормов на центнер привеса.

Одним из путей повышения эффективности использования комбикормов

на свиноподкомплексах и птицефабриках является разработка в ГП БелНИИМСХ транспортера с гибкой безвальной шнековой спиралью. Применение гибкого транспортера с тупиковой схемой раздачи комбикормов позволит отказаться от выгрузного транспортера и снизить затраты электроэнергии по сравнению с тросо-шайбовым транспортером на 40%.

Существенным требованием при разработке новых транспортеров и кормораздающих систем в целом является автоматизация загрузки сухим комбикормом кормушек и других промежуточных емкостей. При отсутствии датчика заполнения кормом последней кормушки, возможно запересовывание корма в коужу, что приведет к выходу из строя спирали или привода.

Кроме того, кормление свиней и птицы должно быть автоматизировано, чтобы высвободить оператора для ухода за животными и птицей. Поэтому кормораздатчик должен быть снабжен микропроцессорной системой управления.

Современные тенденции в кормлении свиней и птицы сухим комбикормом требуют смешивания его с кормовыми балансирующими и лекарственными добавками в зависимости от физиологического состояния свиней и птицы. Поэтому кормораздающие системы высокого технического уровня в свиноводстве и птицеводстве должны быть оснащены многофункциональными надежными системами контроля и автоматического управления технологическим процессом.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЦЕХА ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ КОМБИКОРМОВ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВ

Нагорский И.С., Селезнев А.Д., Савиных В.Н.,
Хруцкий В.И. (ГП "БелНИИМСХ")

Эффективность технологических процессов приготовления комбикормов в современных условиях в значительной мере определяется управлением качеством продукции на всех стадиях её производства.

В БелНИИМСХ разработано оборудование для приготовления рассыпных комбикормов, которое позволяет реализовывать различные технологические схемы, обеспечивающие производительность 0,5; 1; 2; 4-5 т/ч. Основные из этих схем реализованы в колхозе "Вишнёвка", в агрокомбинате "Снов" Минской области, совхозе-комбинате "Западный" Брестской области, племзаводе "Ведрич" Гомельской области и в других хозяйствах.

Средства механизации технологических процессов приготовления комбикормов имеют в своем составе дробилки, смесители, весовые устройства, устройства ввода жидких и сыпучих обогатительных добавок, транспортные механизмы, блоки накопления исходных компонентов и продукции.

Система управления качеством продукции состоит из средств автоматизации различной степени сложности от простейших, оснащенных устройствами ручного задания доз компонентов, до включающих в себя микропроцессорные системы, программируемые контроллеры и т. д. Она включает подсистему автоматизации дозирования, обеспечивающую управление взвешиванием компонентов комбикормов, в том числе жидких и сыпучих обогатительных добавок и суперконцентра-

тов. Память микропроцессоров позволяет приготовить в автоматическом режиме до 16 различных рецептур комбикормов, учитывая расход и наличие компонентов.

Накопительные ёмкости снабжены датчиками верхнего и нижнего уровня, а расходные бункера - специальными питателями, которые обеспечивают равномерную подачу исходных компонентов. Питатели дробилок оснащены устройствами автоматического регулирования подачи материалов в зависимости от тока электродвигателя привода дробилки, что позволяет оптимизировать процесс работы дробилки. Для этого используются тиристорные преобразователи для регулирования частоты вращения асинхронных трёхфазных электродвигателей.

Устройство управления включает в себя: микропроцессорный блок; панель управления; контроллеры управления дозированием сыпучих и жидких компонентов; мнемосхему с индикацией.

Микропроцессорный блок обеспечивает приём, хранение и обработку информации, а также выдачу необходимых команд о ходе технологического процесса. Он снабжен устройством ввода информации с алфавитно-цифровой клавиатуры, а также устройством приёма логической информации от внешних источников (измерительные приборы, датчики состояния механизмов, датчики уровня и т.д.)

На панели размещены средства управления, коммутации силовой части и защиты электрооборудования, средства аварийной и технологической сигнализации, а также кнопочная клавиатура для дистанционного управления.

Контроллеры для управления дозированием обеспечивают работу дозаторов в автоматическом режиме, а также работу системы в режиме дистанционного управления с использованием кнопочной клавиатуры для ввода и вывода программируемой информации.

Порядок управления работой технологического оборудования следующий:

Оператор задает требуемый рецепт комбикорма или выбирает его из имеющихся в памяти контроллера, включает контроллер. Технологическое оборудование для транспортирования исходных компонентов в блок весового дозирования включается автоматически. Заданный вес порции комбикормов и его текущее весовое значение отображаются в цифровом виде на табло контроллера. Когда текущие веса исходных компонентов достигнут расчетных значений, соответствующих заданной порции комбикорма, подается команда на загрузку исходных компонентов в накопительный бункер над дробилкой.

Оператор включает линии транспортирования и измельчения исходных компонентов, а также линию смешивания.

Одновременно с загрузкой порции сыпучих материалов в смеситель вводятся жидкая жировая и растительная добавки.

После окончания процесса загрузки исходных компонентов они смешиваются в течение 3 мин и направляются в накопительные бункера готовой продукции. Приготовление последующих порций комбикормов и их транспортирование идет в автоматическом режиме.

По мере выдачи порций исходных компонентов, оператор дает команды на автономные системы управления заполнением приемных бункеров исходным сырьем. Контроль заполнения бункеров осуществляется сигнализаторами уровня.

Подвоз исходных компонентов и отвоз готовой продукции осуществляется автомобильным транспортом.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КОРМОПРИГОТОВЛЕНИЯ

Добролюбов И.П., Ляпин Е.В. (НГАУ)

Реализация на практике энерго- и ресурсосберегающих технологий при обеспечении высокого качества кормов невозможна без применения оперативных методов и систем автоматического управления режимами (САУР) работы машин и оборудования, адаптированных к сырью, технологическим операциям, условиям эксплуатации и обслуживания. Это особенно важно для сельскохозяйственных агрегатов с рабочими машинами, у которых нагрузочные диаграммы обладают резкопеременным (ударным), случайным характером с большой вариацией значений параметров (различного рода дробилки и измельчители), которые работают с низкокачественными источниками энергии (имеющими резкие колебания напряжения сети, перекос фаз и т.д.) при отсутствии квалифицированного технологического и технического обслуживания.

На примере кормодробилок сформулированы требования к САУР, построенной на базе компьютерных систем и информационных технологий. Определены контуры управления скоростным, нагрузочным, тепловым режимам, а также режимом энергопотребления электропривода и агрегата. При этом обеспечивается возможность управления вращающим моментом и скольжением асинхронного двигателя с использованием различных методов (переключением соединений фаз, тиристорным управлением напряжения и др.), а также режимом работы загрузочного транспортёра (дискретно) и непрерывно.

Разработана уточнённая модель динамических процессов указанных агрегатов. Рабочий процесс представляется в виде суммы двух составляющих: непрерывного случайного процесса с нормальным законом распределения вероятностей (параметры которой определяются, в основном, полностью раздробленным сырьём и импульсной квазипериодической случайной последовательности (законы распределения параметров которой определяются преимущественно исходным сырьём).

Исходя из значений коэффициента вариации рассматриваемых процессов (который в зависимости от вида сырья колеблется в пределах 0,1- 0,3), практически реализуемой погрешности измерения параметров агрегата и управления им, а также заданной достоверности определения текущего состояния объекта управления, на механической характеристике двигателя определена зона оптимального функционирования агрегата.

Данная САУР может быть отнесена к классу адаптивной САУ с управлением на входе и позиционным управлением. По интегральному критерию минимизации средней квадратической ошибки управления рассчитаны оптимальные амплитудно-частотная и импульсная переходная характеристики САУР и управляющего устройства (которое является близким аналогом ПИД-регулятора).

САУР конструктивно выполняется в двух вариантах: с применением адаптера для согласования датчиков с персональным компьютером и с применением контроллера, имеющего более широкие возможности по извлечению информации, её предварительной обработке и передаче на компьютер.

Применение автоматизированных технологических комплексов кормоприготовления, в составе которых имеются и САУР, позволит существенно снизить энергозатраты при получении высокого качества кормов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ ИЗ ТРАВ

Пиуновский И.И. (ГП "БелНИИМСХ"), Шупилов А.А. (ААН РБ)

Моделированию и идентификации технологических процессов, особенно в кормопроизводстве, не уделяется должного внимания, хотя их модели позволяют раскрыть сущность происходящих явлений, оптимизировать материально-технические и энергетические ресурсы.

Особенностью технологических процессов заготовки кормов из трав является возникновение количественных и качественных изменений в результате воздействия техногенных нагрузок во времени, в течение которого происходят превращения свежей травы в продукт длительного хранения (сено, сенаж, силос, травяная мука).

При этом кроме динамического воздействия с целью ускорения удаления из листостебельной массы избытка влаги происходят микробиологические процессы, вызванные ферментативной жизнедеятельностью клеток в условиях ограниченного поступления питательных веществ.

Динамическое воздействие приводит к механическим потерям, а микробиологические процессы - к изменениям качественных показателей корма.

Многочисленными исследованиями во многих странах определены диапазоны изменения этих потерь. Однако недостаточно изучены факторы, влияющие на возникновение этих потерь, особенно в экстремальных условиях уборочного периода, что не позволяет установить пути устранения этих потерь.

Потери зависят от вида трав (бобовые, злаковые и их смеси), фазы их вегетации и погодных условий в период уборки.

Общие потери при заготовке сена из злаковых трав составляют 20-30 % при благоприятных погодных условиях и до 45% при плохих, а из бобовых соответственно 35-40 и до 55%.

Основные потери выращиваемого урожая в технологическом процессе заготовки кормов из трав происходят в уборочных операциях: при скашивании - от 10 до 20%, от дыхания - от 0,05 до 1% в час, при плющении от 2 до 4%, при ворошении - от 5 до 20%, от вымывания осадками - от 2 до 4%, при прессовании тюков - до 3%, рулонов - до 10%, при прессовании из плотных валков - до 3%, а при прессовании из рыхлых валков - до 15%.

При интенсификации процесса сушки трав минимальные потери при заготовке сена достигают 8-9% у злаковых трав и 20-25% - у бобовых за убороч-

ный период в 2-3 дня хорошей погоды, что в 2-3 раза ниже, чем при уборке существующими технологическими приемами.

Идентификация моделей технологических процессов позволит вскрыть причины возникновения потерь и определить методы их устранения, что приведет к увеличению сбора кормов с фактических уборочных площадей, примерно на 30-40%.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОСУШКИ СЕНА АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ

Автомонов И.Я., Скоркин В.К. (ВНИИМЖ)

Для повышения эффективности заготовки сена с досушкой активным вентилированием (а. в.) необходимо:

- обеспечить равномерную сушку травы в разных зонах хранилища и сократить длительность досушки (менее двух недель);
- сократить расход электроэнергии без снижения качества сена и увеличения потерь корма за счет применения рациональной системы управления процессом.

Эти задачи затруднено решать при досушке сена непосредственно в широко применяемых хранилищах (сарай, навесы) несколькими независимыми не регулируемые вентилиационными установками. В разных зонах хранилища сено досушивается крайне неравномерно, поэтому практически невозможно управление процессом и проведение его по научно-обоснованному технологическому регламенту.

Наиболее доступно они решаются при реализации следующих технологических и технических решений, разработанных нами на основе обобщения производственного опыта и результатов исследований (в т.ч. наших):

1. Ускоренная досушка сена а. в. производится в 2-х заблокированных с хранилищем камерных порционных сушилках (на 40-50 т готового сена в каждой) с герметичными стенками (для устранения утечки воздуха) и равномерной подачей воздуха под все основание камеры. Высушенное сено из них перегружают в дешевое хранилище без вентилиационного оборудования, сушиллки используются многократно.

2. Реверсирование во II периоде цикла досушки потока воздуха с нагнетания под штабель на отсос.

3. Регулирование подачи воздуха включением одного или двух осевых вентиляторов.

4. Упрощенная система управления процессом с учетом состояния досушиваемого сена и параметров атмосферного воздуха.

Указанные решения обеспечивают: равномерную сушку во всех зонах штабеля сена; сокращают в 1,5...1,8 раза длительность досушки и на 30...40% расход электроэнергии; снижают на 15...20% затраты на оборудование и хранилища.

Оптимизация процесса досушки может быть осуществлена только при использовании научно-обоснованной и доступной системы контроля и управления. Она должна обеспечивать:

- выбор периодов и режимов вентилирования с приемлемой эффективностью использования затраченной на привод вентиляторов энергии на всех стадиях досушки с учетом исключения значительного самонагревания сена и проведения досушки в требуемые сроки;

- объективную оценку момента завершения досушки.

В предлагаемой системе энергосберегающий режим вентилирования задается по оперативно измеряемой разнице между относительными влажностями отработанного и атмосферного воздуха ($\psi_0 - \psi$), которые обратно пропорциональны их влагопоглощательным способностям. Этот параметр наиболее полно характеризует эффективность вентилирования на разных стадиях досушки и позволяет оперативно регулировать режим вентилирования (работа 2-х или одного вентиляторов, прекращение вентилирования).

При равномерной подаче воздуха под все основание сушильной камеры влажность отработанного воздуха одинакова по всей поверхности штабеля. Поэтому она измеряется в одной точке над поверхностью штабеля в центре камеры.

По мере высыхания сена $\psi_0 \rightarrow \psi$, т.е. эффективность вентилирования снижается. В первом периоде досушки вентилирование относительно эффективно при $\psi_0 - \psi > 15\%$, во втором периоде – при $\psi_0 - \psi > 10\%$. Повышение $\psi_0 - \psi$ достигается при отключении одного вентилятора. При этом за счет снижения скорости потока воздуха через штабель сена повышается насыщение его влагой.

Досушка сена прекращается при разнице температур отработанного (t_0) и атмосферного (t) воздуха менее $2...3^\circ\text{C}$ при контрольном включении вентилятора на отсос после суточного перерыва вентилирования. Замер t_0 производится в потоке воздуха на выходе из вентилятора.

Система управления включает:

1. Электрические счетчики суммарной наработки вентиляторов в часах, включаемые в пусковое устройство электродвигателя вентилятора.

2. Переносное 8-ми канальное устройство типа УКТ-38 (ВИЭСХ) для дистанционного оперативного измерения температуры и относительной влажности атмосферного и отработанного воздуха.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЕМ ВЛАЖНЫХ КОРМОСМЕСЕЙ

Гутман В.Н., Червинский В.Л., Котович В.А. (ГП "БелНИИМСХ"),
Горбатовский В.А. (БГПА)

В соответствии с Республиканской программой развития комплексов по производству свинины на 1996-2000 годы (Постановление КМ РБ № 546 от 16.08.96 г.) предусматривается увеличение производства свинины на 127 свино-комплексах до 345-420 тыс. т. в год.

В связи с этим необходимо произвести модернизацию кормоприготовительного оборудования, в частности смесителей кормов, оснастив их системами взвешивания и учета расходующихся кормов.

Основной причиной потерь продуктивности животных, повышения затрат кормов и энергоресурсов является невыполнение технологических требований по их кормлению и нарушение условий их содержания.

Обеспечение нормативного расхода и экономии кормов, получение высококачественной и конкурентоспособной продукции наиболее реально при автоматическом управлении и контроле за процессом приготовления и раздачи кормов. На современном этапе развития техники и в перспективе управление наиболее эффективно осуществлять на базе микропроцессорной техники.

Применение в качестве управляющего устройства микропроцессорного контроллера имеет ряд существенных преимуществ:

- во-первых, применение микроконтроллера в качестве управляющего устройства обеспечивает гибкость технологического процесса, т.е. для изменения хода процесса достаточно лишь внести изменения в управляющую технологическую программу и при этом нет необходимости изменить построение системы управления;

- во-вторых, применение микропроцессорного управления позволит осуществлять дозирование компонентов кормовой смеси с высокой точностью, что позволит сократить потребление дорогостоящих комбикормов на 5...7%;

- в-третьих, при использовании микропроцессорной техники значительно повышается надежность схемы управления.

В ГП БелНИИМСХ разрабатывается смеситель влажных кормов с весовым дозированием и микропроцессорной системой управления. Микропроцессорная система управления представляет собой вычислительно-управляющее устройство на основе односерийной ЭВМ серии BE 31, занимающейся приемом информации, ее обработкой и передачей информации интерфейсным устройствам (модулю дискретных каналов, модулю индикации и клавиатуры, а также внешней ЭВМ) и обработкой принятой от них информации.

Система управления обеспечивает следующие функциональные возможности:

- ввод и хранение весовых значений компонентов, составляющих рационготавливаемой влажной кормосмеси;

- сравнение текущего веса с уставками веса компонентов смеси и автоматическое управление питателями, (включение/выключение) в соответствии с запрограммированной последовательностью;

- накопление информации по количеству отгруженной кормосмеси и отдельных компонентов в течение смены;

- автоматическую выдачу управляющего сигнала модулей дискретных каналов по истечении назначенного временного интервала (1...10 мин) с ручным запуском.

Реализация системы управления приготовлением влажных кормосмесей на базе микропроцессора позволит снизить удельные затраты электроэнергии и живого труда на тонну приготовленного корма, снизить расход комбикормов на единицу привеса.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ НАСОСНАЯ УСТАНОВКА МАЛООБЪЕМНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ БАШЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Гришин А.П. (ВИЭСХ)

Использование малогабаритного, четырехдюймового электронасосного оборудования в системах сельскохозяйственного водоснабжения, среди которых преобладающее большинство башенные, имеет значительное преимущество перед использованием других типоразмеров. Сегодня с появлением четырехдюймовых погружных насосов на рынке электронасосного оборудования это становится особенно актуальным.

Четырехдюймовые погружные электронасосы имеют низкую материалоемкость. Их масса в 3...5 раз меньше, чем, к примеру, у шестидюймовых.

Для их эксплуатации можно использовать четырехдюймовые скважины с обсадной трубой условным диаметром 114. Стоимость изготовления одного погонного метра такой скважины колеблется от 500 до 600 рублей, тогда как для шестидюймовой скважины эта стоимость колеблется от 1400 до 1600 рублей.

Стоимость монтажа электронасоса в скважину также имеет меньшую величину.

Порочная практика чрезмерных запасов по подачам насосов приводила к тому, что насос работал в неэкономичных режимах, недоиспользовался, подавал воду с перерасходом электроэнергии. Сравнительные расчеты показали, что потребляемая электроэнергия при использовании четырехдюймовых насосов ниже на 12%, чем при использовании шестидюймовых.

Проведенные исследования малогабаритных четырехдюймовых электронасосов, их рабочих параметров и режимов, а также характеристик и параметров потока водопотребления, который должен быть обеспечен этими электронасосами, позволяют использовать новые подходы при построении автоматических устройств управления, в основе которых лежат отличительные особенности таких насосов.

К ним, прежде всего, относятся:

- более высокая коммутационная способность до 30...40 включений в час;
- меньшие подачи;
- низкая материалоемкость;
- малые габариты.

Четырехдюймовые электронасосы имеют подачи от 1,0 м³/час до 20 м³/час, а среднечасовые расходы водопотребления в сельской местности составляют от 2 до 34 м³/час. В таком случае, для покрытия требуемых расходов в сети, необходимо обеспечить дополнительные запасы воды.

Это может быть обеспечено, если регулируемый объем, определяемый периодическим включением и отключением электронасоса с помощью одноконтakтного датчика уровня, был минимальным, то есть было бы обеспечено малообъемное регулирование.

В одноконтakтном электродном датчике уровня, при его работе, вода, постоянно находится между электродами датчика, при этом сигнал передается по единственному проводу.

В релейном устройстве управления наличие верхнего или нижнего уровня определяется срабатыванием реле (включение или отключение), а разность сопротивлений датчика, при которых срабатывает реле, обеспечивается за счет разницы напряжений, требуемых для включения реле и удержания его во включенном состоянии.

В случае с одноконтактным датчиком процесс управления насосом происходит следующим образом.

При погружении датчика в воду напряжение на реле возрастает и при достижении напряжения срабатывания реле включается, при выходе датчика из воды напряжение на реле уменьшается. Когда напряжение становится ниже напряжения удержания, реле отключается.

Одновременно своими контактами исполнительное реле осуществляет включение или выключение электронасоса.

Принципиальная возможность использования такого одноконтактного датчика была проверена при работе автоматической насосной установки водоснабжения в экспериментальном зале лаборатории водоснабжения ВИЭСХ. Установка состояла из погружного четырехдюймового электронасоса, одноконтактного датчика, станции защиты и управления «Высота». В результате получено.

1. Интервал глубины погружения датчика составил 16 мм, при этом получен регулируемый объем в 62 раза меньше, чем при использовании двухконтактного датчика уровня.

2. Частота включений электронасоса составила около 30 в час, при этом температура электродвигателя не превышала 29°C в течение всего времени работы.

3. Колебания интервала включения электронасоса были незначительные, что говорит о высокой стабильности работы цепочки: одноконтактный датчик - исполнительное реле.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ВОДОПОДЪЕМНАЯ УСТАНОВКА С ЭЛЕКТРОНАСОСАМИ ГИЛЬЗОВОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Гришин А.П. (ВИЭСХ)

Одним из важнейших элементов инженерного оборудования систем водоснабжения являются так называемые поверхностные насосы. Они применяются для второго подъема воды, т.е. для подачи воды из наземных резервуаров и для повышения напора в водопроводах в многоэтажных зданий или отдаленных районах с неблагоприятным рельефом местности. В качестве таких насосов в настоящее время в основном используются центробежные насосы типа К и КМ, устанавливаемые в помещениях насосных станций. Эксплуатация таких насосов сложна и требует определенных капвложений.

Для насосов требуется массивный фундамент, точная центровка с электродвигателем, устройство дренажной системы, постоянное техническое обслуживание. Указанные недостатки отсутствуют, если применить взамен насосов типа К и КМ погружные насосные агрегаты типа ЭЦВ, установленные в гильзе - отрезке трубопровода, снабженного фланцами и сальниковыми отводами для силового кабеля.

После монтажа такой насос становится, как бы, частью трубопровода. Разработка и внедрение автоматических установок с такими электронасосами, уже применяемыми в системах водоснабжения ряда западных стран, позволит создавать малогабаритные, простые в эксплуатации насосные станции.

Насосные агрегаты гильзового исполнения (НАГИ) производятся и в СНГ. Например, в ОАО «Промбурвод» г. Минск, ОАО «Ракитянский арматурный завод» п. Ракитное Белгородской области и др.

При разработке агрегата было обеспечено:

- выполнение требований по условиям режима работы погружного электронасоса;

- герметичность;
- маломощная работа;
- удобство соединения с трубопроводом;
- минимум временных трудовых затрат при сборке и разборке НАГИ;
- конструктивная надежность

В связи с тем, что работа установки должна быть полностью автоматизирована, и проходить без постоянного наблюдения, она комплектуется блоком автоматики.

Блок, разработанный специалистами ООО «АТЭ» (Агротехэлектро), обеспечивает:

- поддержание на выходе установки напора в заданном интервале путем включения и отключения НАГИ по сигналам датчика давления;
- временной интервал между включением (отключением) НАГИ на время переходных процессов в трубопроводах;
- защиту от ложных срабатываний датчиков при гидроударах.
- защиту от короткого замыкания;
- защиту от токовых перегрузок;
- защиту от «сухого хода» (отсутствие напора в подводящем трубопроводе);
- защиту от перегрева (контроль режима охлаждения).

В качестве датчиков давления использованы электроконтактные манометры типа ЭКМ. Первый, установленный на выходе установки, контролирует давление в сети и осуществляет включение, либо отключение агрегатов в зависимости от давления. Второй ЭКМ, установленный во входном трубопроводе, осуществляет защиту от «сухого хода». Выдержка времени осуществляется пневмоприставками к магнитным пускателям.

Была испытана автоматическая водоподъемная установка в составе двух НАГИ, устройства управления и защиты, двух ЭКМ и гидромеханической части.

Целью испытания являлась проверка конструктивного исполнения насосного агрегата, сохранения электронасосами своих основных характеристик, обеспечения режима охлаждения электродвигателя, поддержания давления на заданном уровне при изменении расхода. Агрегат проработал в сумме около 12 часов. Максимальное давление в трубопроводе поднималось до 65 м в.ст. В течение работы установки подтекания воды ни через сальники, ни в местах соединения фланцев не наблюдалось. Вибрация трубопровода отсутствовала.

Устройство управления функционировало нормально (согласно заданным требованиям). При изменении расхода по сигналам датчика ЭКМ своевременно, согласно установленному давлению, осуществлялось включение и отключение электронасосов с интервалом от 25сек до 55 сек.

При снижении входного давления своевременно и устойчиво происходило включение и отключение НАГИ, соответственно, при понижении и повышении давления в выходном трубопроводе.

При отсутствии входного давления срабатывала защита от «сухого хода».

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЗОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД Якубовская Е.С. (БАТУ)

Объемом автоматизации в данном случае является процесс обработки воды озонном.

Цели автоматизации данного процесса следующие:

1) обеспечение режима обработки, определяемого исходным качеством воды, требованиями к конечному качеству обработанной воды, взаимным влиянием других процессов на конечный результат;

2) обеспечение безопасного протекания процесса.

Современная техническая база требует совершенствования состава и структуры системы управления. Построение системы управления на базе микропроцессорных систем требует обработки простой модели процесса, но адекватной реальному процессу, а также обеспечивающей возможность выбора наилучших вариантов структуры системы управления с требуемой погрешностью при заданных экономических затратах на реализацию оптимального управления.

Только комплексным решением всех данных аспектов можно обеспечить эффективную работу установок обработки природной воды.

В настоящее время ведется разработка модели процесса озонирования питьевой воды установки, действующей на Пружанском маслосырзаводе.

В докладе проанализирован процесс озонирования природных вод с точки зрения целей автоматизации.

ЛОКАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СТАНЦИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Дмитриев А.М., Хайтин И.А. (ГП "БелНИКТИММП")

Ханцевич Н.Н. (ОАО "Пружанский МК")

В системе министерства сельского хозяйства и продовольствия существует широкая сеть пищевых перерабатывающих предприятий, для которых организация децентрализованной водоподготовки особенно актуальна. В плане решения государственной задачи обеспечения перерабатывающих предприятий питьевой водой высокого качества, ГП "БелНИКТИММП" определил направление разработки энергоресурсосберегающей технологии очистки, обеззараживания и коррекции органолептических свойств питьевой воды для перерабатывающих предприятий.

С учетом специфики молокоперерабатывающих предприятий, в целях снижения энергоемкости и удельных капитальных затрат, ГП "БелНИК-ТИММП" спроектирована, изготовлена и введена в эксплуатацию автоматизированная станция очистки и обеззараживания питьевой воды на ОАО "Пружанский молочный комбинат" производительностью до 1000 м³/сутки. Контрольно-измерительные приборы, объединенные пультом управления в единую систему, позволяют производить контроль и регистрацию технологических параметров обработки воды круглосуточно.

Технологическая схема установки для очистки природных вод озонированием включает следующее оборудование: устройство компримирования воздуха; устройство грубой и тонкой очистки от пыли, масел и последующей осушки воздуха от влаги; газоразрядный генератор озона, совмещенный со специализированным источником питания; контактные резервуары; регенерируемые фильтры; устройство разложения остаточного озона; прибор контроля предельно допустимой концентрации (ПДК) озона в воздухе рабочей зоны. Все устройства объединены соответствующей запорной и регулирующей арматурой, что обеспечивает работу комплексной станции очистки природных вод полностью в автоматическом режиме.

Управление и контроль всего комплекта технологического оборудования осуществляется с пульта. Индикация состояний входящего в комплекс водоподготовки оборудования осуществляется на пульте дистанционного контроля, расположенного непосредственно на рабочем месте оператора.

В помещении озono-сорбционной обработки воды, для соблюдения техники безопасности установлен газоанализатор-измеритель (ПДК) озона в воздухе рабочей зоны. При превышении ПДК (аварийный режим) прибор дает команду на отключение станции озонирования и включение приточно-вытяжной вентиляции.

Без учета энергопотребления вспомогательным технологическим оборудованием (насосы, компрессор, задвижки с электромагнитным приводом), удельные энергозатраты на очистку, обезжелезивание и коррекцию органолептических свойств питьевой воды на ОАО "Пружанский молочный комбинат" составили не более 0,4 кВт·ч/м³.

Все технологическое оборудование обвязано соответствующими контрольно-измерительными приборами и исполнительными механизмами. Предполагается доработать станцию, чтобы возможно было контролировать водораспределение и организовать учет расхода воды по потребителям внутренней заводской сети водоснабжения.

По опыту эксплуатации станции в 1999 году на ОАО "Пружанский молочный комбинат" получен прямой экономический эффект 2800 тыс. руб. в ценах на 01.01.1999г.

Разработка и внедрение в перерабатывающую промышленность автоматизированных локальных систем водоснабжения, выполняющих кроме непосредственно водоподготовки, но и функции контроля и дистанционного управления качественными и количественными параметрами водоподготовки, позволит улучшить обеспечение потребителей кондиционной водой, сократить

потери воды и энергопотребление, уменьшить число аварий и время их локализации, снизить потребность в персонале.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. (ВНИИМЖ)

Для привлечения инвестиций в создание объектов по производству органических удобрений необходимо иметь достоверную систему оценки новых технологических решений, позволяющих при определенных условиях производить продукцию с максимальной прибылью.

Система оценки должна позволять количественно оценивать технические, экономические, социальные и организационные преимущества предлагаемых технологий и реализующих их проектов.

Наименее затратный способ получения подобной информации – расчет по математическим моделям, описывающим технологии производства органических удобрений как сложные, состоящие из большого числа операций, системы, включающие операции по уборке навоза из помещений, его переработку в органическое удобрение (с учетом технологических потерь питательных веществ) и внесения в почву (с учетом качества почвы, зональных особенностей, структуры севооборота и пр.).

В качестве целевой функции математической модели выбраны комплексные затраты, учитывающие производство и использование органических удобрений на единицу удобряемой площади при планируемой урожайности сельскохозяйственных культур. При этом учитываются затраты на внесение дополнительного количества минеральных удобрений, органических веществ, выполнения мероприятий по борьбе с сорняками, предотвращения загрязнения окружающей среды и т.д.

Модель реализована в виде программы для персональных компьютеров и позволяет получать все необходимые технико-экономические, технические и экологические показатели для системного анализа технологий.

Программа включает пять блоков:

1. «Ферма» – рассчитывает количество и качество исходного сырья для производства органического удобрения;
2. «Органическое удобрение» – определяет качественные и количественные показатели готового органического удобрения, произведенного по любой из известных технологий (содержание питательных веществ с учетом потерь, влажность, количество производимого удобрения за день, год, сезон);
3. «Климат» – оценивает влияние природно-климатических условий различных регионов России на эффективность применения любых технологий утилизации навоза. К числу учитываемых факторов относятся: среднегодовое количество осадков, их интенсивность и испаряемость, средняя температура января и продолжительность отопительного периода, влияние типа почв и содержание питательных веществ на нормы внесения удобрений;

4. «Экология» – количественно оценивает экологический ущерб при утилизации навоза с использованием высоких технологий, тем самым подтверждая необходимость разработки системы мер, стимулирующих хозяйства применять технологии, обеспечивающие максимальную защиту окружающей среды от загрязнения.

5. «Поле» – программа позволяет определить количество органических и минеральных удобрений в составе органо-минеральных смесей для бездефицитного баланса питательных элементов земли с учетом зоны, качественных характеристик земли, севооборота, размера урожая.

Исследования показали работоспособность модели, возможность оперативно решать вопросы, требующие массовых расчетов. Использование математических моделей и автоматизация системы расчетов позволяет получать сопоставимые расчетные результаты для всех пользователей, нуждающихся в технико-экономической оценке технологий для внедрения их в условиях конкретных хозяйств.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Воробей Р. И., Тявловский А.К., Тявловский К.Л., Яржембицкий В.Б.

Гусев О.К., Киреевко В.П. (БГПА), Лукин А.А. (Мол. завод №3)

Одной из типичных задач, возникающих при управлении технологическими процессами молокоперерабатывающих предприятий, является необходимость идентификации типа технологической среды в трубопроводах производственно - технологического комплекса и выработки соответствующих управляющих сигналов для исполнительных устройств. Для этих целей в НИЛ полупроводниковой техники БГПА разработана и сертифицирована система информационно-измерительной идентификации технологических сред ИИС ИТС ТУ РБ 02071906.015-99.

Основным назначением информационно - измерительной системы идентификации технологических сред является автоматическая идентификация типа и измерение концентрации водных растворов моющих средств и раствора молока в воде, а также генерация сигналов управления.

ИИС ИТС состоит из системы датчиков установленных на трубопроводе, преобразователей ИКР, АТР (ТУ РБ 02071906.013-98) и оптоэлектронно - кондуктометрического преобразователя, измерительного блока ИКР (ТУ РБ 02071906.001-94), системного блока. Структура ИИС ИТС сформирована четырьмя информационно-измерительными каналами и образует параллельную структуру.

Первый информационно-измерительный канал образован прибором технологического контроля ИКР, работающим в режиме внешнего автоматизированного управления типом измеряемого раствора и предела измерения. Сигналы управления вырабатываются системным блоком ИИС ИТС. ИКР обеспечивает измерение концентрации водных растворов щелочи и кислоты и разделение сред по признаку концентрации относительно предварительно установленного порогового значения.

Второй информационно-измерительный канал образован прибором АТР и обеспечивает автоматическое определение типа раствора из группы растворов "вода - водный раствор щелочи – водный раствор кислоты".

Третий информационно-измерительный канал образован оптоэлектронным датчиком, оптоэлектронно - кондуктометрическим преобразователем, системным блоком.

Четвертый канал образован кондуктометрическим датчиком, оптоэлектронно - кондуктометрическим преобразователем, системным блоком. Третий и четвертый информационные каналы обеспечивают автоматическое определение типа раствора из группы растворов "вода или водные растворы щелочи и кислоты – молоко или раствор молока в воде".

Системный блок производит автоматическое определение типа раствора из группы растворов "молоко или раствор молока в воде – вода, водный раствор щелочи, водный раствор кислоты", измерение концентрации раствора молока в воде, генерацию системных, управляющих сигналов для входящего в состав ИИС ИТС прибора ИКР и внешних исполнительных устройств.

Во всех режимах работы ИИС ИТС в системном блоке производится преобразование информационных сигналов кондуктометрического датчика и индикация измеренного значения концентрации водных растворов молока, щелочи или кислоты в цифровой и квазианалоговой форме светодиодными индикаторами.

При необходимости управление ИИС ИТС может быть передано оператору с переходом на ручное управление или внешним управляющим электрическим сигналам. Ручное управление производится с передних панелей системного блока и прибора ИКР.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРААКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ Шиляев А.С., Дымар О.В., Новик Н.С., Стукин А.С. (БАТУ, БелНИКТИММП)

Ультразвуковая техника и технология охватила и революционизирует многие отрасли народного хозяйства и многие направления АПК. Однако до сих пор пока делаются робкие шаги применения ультразвуковой техники и технологии для комплексной механизации и автоматизации технологических процессов молочной промышленности. Между тем уникальные свойства ультразвуков малых и конечных амплитуд позволяют прогнозировать широкие возможности применения их для контроля состава продуктов, управления и интенсификации технологических процессов в производстве молока и молочных продуктов.

В литературе изложена возможность контроля состава и свойств многокомпонентных жидких систем и процессов, происходящих в них с помощью измерения изменения скорости ультразвука.

Возможность использования ультразвука для контроля процессов обусловлена тем, что скорость распространения ультразвука тесно связана с физико-химическими свойствами вещества и процессами, происходящими в нем.

Основным процессом большинства технологических линий молочного производства является гомогенизация молока - механическое воздействие на молоко с целью изменения его дисперсности. В процессе производства возника-

ет необходимость контроля за дисперсностью молока, что связано с определенными трудностями.

С целью определения возможности использования ультразвукового метода контроля за процессом гомогенизации молока были проведены исследования скорости распространения ультразвука малых амплитуд в необработанном и обработанном ультразвуком молоке при различных режимах обработки и температуре. Параллельно с ультразвуковым исследованием проводилось измерение вязкости, плотности, поверхностного натяжения. Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать вывод о возможности непрерывного автоматического контроля за процессом гомогенизации молока и свидетельствуют о возможности автоматизации этого процесса.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТРАНСПЛАНТАЦИИ РАННИХ ЭМБРИОНОВ

Мегель Ю.Е. (ХГТУСХ)

Одной из составляющих повышения продуктивности животноводства является внедрение современных технологий при воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота. Разработка систем автоматизации таких биотехнологических процессов позволяет продвинуть процесс их внедрения в производство.

Задача комплексной автоматизации этих процессов является весьма сложной, тем не менее, отдельные элементы такой системы возможно автоматизировать, используя достаточно хорошо разработанные технические средства, новые подходы и методы. В докладе рассматривается запатентованная в Украине система лазерного деления ранних эмбрионов и система автоматического контроля оценки их качества. Использование автоматизации биотехнологического процесса трансплантации ранних эмбрионов позволяет значительно повысить эффективность при воспроизводстве и селекции высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных. Задача по разделению ранних эмбрионов, полученных от животных доноров, решается методом лазерного деления, такой процесс позволяет увеличить количество телят-трансплантантов без увеличения количества животных доноров и подготовленных высококвалифицированных специалистов по микрохирургическим операциям. Принцип деления ранних эмбрионов основан на взаимодействии лазерного излучения с веществом, что позволяет избежать эффекта термонагрева биообъекта.

Оценка качества эмбрионов производится после вымывания и по окончанию процесса деления. Достигается это применением неконтактного дистанционного метода, что позволяет улучшить характеристики эмбриона и их приживляемость. Определение качества эмбрионов производится с помощью разработанной оптико-электронной системы. Жизнеспособность эмбрионов оценивается по семи параметрам, это обеспечивает большую степень вероятности оценки их качества. Определение жизнеспособности эмбриона может производиться на различных стадиях развития, включая раннюю морулу, раннюю и позднюю бластоцисту.

Приводятся результаты по делению ранних эмбрионов и их морфологической оценки с использованием системы автоматического контроля. Рассмотрен

вероятностный метод анализа качества биоматериала и его программная реализация с применением современного прикладного программного обеспечения.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ СЫРЬЯ НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Шамаль Г.А. (ГП "БелНИКТИММП")

Разработка оперативных производственных планов на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности в условиях значительного недостатка сырья, покупательского спроса, обязательного выпуска социально-значимой продукции и фиксированных отпускных цен требуют больших затрат труда и времени.

Перед специалистами - технологами предприятий ежедневно ставится задача с учетом всех вышеперечисленных факторов определить ассортимент выпускаемых колбасных изделий, обеспечивающий предприятию максимальный экономический эффект и позволяющий удовлетворить потребности рынка.

Совершенно очевидно, что решение данной проблемы может быть выполнено с применением современных экономико-математических методов и компьютерной техники.

В производственно-хозяйственной практике данная задача рассматривается как составная часть плановой и управленческой деятельности и имеет самостоятельное содержание, источники информации и методы решения.

Ее решение представляется в виде ряда отдельных, но взаимосвязанных этапов: постановка задачи; выбор способов и методов ее решения; получение информации; решение задачи; корректировка и реализация решения.

Исходными данными для решения задачи оптимизации ассортимента колбасных изделий по критерию минимальной себестоимости и максимальной рентабельности являются: банк данных по рецептурному составу всего ассортимента освоенной мясокомбинатом колбасной продукции, ее достаточно точной калькуляции, ассортимент и объем обязательной на определенный день продукции, фактическое наличие основного и вспомогательного сырья и мощности основного технологического оборудования.

Поставленная задача отличается многовариантностью получаемых решений, которые могут быть равнодопустимыми, но неравноценными по величине экономического результата, то есть позволяют составлять оптимальную производственную программу, сочетающую интересы производителей колбасных изделий с интересами потребителей.

Реализация задачи оптимизации ассортимента колбасных изделий в рыночных условиях позволяет предприятиям увеличить размер прибыли на 7-10%.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Шостак В.В. (ГП "БелНИКТИММП"),

Мамонов Н.В., Жогун В.Н. (ОАО "Полоцкий молочный комбинат")

Высокотемпературную обработку сельскохозяйственного сырья в основном проводят паром высокого давления. Однако, часто отечественные предприятия обеспечены в основном паром давлением $1,5 \div 2,5$ МПа, что не позволяет достигать температур выше 200°C . Это приводит к тому, что ряд технологических процессов проводится при пониженной температуре. Так, дезодорацию растительного масла необходимо проводить при температуре $230 \div 250^{\circ}\text{C}$. Снижение данной температуры приводит к тому, что происходит ухудшение качества растительного масла, увеличение времени его обработки и, как правило, увеличение энергоемкости процесса.

Одним из перспективных способов высокотемпературного нагрева является индукционный нагрев. Нагреватели данного типа работают на основе двух известных физических законов: законе электромагнитной индукции и законе выделения тепла в проводнике при протекании по нему электрического тока.

Разработана конструкция автоматизированного модуля трубчатого индукционного нагревателя, позволяющая в автоматическом режиме нагревать жидкие пищевые продукты до температуры 250°C , контролировать температуру теплоаккумулирующей поверхности и нагреваемого продукта, а также устанавливать градиент температур, обеспечивающий эффективный теплообмен и наименьшее нагарообразование. Благодаря приближению зоны максимума температуры данной установки к рабочей зоне снижаются потери в окружающую среду и ликвидируются большие перепады температур на границе между изолирующими прокладками.

Для питания индуктора установки используется ток промышленной частоты, что исключает необходимость применения преобразователей тока. Это приводит к увеличению на $10 \div 15\%$ электрического КПД, вследствие потерь в самом преобразователе, значительно уменьшает стоимость и материалоемкость оборудования.

Экономия электроэнергии при индукционном нагреве достигнута при использовании пара для дополнительного обогрева. При этом на пар падает значительный расход энергии, связанный с начальным периодом нагрева, что в итоге исключает максимальные нагрузки. Нагрев паром целесообразен до температуры $150 \div 180^{\circ}\text{C}$ с последующим переходом на индукционный обогрев. Коэффициент мощности модуля индукционного нагревателя $\cos\phi$ повышен за счет продольно-поперечного оребрения.

Вывод. Наиболее перспективным для высокотемпературной обработки жидких пищевых сред является индукционный нагрев, так как имеет следующие преимущества: равномерный нагрев по всему объему; возможность получения высокой удельной мощности на единицу обогреваемой поверхности; малая тепловая инерционность; взрывобезопасная конструкция; высокая надежность и ремонтпригодность. Использование программных регуляторов позволяет полностью автоматизировать процесс и сводит к минимуму участие обслуживающего персонала. Кроме того, установки с индукционным обогревом занимают значительно меньшую площадь, чем установки, обогреваемые жидким или паровым теплоносителем. При индукционном обогреве облегчается обслуживание установки и повышается культура производства.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Епифанов Г.В., (ВИЖ), Хорошенков В.К., Макаров Г.Ф.,

Лужнова Е.С., Афонина И.И. (ВИМ)

Внедрение в сельскохозяйственное производство России рыночных отношений в различных формах хозяйственной деятельности привело к возникновению фермерских хозяйств различной производственной специализации.

Для успешного решения технико-экономических и социальных проблем, связанных с производственной деятельностью фермерских товаропроизводителей ВИМ и ВИЖ в содружестве с сельхозуправлением Рославльского района Смоленской области по программе Миннауки и техники РФ «Комплекс Говядина-2000» развернули совместные научно-практические исследования по созданию автоматизированного фермерского хозяйства для выращивания продукции растениеводства и животноводства на примере фермерского хозяйства.

Небольшая численность работников хозяйства, ограниченные земельные площади, требования высокой эффективности ведения работ выдвинули во главу угла задачу разработки для этого хозяйства рациональной автоматизированной технологии производства продукции и обоснования оптимальной системы машин, реализующих эту технологию с целью сведения до минимума использования ручного труда.

Проведя глубокий анализ организации, практики работ и технологических решений деятельности фермерских хозяйств США, Канады, стран ЕЭС и России ВИМом и ВИЖом были предложены проекты автоматизированных технологий и комплекс машин к ним для проведения операций в растениеводстве и животноводстве.

На основании проведенных экспериментальных исследований применительно к районам Нечерноземья, эта зона обусловлена наличием постоянного откормочного контингента; отсутствие в Рославльском районе конкурирующих предприятий подобной специализации; устойчивый и растущий спрос на мясоговядину на рынке г. Рославль и др. прилегающих промышленных центров; близость фермерского хозяйства к автомагистрали федерального значения (Москва-Варшава) позволило выбрать это хозяйство в качестве экспериментального в направлении выращивания и откорма молодняка.

С целью расчета затрат по хозяйственному уровню выращивания и откорма молодняка в фермерском хозяйстве было проведено определение значений технико-экономических показателей с привлечением бухгалтерских данных по себестоимости основных видов кормов и производимой продукции опытных хозяйств ВИЖа, агрофирмы «Воронцово» Московской области, АО совхоза «Мижейковский» Смоленской области, а также материалы различных литературных источников по другим аналогичным фермерским хозяйствам.

Все это позволило прийти к тому, что наиболее перспективной и экономически эффективной технологией производства говядины является выращивание и откорм молодняка на сухих кормах.

Для облегчения трудоемких процессов нами предложены системы автоматического управления производственных процессов, которые способствуют не только повышению производительности, но и сокращают занятость фермера в этих процессах и создали бы комфортность и привлекательность его повседневного труда.

На основании проведенных аналитических исследований ВИМ и ВИЖ предложили энергосберегающие проекты автоматизированных технологий и комплекс машин к ним для технологических операций в растениеводстве и животноводстве, применительно к фермерскому хозяйству.

Совместно с фирмой «Гамма» разработан технический проект на микропроцессорную универсальную систему контроля для пастбищ откормочного молодняка и техническая документация, а также подготовлен к изготовлению опытный образец системы.

Предложен эскизный проект помещения фермы по выращиванию и откорму молодняка с размещением в нем средств механизации, электрификации и автоматизации.

Непосредственно для фермерского хозяйства разработаны проектные предложения по автоматизации заготовки кормов, консервирования и их хранения, выбран оптимальный комплекс машин и оборудования, по приготовлению и раздаче кормов, уборки навоза и утилизации отходов производства.

Уже в настоящее время осуществимы операции для более точного высева семян (оборудована зерновая сеялка), по внесению оптимальных доз минеральных удобрений и ядохимикатов, по созданию благоприятного микроклимата и разработки высокоэффективного оборудования с утилизацией биологического тепла животных и тепла вентиляционных выбросов.

Согласно проведенным исследованиям по биоэнергетической оценке автоматизированных процессов производства говядины при различных системах кормопроизводства и содержания откормочного скота, предложены методологические принципы технологических процессов сельскохозяйственного производства в условиях фермерского хозяйства.

Экономический эффект от применения комплекса средств механизации и автоматизации достигается вследствие устойчивого повышения урожайности сельскохозяйственных культур за счет качественной обработки почвы, равномерного высева семян и вносимых удобрений, сжатых сроков уборки урожая, увеличения переваримости кормовых средств и микроклимата в помещениях.

Внедрение рациональной технологии и оптимальных решений по механизации, электрификации и автоматизации производственных процессов в фермерском хозяйстве будет способствовать повышению производительности труда в 2-3 раза, снижению расхода энергоносителей на 20-30%, снижению потерь удобрений на 15-18%, способствует снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ, ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ АЭРАЦИОННО-ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ.

Кузьмич В.В., Снежко Э.К. (ГП БелНИИМСХ),
Василевич В.П. (БГУИР)

Улучшение кормовой базы и кислородного режима в выростных рыбных прудах за счет оптимизации аэрационно-продукционных процессов (АПП) позволит увеличить выход рыбопродукции с 40 до 60% и нагул живого веса за сезон с 12 до 18 г при нормативной посадке малька 75000 шт./га, что в общем по рыбным хозяйствам Республики Беларусь даст экономию, эквивалентную 3,78 млн. долларов за один сезон.

Использование энергии электросетей или дизель-генераторов для управления АПП на плавсредствах в выростных прудах по ряду причин нецелесообразно, поэтому актуальным направлением является создание автономных экологически чистых источников энергоснабжения на базе солнечных батарей с применением безопасных низковольтных нагрузок.

Нами разрабатывается такая система, состоящая из плавающей платформы, ФЭП, контроллера, аккумуляторной батареи и устройства реализации АПП.

Пиковая потребляемая мощность устройства под названием "Светлячок-6" составляет 300 Вт (с возможностью работы в ночное время суток). Управление круглосуточным энергоснабжением обеспечивается системой диагностики и управления в составе комплекса "Солнечная батарея-контроллер-аккумуляторная батарея".

При планируемой отпускной цене установки, эквивалентной 3700 долларов, срок окупаемости затрат предприятий "Госрыбхоза" на внедрение новой системы энергообеспечения, диагностики и контроля для регулирования АПП составит не более двух лет эксплуатации при общем сроке эксплуатации системы не менее 10 лет.

Применение таких устройств позволит получить дополнительную рыбопродукцию в виде посадочного материала в размере 50 кг на один га площади пруда. Принимая общую площадь прудов в Республике Беларусь 3,6 тысяч га и высокую стоимость 1 кг посадочного материала, а также учитывая снижение затрат комбикорма на выращивание рыбы за счет привлечения биологической добавки в виде ночных летающих насекомых, рыбные хозяйства получают требуемую экономию ресурсов.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ

Тевяшев А.Д. (ХГТУР)
Свергун Ю.Ф., Черенков А.Д., Гордийчук И.И. (ХГТУСХ)

Проблема создания и внедрения новых информационных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий привела к необходимости разработки принципиально нового класса АСУ ТП – информационно-аналитических систем управления технологическими процессами. Практиче-

ской реализацией такого класса систем является информационно-аналитическая система управления технологическими процессами предварительной обработки шерсти (ИАСУ ТП ПОШ).

ИАСУ ТП ПОШ обеспечивает контроль, управление, отображение и диагностику технического состояния всех агрегатов, обеспечивающих реализацию ТП ПОШ: трепание шерсти; пневмотранспорта шерсти; подготовки воды и мойки шерсти; СВЧ сушки шерсти; регенерации воды и получения жира (ланолина).

Разработаны информационная и аналитическая подсистемы. В рамках информационной подсистемы выполнены следующие работы:

- осуществлена оптимизация состава, количества технических и метрологических характеристик контролируемых параметров ТП ПОШ и исполнительных механизмов;
- разработана структура баз данных параметров ТП ПОШ и осуществлена программная реализация взаимодействия баз данных с драйверами УСО;
- осуществлен выбор и обоснование типов контрольных датчиков и исполнительных механизмов;
- разработан проект структуры комплекса технических средств связи интеллектуального контроллера с объектом управления и ПЭВМ;
- разработан и программно реализован графический интерфейс оператора системы;
- разработан комплекс программ визуализации мнемосхем ТП ПОШ и его параметров;
- разработан комплекс программ ввода и визуализации временных диаграмм и настраиваемых параметров ТП ПОШ;
- разработан комплекс ведения баз данных параметров ТП ПОШ и формирования отчетной информации.

В рамках аналитической подсистемы разработан:

- комплекс программ анализа состояния объекта управления и его готовности к запуску и остановку ТП;
- комплекс программ анализа аварийных ситуаций, локализации аварий, устранения причин их возникновения и устранения последствий аварий;
- осуществлена его программная реализация и комплексная отладка на испытательном стенде алгоритма оперативного управления ТП ПОШ.

Разработанное программное обеспечение (ПО) системы выполняет следующие основные функции: периодический съем и обработка информации об объекте управления (ОУ), формирование и анализ его состояния.

Автоматическое управление технологическим процессом (ТП) по командам от оператора, в том числе: контроль готовности ОУ к запуску ТП; запуск ТП; останов ТП.

Автоматическое управление ТП, в том числе:

- автоматическое ведение ТП после его запуска;
- отслеживание аварийных ситуаций на ОУ, связанных с отказами или сбоями технологических установок или датчиков;

- аварийный останов ТП при обнаружении критических аварийных ситуаций.

- отображение на экране ПК набора мнемосхем, изображающих ход ТП на объекте и состояние каждой из его технологических установок;

- формирование и печать сменных и суточных рапортов.

Дополнительные и служебные функции программного обеспечения:

- ограничение доступа к привилегированным функциям системы (таким как выдача команд управления, изменение параметров);

- конфигурирование параметров управления технологическим процессом (таких как задержки, уставки и т.д.) с экрана рабочего места оператора.

Разработанное ПО ИАСУ ТП ПОШ представляет собой операционную среду, ориентированную на решение широкого класса задач, связанных с контролем и управлением ТП в реальном масштабе времени. ПО состоит из набора модулей, каждый из которых представляет собой отдельную программу и ориентирован на решение определенного класса задач системного, прикладного или мирового уровня. Модули функционируют под управлением операционной системы реального времени в среде операционной системы MS-DOS. Модули взаимодействуют друг с другом путем обмена командами и информацией через базы данных реального времени, хранящие текущую информацию об обрабатываемых технологических параметрах. Подобное модульное построение системы обеспечивает повышение гибкости и конфигурируемости системы.

ИАСУ ТП ПОШ состоит из системного, прикладного и сервисного ПО.

ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕРНА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОРМОВ

Коряков В.И., Запорожец А.С. (УНИИМ)

При производстве и переработке зерна и сельскохозяйственных кормов для оценки качества с целью получения высококачественной продукции проводится измерение большего ряда параметров характеризующих потребительские свойства и показатели безопасности продукции, например, для зерна (влажность, натурный вес, количество и качество клейковины, зольность, засоренность стекловидность, содержание белка, крахмала, жиров, число падений и т.д.), требования к которым регламентированы в стандартах и ТУ на готовую выпускаемую продукцию.

Методики выполнения измерений показателей (МВИ), используемых для контроля готовой продукции при взаимных расчетах и арбитраже также регламентируются в стандартах на методы испытаний и приемки. Для примера в докладе приведен перечень показателей качества и стандартизованных методов их измерения, для основных видов зерновых культур которые можно разбить на следующие группы: органолептические, физико-химические показатели качества.

Показатели безопасности, подлежащие обязательной сертификации.

Стандартизованные методики выполнения измерения показателей качества с.х. продукции в большинстве случаев основаны на органолептических и физико-химических методиках измерений, основным недостатком которых является большая продолжительность, трудоемкость, недостаточная точность и достоверность измерений. Кроме того, в стандартизованных МВИ отсутствуют нормированные метрологические характеристики и нормативы точности по ГОСТ 8.563-96, что не позволяет оценивать достоверность измерений требуемых показателей качества.

Основной тенденцией в развитии приборостроения является создание быстродействующих универсальных приборов многофункционального назначения, позволяющие проводить экспрессное измерение одновременно нескольких показателей (содержание влаги, жира, клейковины и др.).

Внедрение экспрессных инструментальных методов измерения в практику сельского хозяйства в нашей стране сдерживается по ряду причин экономического характера, отсутствия новых эффективных разработок, отсутствия культуры работы с современной техникой. Повышение требований к качеству продукции требует разработки новых, модернизации применяемых приборов и оборудования, для определения различных показателей (влажности, клейковины, стекловидности, засоренности и др.), а также разработки метрологического обеспечения (МО), отвечающему современному метрологическому уровню.

Особо важной и необходимой проблемой на современном этапе является сертификация приборов, поскольку на Российском рынке появилось большое количество отечественных и зарубежных приборов, в рекламных проспектах которых, указаны завышенные показатели точности или метрологические характеристики не соответствующие действительным. Объективные оценки метрологических характеристик приборов могут быть получены только при условии их сертификации по результатам испытаний в испытательных научных центрах Госстандарта, оснащенных необходимым образцовым оборудованием. Основой оценки параметров качества продукции является достоверная информация, получаемая путем измерения различных физических величин, показателей и параметров, характеризующих эффективность его производства и переработки. И естественно, только высокая и гарантированная точность результатов определения того или иного параметра может дать объективную информацию и обеспечить высокое качество продукции.

В целях повышения качества продукции растениеводства при производстве, переработке и хранении, расширения номенклатуры показателей качества и повышения требований к их оценке при сертификации продукции необходимо:

- активизировать работы по созданию новых и модернизации существующих экспрессных анализаторов показателей качества с.х. продукции;
- провести работы по организации серийного выпуска и метрологического обеспечения приборов с целью дальнейшего оснащения предприятий области экспрессными высокоточными средствами контроля технологических параметров с.х. продукции; организовать сервисное обслуживание средств измерения и испытательного оборудования (ремонт, поверку, калибровку) непосредственно на местах их эксплуатации с применением специализированных передвижных лабораторий на базе автотранспортного средства).

Создание единого подхода к МО измерений показателей качества гарантирует взаимопонимание, возможность унификации и стандартизации средств измерений и методик выполнения измерений, взаимного признания результатов измерений в международной системе товарообмена.

Основные мероприятия по метрологическому обеспечению единства измерений с целью повышения конкурентоспособности отечественной продукции, организации мероприятий по техническому и метрологическому обслуживанию представляется двумя этапами:

Первый этап предусматривает разработку и аттестацию МВИ показателей качества, переход на инструментальные методы их контроля, с использованием современных многофункциональных средств измерения.

Второй этап предусматривает разработку методов и средств метрологического обеспечения и организации метрологического контроля и надзора за состоянием вновь разрабатываемых СИ и стандартизованных МВИ показателей качества продукции, разработку нормативных документов на инструментальные методы измерения и организацию службы комплексного сервисного и технического обслуживания приборов на местах их эксплуатации.

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Ананьев И.П., Кульков О.В. (АФИ)

Основными объектами хозяйственной деятельности, связанной с получением растениеводческой продукции, являются семенной материал, поле, посев и урожай. В течение полного цикла хозяйственной деятельности от урожая до нового урожая эти объекты подвергаются воздействиям с возможными негативными последствиями, главными из которых являются агротехнологические операции и погодные факторы.

В докладе на основе системного подхода определено место агрофизических приборов, устройств и информационно-вычислительных систем в разрабатываемых мероприятиях, направленных как на ослабление вредных воздействий, так и на локализацию, а также частичное или полное исключение экологически вредных последствий этих воздействий.

Рассматриваются агрофизические приборы и устройства, позволяющие на этапе подготовки семенного материала к севу осуществить наиболее трудоемкий анализ скрытых дефектов семян и предпосевную их обработку. Первая задача решается с помощью рентгенографической установки «Семя», для решения второй обосновывается применение технических средств обработки посевного материала постоянным магнитным полем с использованием для семян овощных и зерновых культур переносного магнитофорного лотка «Полимаг».

Для контроля процессов уплотнения-разуплотнения почвы рекомендует-ся устройство, регистрирующее в полевых условиях усадку почвы.

Специалистами АФИ разработан запатентованный способ определения изменения баланса органического углерода и азота в почве, позволяющий оп-

ределить баланс этих элементов и дать прогноз нуждаемости почв в органических удобрениях.

Одной из важнейших задач экологизации агротехнологий (операция «внесение удобрений») является контроль дождевых стоков с количественной и качественной оценкой состава вод. В АФИ разработан дизелькометрический датчик, обеспечивающий решение задач, связанных с количественным анализом поверхностных, сточных и дренажных вод на с.х. угодьях. Датчик в сочетании с программируемыми техническими средствами обеспечивает измерение толщины водной пленки, концентрацию солей, температуру замерзания их водных растворов, позволяет определять наличие льда и гололедно-изморозевых отложений на различных поверхностях и покрытиях.

Экологизация растениеводства невозможна без прогноза опасных агрометеоявлений (ОАМЯ) для культурных растений и систем «культура – болезнь», «культура – вредитель», которые могут привести к гибели посевов и потерям урожая. Особое место среди прогнозной информации занимают локальные прогнозы для местных условий (хозяйство, поле), выполняемые с помощью специальных технических средств, получивших название – локальных прогнозаторов ОАМЯ.

В Агрофизическом НИИ разрабатываются как алгоритмы прогноза ОАМЯ, так и технические средства для их реализации, базирующиеся на оригинальных датчиках метеоэлементов. Предикторами моделей прогноза являются: температура и влажность воздуха, количество дождевых осадков, время пребывания капельно-жидкой влаги на поверхности листа, профили температур приземного слоя воздуха и почвы, влажность верхнего слоя почвы и другие параметры.

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАБОТ В ЛАБОРАТОРИЯХ АГРОХИМИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Логинов Ю.М., Гарнецкий В.А., Стрельцов А.Н., Ершов В.В.,
Фролов Ю.В., Похлебкина Л.П. (ЦИНАО)

Для автоматизации аналитических работ в лабораториях агрохимслужбы специалистами ЦИНАО (г.Москва) совместно с ЗАО «Загорский оптико-механический завод» (г.Сергиев-Посад) фирмой «Инфраспек-Аналит» (г. Новосибирск), НПО «Химвавтоматика» (г. Москва), ООО «Кинж» (г. Москва), разработано 4-е поколение аналитической техники и технология работ, которое в настоящее время внедряется в производство.

Оно включает автоматизированные аналитические комплексы для определения фосфора и калия методами Кирсанова, Чирикова и Мачигина типа ЦИАК-П, автоматизированные системы для определения гумуса типа ЦИАГ, автоматизированные системы для определения pH, нитратов, хлора, фтора и кальция типа ПИАК.

При необходимости можно организовать поточные (конвейерные) аналитические линии и для определения тяжелых металлов-токсикантов или других показателей при условии приспособленности и технологичности методик для автоматизации аналитического процесса.

На первой позиции производится автоматическое взвешивание пробы и автоматическое добавление экстрагента в емкость кассеты в объеме пропорциональном массе навески. Роль оператора сводится только к установке декадной технологической кассеты на транспортер весов и загрузке бункера почвенной пробой специальной меркой. Операции взвешивания, переноса пробы в емкость кассеты, добавление туда же экстрагента, перемещение кассеты - автоматизированы.

Детали дозатора в отличие от первой модели весов ВКПД-40 изготовлены только из фторопласта и стекла, что позволяет не опасаться загрязнения экстрагента металлами от внутренних поверхностей цилиндра и клапана дозатора.

Производительность одного цикла взвешивания с дозированием до 200 мл экстрагента не более 10-12 сек., при меньших объемах дозирования производительность еще выше.

Таким образом, данная модель весового устройства позволяет решить самую сложную проблему для обеспечения высокой производительности аналитических работ - проблему взвешивания.

На второй позиции 20-ти позиционные блоки экстрагирования обеспечивают получение почвенной суспензии сразу в 2-х технологических кассетах с помощью пропеллерных мешалок. Для других технологий анализа на этой позиции используются блоки экстрагирования, работающие на принципе качания. В них загружается до 50 кассет с емкостями на 200 мл (тип КБ) и возможностью взбалтывания до 1 часа.

На третьей позиции производят осветление экстрагента с помощью центрифугирования в центрифуге типа «Ц-2000».

В центрифугу можно поместить 4 кассеты любого типа. Оборудование обеспечивает 1200-2000 оборотов в минуту. Этот прием позволяет избавиться от операции фильтрования, которая часто связана с загрязнением пробы через фильтровальную бумагу и длительностью фильтрования тонкодисперсных коллоидных суспензий, таких, например, как водная вытяжка из сероземных почв. Общий цикл центрифугирования не более 5 минут.

Позиция 4 обеспечивает перелив надосадочного осветленного экстрагента из технологических кассет в аналитические. Это производится с помощью 10-ти канального перильстатического насоса типа ДП-02.

Аналитические кассеты с анализируемым раствором поступают на автомат подачи проб 2-х канального проточного анализатора с колориметрическим и пламенно-фотометрическим окончанием. Эта позиция обеспечивает определение фосфора (спектрометр КФК-3М) и калия (пламенный фотометр ФПА-3).

Спектрально-аналитические приборы через интерфейсы связаны с ЭВМ типа IBM-PC, которая принимает аналитическую информацию, обрабатывает и выдает в требуемой форме.

Разработанная технология и оборудование универсальны и позволяют организовать массовый химический анализ большинства объектов окружающей среды. В качестве аналитического окончания могут быть использованы атомно-абсорбционные спектрофотометры, ион-селективные ионометры с датчиками, например, на полевых транзисторах, кондуктометры и другое оборудование.

Лаборатория, оснащенная таким оборудованием, в состоянии выполнить анализ 100000 проб почв в год на основные агрохимические показатели из расчета полной загрузки лаборатории (500 проб в смену и 220 смен в году) при укомплектовании ее аналитическим штатом в количестве 8-10 человек.

Внедрение технологий массовых анализов в агрохимическую службу позволяет ежегодно выполнять в России около 10,9 млн. анализов почв на агрохимические показатели и 0,8 млн. анализов на зоотехнические показатели при оценке качества кормов.

В настоящее время наличие современной аналитической техники и высококвалифицированных специалистов в Государственных центрах и станциях агрохимической службы дало возможность их аккредитации на проведение анализов почв, кормов, сельскохозяйственной и пищевой продукции и агрохимикатов. Центры и станции агрохимической службы также способны обеспечить обязательную сертификацию почв, в соответствии с вступившим в действие 21 июня 1998 года Федеральным законом "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения".

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГА ПРИБОРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПК

Лубников С.И., Гельфенбейн С.П., Головушкин В.И. (НИИ «Агроприбор»)

Маркетинг - важнейший элемент рыночной экономики и, в то же время, один из пока самых неструктурированных и несистематизированных компонентов менеджмента. До сих пор не сложилась единая общепризнанная концепция маркетинга. В силу этого практическое внедрение маркетинга сдерживается уже на этапе осмысления и формализации его предметной области.

Формальное определение маркетинга это комплекс организационных, рекламных и других мер, обеспечивающий устойчивый сбыт продукции (прогноз спроса и возможности морального устаревания товара, правильный выбор цены, рекламная стратегия и т.д.). Однако в настоящее время насчитывается более 1,5 тысячи всевозможных определений маркетинга, отражающих многообразие комбинаций составляющих рыночного аспекта деятельности компании.

По сути всё выше сказанное можно свести к следующему.

Компания, во-первых, выходит на рынок в поиске стратегического компромисса своих интересов с интересами рынка, во-вторых, ориентируется при выработке решений на потребности рынка и, в третьих, достигает своих целей через удовлетворение требований рынка.

С этой точки зрения функциональные задачи маркетинга сводятся, соответственно, к разработке товарной номенклатуры и формированию для неё ценовой политики (обеспечение первого аспекта указанной базовой концепции), изучению рынка (второй аспект концепции) и обеспечению продвижения и продаж (третий аспект).

Тогда можно формализовать содержание маркетинговой деятельности компании (в нашем случае НИИ «Агроприбор»), введя соответственно, более или менее универсальный классификатор компонентов маркетинга. Пример такого классификатора, предложен группой БИГ (см. журнал "YES!", 1999., №1).

Классификатор имеет иерархическую структуру, т.е. компоненты маркетинга первого уровня – продукт, рынок, продвижение и продажи, ценообразование – могут быть более подробно представлены составляющими второго уровня и т.д. Так, например, маркетинг рынка распадается на следующие составляющие: ёмкость рынка, потребитель, конкуренты, сегментация.

Несомненно, приведённая схема носит условный характер и, как всякая классификация, не является единственно возможной. В принципе классификатор (учитывающий специфику деятельности фирмы) должен быть предметом договорённости её менеджеров.

Другими словами, содержание маркетинговой деятельности – во многом предмет индивидуального решения каждой фирмы. Единственное и совершенно обязательное требование – классификатор компонентов маркетинга должен быть однозначно определён, объявлен и принят всеми менеджерами предприятия.

Тогда, дополнительно воспользовавшись известным классификатором этапов принятия решений (сбор информации, выработка решений, реализация, учёт, контроль, анализ, регулирование), можно отразить с достаточной степенью детализации существо постановки маркетинга.

Указанная матрица представляет собой трафарет внедрения маркетинга в компании. Так, в рассматриваемом случае необходимо поставить 11 компонентов маркетинга по управленческому циклу из 7 этапов, т.е. решить таким образом 77 задач, возникающих на пересечении столбцов и строк соответствующей матрицы.

Как правило, на постановку всех перечисленных задач у предприятия не хватает ресурсов. Часто в этом нет и потребности. Реально необходимо определить уровень функциональной достаточности маркетинга, соответствующий данному этапу развития НИИ «Агроприбор». Другими словами, следует (по известному принципу Парето) сосредоточиться на 20% ключевых задач, которые решат 80% проблем маркетинговой поддержки деятельности конкретного предприятия (НИИ «Агроприбор»).

Так, например, в случае если, «Агроприбор» - предприятие, у которого нет трудностей с продукцией, её основные маркетинговые усилия будут направлены на развитие звеньев обратной связи - постановку продвижения и продаж, следовательно, остальные столбцы матрицы можно временно оставить в покое. Если, «Агроприбор» – предприятие, создающее новую продукцию, то тогда наоборот, решающее значение приобретают вопросы мониторинга, исследования рынка и ценообразования, т.е. развития «измерительной» части автоматизированной информационно-управляющей (регулирующей) маркетинговой системы.

Казалось бы, после того как стала понятна технология внедрения маркетинга в НИИ «Агроприбор», самое время перейти к формированию специализированного отдела маркетинга и поручить ему решение описанных в матрице функциональных задач. Но не всё так просто.

Большое количество маркетинговых задач, например, по сбору информации в неявном виде («попутно» с основной деятельностью) уже реализовано в различных, структурных подразделениях фирмы. Так, например, в имеющемся, по идее, коммерческом отделе, в случае с Агроприбором, в секретариате, «оседает» значи-

тельное количество информации о покупателях, конкурентах, продукции и т.д. Возложить функции независимого сбора информации только на маркетинговую службу означает пойти на дополнительные (и при этом необоснованные) затраты. Маркетинговая служба, в данном случае, должна быть своеобразной базой данных, куда стекается вся собранная информация для дальнейшей обработки, анализа и выработки того или иного решения. При этом не исключается, конечно, и самостоятельная работа по сбору той или иной информации самой службой. Связь должна быть двусторонней и доведена до автоматизма.

Поэтому сценарий правильной постановки маркетинга начинается с распределения и закрепления функций маркетинга за подразделениями. Это и есть интеграция маркетинга в управление предприятием, когда маркетингом занимается вся фирма.

Одним из звеньев автоматизированной системы маркетинга – мониторинга рынка, продвижения и продаж приборов, лабораторного оборудования и средств автоматизации является реклама. Целью рекламы в свою очередь является распространение информации о фирме и её товарах среди потенциальных клиентов, увеличение сбыта и завоевание деловой репутации. К ряду рекламных мероприятий (привлечение СМИ, полиграфии и т.д.) необходимо отнести постоянно действующую выставку приборов и оборудования, организуемую в НИИ «Агроприбор».

Данная выставка позволит наиболее полно показать всю номенклатуру производимых предприятием приборов и оборудования, что даст, в свою очередь, возможность визуально оценивать их характеристики потенциальным покупателям. Выставку можно использовать в корпоративных интересах, сотрудничая с другими институтами и предприятиями агропромышленного комплекса для решения общих задач. Например, предоставлять бесплатно свои площади для демонстрации совместных разработок или продукции, не имеющей отношения к НИИ «Агроприбор», но представляющей интерес для потребителей АПК.

Выставка должна помочь при проведении совместных семинаров по проблемам приборного обеспечения и автоматизации в агропромышленном комплексе, где выставочные экспонаты иллюстрировали бы современное состояние отрасли и её перспективы.

Таким образом, если говорить в целом, постановка маркетинга требует существенной перестройки мышления у руководителей и специалистов всех подразделений предприятия. Маркетинговая идеология бизнеса должна побуждать все звенья компании ориентироваться в первую очередь не на то, что освоено, легко и привычно, а на то, что востребовано рынком. Причём такой подход должен стать личным убеждением сотрудников, а не только «директивным ориентиром» со стороны руководства.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ

Секанов Ю.П., Левина Н.С., Шалаева Л.А. (ВИМ)

Градуирование является одним из наиболее трудоемких и ответственных этапов в создании влагомеров, во многом определяющей их метрологию. В отечественной практике находит применение способ градуирования с использованием проб зерна естественной влажности, заготавливаемых в период уборки. Период между заготовкой проб зерна и проведением градуировочных работ может составлять несколько месяцев. В процессе хранения в зерне происходят сложные физикохимические преобразования внутренней структуры, зависящие от уровня влажности и условий хранения. Следует ожидать, что эти изменения влияют и на электрические свойства зерна. В связи с этим нами были проведены исследования с целью обнаружения влияния условий хранения зерна различной влажности на его электрическую емкость (С). Исследования проводили на свежубранном зерне пшеницы, ржи в диапазонах влажности 8,0...26,3; 9,6...23,3% соответственно и после его 6-месячного хранения в герметично закрытых сосудах при температуре 7...8 °С. Методика подготовки зерна состояла в следующем: из партии зерна, поступившей на зерноток, отбирали исходный образец с максимальным содержанием влаги, который после тщательной очистки от примесей делили на требуемое количество образцов, каждый из которых подсушивали до необходимого значения влажности. Затем зерно помещали в герметично закрываемые емкости и подвергали кондиционированию в течение трех суток. По истечении указанного времени проводили измерение влажности, натуре, электрической емкости, а также органолептически оценивали цвет, вкус, запах. После этого образцы зерна помещали в герметично закрывающиеся сосуды и направляли на хранение. По истечении 6-ти месяцев хранения наряду с перечисленными электрофизическими (ЭФС) свойствами определяли всхожесть зерна.

Сопоставление результатов измерений свойств свежубранного и хранившегося зерна позволило установить происшедшие в зерне изменения. В диапазоне влажности до 15,5 % видимых внешних изменений, а также запаха не наблюдалось. Зерно влажностью от 16,0 до 18,0 % приобрело быстро улетучивающийся фруктовый запах. Изменение цвета имело место для образцов зерна, влажность которых превысила 18 %. За время хранения содержание влаги в зерне с исходной влажностью до 22,5 % практически не изменилось. Содержание влаги увеличилось на 0,3...0,4 % в образцах зерна пшеницы с влажностью, равной 25,5 и 26,3 %. Для исследуемых культур с увеличением влажности зерна выше 16,5...17 % характерна тенденция снижения натуре. При влажности зерна 22...25 % натура уменьшилась на 20...24 г/л. Значительно изменились в процессе хранения посевные свойства зерна. Снижение всхожести отмечено на всех образцах зерна с влажностью, превышающей 16...16,5 %. Изменение всхожести (В) зерна пшеницы в зависимости от влажности (W) после хранения описывается уравнением второго порядка ($R^2=0,994$):

$$B=-1,1588W^2+30,485W-100,02.$$

Образцы зерна с W, превышающей для пшеницы 19 %, ржи 21 %, полностью утратили свою жизнеспособность. Сложные физико-химические изменения в зерне отразились и на его электрической емкости, о чем свидетельствуют данные таблицы.

Зависимости $C=f(W)$ для свежееубранного и хранившегося в анаэробных условиях зерна пшеницы и ржи.

Культура, сорт	Корреляционные зависимости $C=f(W)$			
	свежееубранного зерна	R^2	после 6-месячного хранения	R^2
Пшеница Московская 39	$C=-0,0255W^2+1,654W+4,72$	0,996	$C=-0,0432W^2+2,183W+0,08$	0,993
Рожь Валдай	$C=-0,0219W^2+1,631W+0,04$	0,994	$C=-0,0228W^2+1,525W+1,12$	0,993

Для обеих культур зависимости $C=f(W)$ для свежееубранного зерна располагаются выше аналогичных зависимостей, полученных после анаэробного хранения в течение 6-ти месяцев. Причем с увеличением влажности и снижением всхожести величина расхождения между этими зависимостями (ΔC) растет. Так, если при влажности 18 % величина ΔC составила на пшенице 0,9 пФ, ржи 1,2 пФ, то при $W=24$ % она возросла соответственно до 2,1 и 2,0 пФ. В показаниях современных высокочастотных влагомеров приведенные расхождения по ΔC дадут разницу в результатах измерений от 1 до 3 %. Поскольку влажность образцов зерна в процессе хранения практически не изменилась, то изменение емкости является следствием изменений его внутренней структуры, косвенным отражением которых является изменение всхожести. Подтверждением отмеченного является тесная связь электрической емкости и всхожести зерна, установленная в результате выполненных исследований. Для пшеницы и ржи взаимосвязь емкости и всхожести описывается следующими уравнениями ($R^2>0,9$):

$$C_p = -0,7 \cdot 10^{-3} B^2 + 0,236 \cdot 10^{-1} B + 26,8,$$

$$C_r = -0,22 \cdot 10^{-2} B^2 + 0,101 B + 23,6.$$

Полученные результаты представляют научный и практический интерес. Во-первых, они свидетельствуют о перспективности проведения поисковых исследований в целях установления электрического параметра, позволяющего создать быстросействующий прибор для оценки жизнеспособности зерна. Их использование в нормативных документах на проведение градуировки, испытаний и проверки рабочих емкостных влагомеров позволит повысить достоверность измерения влажности зерна.

МЕТРОЛОГИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗЕРНОВЫХ ВЛАГОМЕРОВ

Секанов Ю.П., Шалаева Л.А. (ВИМ)

В общем количестве произведенных за последние 20 лет влагомеров на долю электрических приходится около 70 %. Среди электрических влагомеров доминируют диэлькометрические (емкостные), наиболее отвечающие требованиям сель-

скохозяйственного производства. Универсальность и высокая точность определяют тенденцию роста инфракрасных термогравиметрических установок.

Поиск эффективных способов компенсации влияния объемной плотности остается главным направлением повышения точности электрических влагомеров. Многообразие технических решений электрических влагомеров, отличающихся не только внешними характеристиками, но и измерительными схемами, геометрическими и конструктивными параметрами датчиков, является отражением путей снижения влияния объемной плотности на результаты измерений влажности.

Самым распространенным способом компенсации объемной плотности в современных емкостных влагомерах является нормирование измеряемых проб зерна по массе на встроенных или придаваемых к прибору взвешивающих устройствах. В таблице приведены оценки средних значений погрешностей (Δ) измерений данных групп влагомеров в диапазоне влажности от 10-11 до 28-30 %, полученные на основе обобщения результатов испытаний приборов, проведенных в разных странах.

Выше указанного диапазона фирмы редко градуируют приборы, а если и проводят градуировку, то для весьма ограниченного числа культур.

Погрешности измерений диэлькометрических полевых влагомеров (фермерского назначения), %

Культура	Влагомеры:			
	со встроенными взвешивающими устройствами		с самостоятельными взвешивающими устройствами	
	Δ	σ	Δ	σ
Пшеница	2,1	0,22	1,8	0,43
Рожь	2,0	0,32	1,9	0,94
Ячмень	3,1	1,02	2,0	0,71
Овес	3,2	1,26	2,6	1,08

В диапазоне влажности от 10-11 до 21-23 % погрешности снижаются на 20-40 % по сравнению с приведенными в таблице данными.

Использование во влагомерах микропроцессоров создало условия для разработки более эффективных способов компенсации объемной плотности. В микропроцессорных влагомерах, таких как Agritec Moisture Computer MK-11 (фирма Sinar Agritec, Англия), Hydrotech (Legg Limited, Англия), Moisture System 6030 Sat. Unit C6 (Tecator, Швеция), Aquasearch PM-600 (Kett Electric Laboratory, Япония), АТПАЗ-01 (ВИМ, ГУП "СНПО Элерон", Россия) и др., компенсация влияния объемной плотности решается программными средствами. Для этого в приборах применяется объемное дозирование анализируемого материала с последующим измерением на встроенных взвешивающих устройствах. Таким образом осуществляется измерение величины объемной плотности материала M/V . При объемном дозировании масса пробы является варьирующим параметром, отражающим колебания объемной плотности. Используемый в приборах способ компенсации влияния объемной плотности основан на пропорциональной зависимости между информативным параметром (ИП) и массой пробы (M). Значение

чувствительности ИП к М, соответствующее определенному значению влажности, определяется как отношение этих двух величин. Величина отношения ИП к массе используется в качестве переменной градуировочного уравнения. Испытания приборов Aquasearch PM-600 и АТПАЗ-01 показали, что применение этого способа обеспечивает в диапазоне влажности от 10-11 % до 21-23 % снижение на 30...40 % погрешности измерения влажности по сравнению с приборами, использующими нормирование по массе проб зерна (табл.).

Полученное значение измеренной величины M/V , приведенное к объему равному одному литру, выводится в приборах как самостоятельный технологический параметр зерна – натура: $N=(M/V) \cdot 1000$, г/л. В полевых приборах такое приведение не позволяет получить достоверные результаты измерения натуре, близкие к значениям, полученным на образцовом средстве – литровой пурке. Например, средние значения погрешности измерения натуре влагомером Aquasearch PM-600 составили: пшеницы – 16,9 г/л ($\sigma=8,6$ г/л), ржи – 12,4 г/л ($\sigma=8,1$ г/л). В сравнении с пуркой прибор давал заниженные значения натуре. Погрешность измерения натуре зависит от параметров и способа наполнения зерном промежуточной емкости и погрешности измерения массы. В приборе Aquasearch PM-600 используется промежуточная емкость объемом 240 см³.

Исследования, проведенные на зерне колосовых культур в диапазоне влажности 8...22%, позволили дать статистическую оценку величины отклонения массы зерна в промежуточной емкости при свободной засыпке от массы, соответствующей этому же объему и определяемой из величины натурной массы, полученной на образцовом средстве. Тремя операторами было выполнено 228 измерений. Величина отклонения массы (ΔM) изменялась случайным образом в пределах от 0,1 до 7,9 г. Характер распределения ΔM подчиняется нормальному закону со следующими параметрами $\Delta M = 2,6$ г, $\sigma = 1,73$ г. Используя полученное значение ΔM в качестве поправки к измеренной массе пробы при измерении натуре, погрешность среднего значения из трех измерений, вызванная несоответствием плотности укладки зерна в стакане и пурке с вероятностью 95% не превысит ± 8 г/л. Поскольку погрешность весоизмерительного устройства прибора, как составляющая погрешности измерения натуре возрастает в $1000/V$ раз, то при измерении натуре важно, чтобы погрешность взвешивания была минимальной.

ПОЛЕВОЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ВЛАГОМЕР “ЭВЗК-2000”

Пугачёв П.М., Секанов Ю.П. (ВИМ),

Кудрявцев П.Н., Леонов С.А. (ООО НПЦ “Витязь-Т”)

Рассматривается подход к решению задачи создания полевого многофункционального электронного прибора блочно-модульного построения, позволяющего используя набор датчиков осуществлять контроль основных технологических параметров при производстве зерна и заготовке кормов.

Разработка полевого прибора ведется ВИМом совместно с ООО НПЦ “Витязь-Т”. Выбран диэлектрический метод измерения влажности, обоснованы требования к микропроцессорному контроллеру, определен оптимальный состав датчиков по функциональным и эксплуатационным параметрам. Найдены

технические решения проблемы измерения влажности кормовых материалов в прокосах и валках без отбора проб, в паковках без нарушения их целостности. Дано экспериментально-теоретическое обоснование метрологических и конструктивных параметров датчиков. На основании проведенной работы изготовлен образец прибора “ЭВЗК-2000”, состоящий из микропроцессорного контроллера и четырех датчиков:

- компланарного, для измерения влажности сена в прокосах и валках без отбора проб;
- зондового, предназначенного для измерения влажности и температуры в паковках, а также зерна в буртах;
- коаксиального, позволяющего измерять влажность, температуру и температуру сыпучих материалов;
- термошупа, обеспечивающего измерение температуры сыпучих и волокнистых материалов.

Микропроцессорный контроллер разработан на базе процессора АТ89С52, выполнен в удобном для пользователя небольшом корпусе, на лицевой панели которого размещена универсальная плоская клавиатура и жидкокристаллический матричный двухстрочный дисплей. Интерфейс контроллера позволяет подключать до семи различных измерительных датчиков, каждый из которых может иметь в своем составе по три частотных канала.

Контроллер в составе электронного влагомера осуществляет управление по специально разработанному алгоритму для каждого датчика режимами работы, приема, обработки и отображения информации о контролируемых параметрах.

Разработанная версия прикладного программного обеспечения (ПО) контроллера обеспечивает следующие режимы работы: основной режим — режим измерений; режим градуировки — служебный режим разработчика; режим поверки; режим связи с ПК; режим калькулятора; режим советчика.

Интерфейс контроллера является открытым, что позволяет разработать большой шлейф датчиков при условии наличия соответствующего прикладного ПО. В текущем году запланирован выпуск опытной партии прибора.

ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ МЕТОД ЭКСПРЕСС КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ МУЧНИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ Корко В.С., Скочек И.И. (БАТУ)

Экспресс-контроль влажности даёт возможность внедрить системы автоматического управления во многих технологических процессах перерабатывающей промышленности, что ведёт к повышению производительности труда, снижению энергозатрат и себестоимости продукции, повышению её качества.

Высокочастотный измеритель влажности принципиально состоит из первичного измерительного преобразователя, высокочастотного блока и вторичного измерительного преобразователя. Сущность реализованного в нем метода измерения влажности состоит в следующем: подготовленная по стандартной или оригинальной методике проба материала определенной массы или объема помещается в конденсаторную ячейку с уплотнением или без уплотнения. Сигнал, формируемый

первичным измерительным преобразователем, обрабатывается по определенному алгоритму и преобразовывается в значение влажности в цифровом виде.

Наибольшую погрешность в измерениях вносит вариация физико-механического состава измеряемого сырья: различные примеси, пустоты, сортовые особенности и т.д. При однопараметрическом методе измерения влажности сложно учесть и компенсировать влияние всех факторов. Для повышения точности измерений приходится разрабатывать новую методику компенсации мешающих факторов для каждого вида сырья (просеивание, взвешивание образца, необходимость обеспечивать одинаковую степень уплотнения, многократное повторение измерений и т.п.).

Одним из перспективных путей решения данной проблемы является применение двухпараметрического способа контроля, который может быть реализован при измерении одного и того же параметра с помощью различных преобразователей имеющих неодинаковую связь между информационным параметром, контролируемой и помеховой величинами.

Работа двухпараметрического измерителя влажности основана на изменении чувствительности ёмкостного датчика к влажности и физико-механическим свойствам измеряемого сырья при изменении рабочей частоты измерительного генератора. Образец исследуется в электрическом поле двух частот, что даёт возможность скомпенсировать влияние физико-механического состава измеряемого сырья.

Разработана экспериментальная установка и исследованы частотно-влажностные характеристики для муки различных видов и сортов. При этом для изучения образцов различной влажности применяли метод подсушивания муки в сушильном шкафу в течение длительного времени. В результате исследования получены частотно-влажностные характеристики в широком диапазоне частот (0..25 МГц) задающего генератора.

Анализ результирующей зависимости показывает, что на частотах от 10 до 22 МГц наиболее высокая чувствительность к изменению влажности, а на частотах от 3 до 8 МГц генератор более чувствителен к изменению физико-механического состава измеряемого сырья.

Общие приближенные рекомендации по выбору информационного параметра и частоты измерения, полученные на основе анализа формул смешения, следующие. Если считать что исследуемый материал состоит из нескольких условных компонентов, например, при определении влажности сыпучего материала можно для анализа принять, что первым условным компонентом является воздух, а вторым влажный материал, содержащий воду и сухой твердый материал.

При измерении количества первого условного компонента необходимо измерять диэлектрическую проницаемость, если меняется коэффициент диэлектрических потерь любого условного компонента. При этом желательно подбирать такую частоту, чтобы тангенс угла диэлектрических потерь первого измеряемого компонента стремился к минимуму. Обычно это соответствует увеличению частоты. Например, при контроле влажности материала в условиях, когда изменяется активная проводимость воды, целесообразно измерять диэлектрическую проницаемость. Если помеха меняет диэлектрическую проницаемость какого-либо компонента, необходимо измерять коэффициент диэлектрических по-

ть. При этом частоту нужно подобрать так, чтобы тангенс угла диэлектрических потерь измеряемого компонента стремился к максимуму. Обычно это соответствует уменьшению частоты.

Следует иметь в виду, что при увеличении частоты увеличивается роль паразитных связей и элементов, а при уменьшении частоты начинают сказываться приэлектродные эффекты. Поэтому в большинстве случаев диапазон используемых частот составляет 10кГц...20МГц.

Для уменьшения влияния степени уплотнения, наличия примесей более полной компенсации влияния физико-механического состава, оба генератора поочередно подключают к одному ёмкостному первичному измерительному преобразователю.

Двухпараметрический метод измерения реализован в экспериментальном измерителе влажности. Сравнительные исследования приборов с одно- и двухпараметрическими методами при измерении влажности муки пшеничной высшего сорта показали, что в предлагаемом варианте достигается более высокая воспроизводимость, точность измерения.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА

Буклагин Д.С., Гольяпин В.Я. (Информатротех)

Рассматриваются современные приборы для измерения влажности зерна и кормовых материалов, представленные на выставке (г. Ганновер) "Агротехника-99", наиболее известными фирмами: "Dickey-John" (Канада), "Super-Tech Agrolike" (Дания), "Draminski" (Польша), "Getreidetechnik-Zabortechnik", "Nir-Servict", "Protimeter", "Jmko Micromoduletechnik" (Германия).

К наиболее общим направлениям развития таких приборов можно отнести:

- универсальность применения;
- автоматическая корректировка градуированной характеристики;
- возможность перепрограммирования;
- малые габариты и масса.

Созданные приборы выполнены на микропроцессорах, позволяют измерять влажность зерна и семян от 10 до 32 различных культур, усреднять результаты последних циклов измерения, автоматически выполнять корректировку в зависимости от температуры и плотности материала. Возможности приборов по измерению влажности других культур расширяются за счет перепрограммирования и ввода необходимых новых данных.

Вид культуры и результаты влажности, температуры, массы и плотности отображаются на жидкокристаллическом индикаторе, при необходимости их можно распечатать на принтере.

В некоторых приборах проба зерна предварительно размалывается и подпрессовывается (фирмы "Super-Tech Agrolike" и "Protimeter").

Особый интерес заслуживает влагомер зерна "Trime-Gwinline" фирмы "Jmko Micromoduletechnik", который отмечен серебряной медалью. Он позволяет автоматически и непрерывно измерять влажность зерна в процессе сушки и

зонах транспортировки зерна в сушилках при температуре от 0 до 150°C (работа в режиме "in-line").

Принцип работы влагомера основан на измерении, запатентованным фирмой способом, электромагнитного высокочастотного (1 ГГц) импульса продолжительностью 10 пикосекунд.

Измеренные значения влажности выдаются на табло пульта или в память системы управления.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Бохан Н. И., Дайнеко В. А., Ловкис В. Б.,
Гаврилов Ю. К., Рагило С. В. (БАТУ)

Процесс сушки древесины предусматривает автоматическое регулирование температуры теплоносителя, контроль относительной влажности воздуха в сушильной камере, а также контроль влажности самой древесины.

В то время, как контроль температуры и влажности воздуха легко решаются традиционными способами и техническими средствами, определение влажности древесины встречает значительные трудности, особенно при непрерывном контроле.

Основным инструментальным методом получения данных о влажности древесины является метод сушки образцов. Простой и достаточно надежный, он обладает существенными недостатками, основными из которых являются малая производительность, значительный разрыв во времени между взятием образца и получением данных о его влажности. Используемые в настоящее время кондуктометрические влагомеры древесины с игольчатыми датчиками не обеспечивают требуемой точности измерений, не дают информации об интегральной влажности образца.

Исследования диэлектрических свойств древесины показали, что с повышением частоты электрического поля, в которое помещен образец, влияние типа древесины на зависимость ее диэлектрической проницаемости от влажности уменьшается. Хорошие результаты получены при измерениях на сверхвысоких частотах (СВЧ).

Метод измерения ослабления СВЧ-энергии во влажном образце положен в основу разработки лабораторного влагомера и измерительных преобразователей для непрерывного контроля влажности древесины в процессе сушки. Измерительная схема лабораторного влагомера древесины содержит сверхвысокочастотный генератор, первичный измерительный преобразователь влажности, представляющий собой измерительную и приемную антенны, между которыми помещен образец древесины; блок обработки, блок коррекции, который позволяет вводить в блок обработки информацию о толщине образца, его температуре, а также производить автоматическую калибровку измерительного тракта прибора между измерениями; цифровой индикатор влажности.

Влагомер построен по схеме измерения ослабления с использованием в качестве промежуточного измерительного преобразователя СВЧ- детекторного диода, работающего в режиме квадратичного детектора.

Основные технические характеристики лабораторного СВЧ- влагомера древесины: диапазон измерения влажности - 5...40%; толщина пиломатериалов - 5...10 мм; основная погрешность измерения влажности - не более 2 %..

Преимуществом СВЧ- влагомера перед кондуктометрическим является интегральная оценка влажности образца по объему.

Для СВЧ- влагомеров, не требующих пробоотбора, разработан полосковый первичный преобразователь влажности, который может использоваться при непрерывном контроле влажности в процессе сушки.

Полосковый датчик включается между СВЧ- генератором и входом ВЧ- детектора . Затухание СВЧ- энергии в нем определяется определенной зависимостью.

Необходимая чувствительность полоскового ПИП достигается изменением длины полосковой линии или изменением частоты СВЧ- генератора.

Конструкция датчика влажности на основе несимметричной полосковой линии представляет собой полосу из фольгированного диэлектрика типа "Флан-4", которая закрепляется в металлическом корпусе. Внутри корпуса проходят отрезки коаксиального кабеля, соединяющего выводы НПЛ с СВЧ- генератором и детектором. Рабочая поверхность датчика покрыта слоем эпоксидного компаунда.

При измерении влажности пиломатериалов полосковый датчик прикладывается к поверхности доски или бруса. При непрерывном контроле влажности измерительная схема должна быть двухканальной (содержать опорный канал) для компенсации изменения мощности СВЧ- генератора в процессе работы.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

**Дайнеко В.А., Бохан Н.И., Князев В.Н., Разумовский М.А.,
Рагило С.В., Кузменков А.А. (БАТУ)**

Для автоматизации процесса сушки пиломатериалов разработано устройство автоматического контроля и сигнализации, состоящее из первичных измерительных преобразователей относительной влажности и температуры воздуха, теплоносителя и пиломатериалов, аналогового коммутатора, схемы измерения температуры и влажности, блока сигнализации и цифрового индикатора.

Принцип действия измерителя относительной влажности воздуха основан на психрометрическом методе. Первичный преобразователь состоит из "сухого" и "мокрого" терморезисторов типа ТСМ-50М, размещенных в сушильной камере. Оба терморезистора включены в мостовые измерительные схемы, выходы которых подключены к входам усилителей постоянного тока на операционных усилителях: типа К140УД17А, в результате чего напряжение на выходе первого усилителя пропорционально температуре "сухого" датчика, а напряжение на выходе второго усилителя пропорционально температуре "мокрого"

датчика. Выходы обоих усилителей соединены со входами дифференциального усилителя, выполненного также на микросхеме типа К10УД17А. Напряжение на выходе дифференциального усилителя пропорциональна психрометрической разности (разности температур "сухого" и мокрого терморезисторов). Коммутатор последовательно подключает ко входу аналого-цифрового преобразователя (АЦП) выходы первого, второго и третьего операционных усилителей, в результате чего на цифровом индикаторе последовательно отображаются значения температур "мокрого", "сухого" термометров и психрометрической влажности, одновременно эта информация выводится на разъем связи с внешними устройствами (ПЭВМ). Блок сигнализации контролирует отклонение температуры и влажности от заданных и обеспечивает световую сигнализацию отклонения параметров сушки от заданных значений. При помощи промежуточных реле; эти сигналы выводятся на внешние устройства и используются для автоматического регулирования процесса сушки.

Для измерения температуры теплоносителя используется вольфрам-рениевая термопара типа ТВР-ТП. Температура пиломатериалов контролируется миниатюрными полупроводниковыми датчиками типа К1019ЕМ1.

УПРАВЛЯЕМЫЙ БИОРЕАКТОР В ТЕХНОЛОГИЯХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА Фомичев М.М. (НИИ «Агроприбор»)

В технологиях хранения и переработки зерна до настоящего времени оказываются невостребованными возможность физиологического переноса связанной влаги в зерновках вместе с продуктами метаболических реакций и возможность улучшения технологических, продовольственных и посевных качеств зерна с помощью внешнего техногенного управления работой ферментов при активации семян перед посевом и подготовке зерна к помолу в процессе отволаживания.

В качестве инструмента для реализации этих возможностей предлагается система автоматического управления, включающая: объект управления – биореактор, представляющий собой изолированную емкость с физиологически активной аэрируемой зерновой массой; технические средства возбуждения и торможения физиологических реакций, отвечающих требованиям мутационной безопасности; средства для получения синхронной биоэлектрической информации об ответных физиологических реакциях на внешние управляющие тепловые (включая и с отрицательными температурами), влаго- и кислородосодержащие воздействия.

В основу методологии исследования положена концепция представления биообъекта (зерновки) как информационного негэнтропийного преобразователя бесконечного множества внешних воздействий экосферы в ограниченное количество подмножеств (образов) ответных физиологических состояний биообъекта: покоя (анабиоза), активации, угнетения, гомеостаза (квазистационарного процесса, ограниченного во времени), стресса (возбуждения), агонии (необратимого состояния) и некроза (денатурации для белковых комплексов).

Идентификация физиологических состояний биообъектов (зерновой массы) требует анализа биоэлектрической информации на базе системных, структурных, функциональных и эволюционных закономерностей биосферы в ее микро- и макропроявлениях, моделируемых с помощью кибернетической многоуровневой структуры зерновки и глобальной модели экосферы с ее гидро- лито-, и атмосферными составляющими, подверженными космическим воздействиям.

В результате проведенных исследований обнаружено явление возникновения стрессового состояния физиологически активной зерновой массы и установлены два условия его возбуждения:

- путем внезапной аэрации зерновой массы, находящейся в состоянии самоконсервации в среде углекислого газа;
- путем нагрева зерновой массы до критической температуры, вызывающей обратимые кратковременные периодические конформационные изменения белкового комплекса, предшествующие его необратимой денатурации.

Установлена возможность биоэлектрического контроля ферментативных реакций метаболических процессов, физиологического переноса продуктов метаболизма и систем регуляции зерновок с целью использования этих процессов в различных технологиях послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна.

Проведено моделирование на экспериментальном биореакторе управляемых бионизированных (использующих биологические свойства зерна) технологических процессов:

- сушки зерна атмосферным воздухом с применением чередования состояний покоя в режимах самоконсервации и состояний возбуждения зерновой массы путем внезапной аэрации с целью использования физиологического переноса связанной влаги за счет периодических сокращений (конформаций) белков (эффект молекулярного вибронасоса) и выноса ее на поверхность зерновок во время импульсных открытий пор мембран в стрессовых состояниях;

- тепловой сушки с использованием возбуждения зерновой массы при критических температурах, позволяющей сократить время сушки на 30...40% и, как следствие, уменьшить на такую же величину расход тепловой энергии, а также на 30....40% увеличить производительность зерносушилок;

- управляемого процесса хранения зерна с обратной связью, обеспечивающей биоэлектрическую информацию о начале активации ферментов при нарушении режима хранения, в отличие от существующего температурного способа контроля, позволяющего получать информацию только после периода активации ферментов, когда повышается температура и начинается необратимый процесс синтеза белков зародыша, обуславливающий потерю всхожести зерна после его сушки;

- контролируемой самоконсервации влажного зерна в изолированной от внешней среды емкости биореактора, обеспечивающей анаэробный режим хранения, исключающий развитие микрофлоры и фауны и, как следствие, сохраняющий ферменты алейронового слоя, необходимы для расщепления запасных веществ эндосперма при росте растений и размоле зерна.

Экспериментально установлено, что самоконсервация влажного зерна обеспечивает длительное (в течение нескольких месяцев) сохранение качества

зерна. Такое зерно с сохраненной ферментативной активностью во влажном состоянии является полноценным кормовым продуктом. Однако использование такого зерна в качестве семенного материала и продовольственного сырья требует его обязательной сушки в удобное для хозяйства время, так как во влажном зерне не завершаются процессы послеуборочного дозревания, необходимые для повышения посевных качеств семян, улучшения технологических свойств зерна и хлебопекарных достоинств муки.

- Начаты исследования на биореакторной установке по моделированию режимов:

- ускоренного процесса дозревания зерна с использованием его сушки атмосферным воздухом и применением периодической смены физиологических состояний покоя и возбуждения;

- предпосевной подготовки семян, реализуемой с помощью немутагенных естественных тепло-, влаго- и кислородонесущих воздействий внешней среды и средств получения биоэлектрической информации по каналам обратной связи о результатах управляющих воздействий;

- подготовки зерна к помолу в бункерах отволаживания мукомольных заводов с переводом их в режим управляемого и контролируемого биореактора, обеспечивающего избирательные воздействия на амилолитические и протеолитические ферменты зерна с целью получения запрограммированных хлебопекарных свойств муки и показателей качества хлеба.

Предложенные бионизированные технологии хранения и переработки зерна не имеют аналогов в мировой практике. Защищены 8 авторскими свидетельствами и патентом. Они экологически чисты, значительно сокращают энергетические материальные затраты, легко управляемы. В качестве наукоемких технологий постоянно совершенствуются и развиваются.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫНОСА ЧАСТИЦ С ПЫЛЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Лазутин В.Н., Усков И.Б., Козырева Л.В. (АФИ)

Одной из ключевых проблем земледелия в аридных зонах является защита полей от дефляции. Среди критериев, по которым оценивается потенциальная предрасположенность почвы к развеванию, важнейшим по почвенному блоку системы "почва-ветровой поток" считают процентное содержание частиц диаметром менее 0,84 мм. Прямые определения податливости почв дефляции в полевых условиях производятся с использованием полевых аэродинамических труб (ПАУ), в лабораторных условиях - в стационарных аэродинамических установках на образцах почв. Правомерность переноса результатов продувок на конкретные поля обоснованно вызывает сомнения, прежде всего из-за отсутствия критериев подобия процессов ветровой эрозии. Представляет практический интерес возможность оценки предрасположенности почв к дефляции непосредственно в полевых условиях. Процесс развевания верхнего слоя почвы связан с движением частиц после "страгивания" их ветровым потоком либо во взвешенном состоянии в самом потоке, либо сальтацией, или перекатыванием. Как

правило, дефлируемый слой почвы находится в воздушно сухом состоянии. Это обстоятельство обуславливает возможность использовать электростатические поля высокой напряженности для создания электрических сил, преодолевающих силы адгезии и гравитации, удерживающие частицы почвы в контакте друг с другом. Поведение почвенных частиц в полях именно высокой напряженности весьма специфично вследствие изменения их физико-химических свойств и увеличения электропроводимости. При соответствующей напряженности и взаимном расположении электродов можно создать контролируемые (поддающиеся измерению) условия, при которых частицы определенного размера (размеров) будут отрываться от поверхности почвы, и перемещаться в электростатическом поле на расстояния, обусловленные их размером, весом, напряженностью и конфигурацией электростатического поля.

Над поверхностью почвы размещается электрод, второй электрод в виде кольца накладывается на поверхность почвы или почвенной пробы, находящихся в воздушно сухом состоянии. На электроды подается напряжение в несколько киловольт, при этом на частице возникает заряд. Электростатическое поле в такой системе имеет градиент напряжённости, уменьшающийся к краям электрода, поэтому частицы почвы покидают пространство между электродами и вылетают в зону, расположенную вне проекции верхнего электрода. Если испытанию подвергаются почвенные образцы полидисперсного состава, то за пределами площади проекции верхнего электрода частицы выпадают концентрическими кольцами, каждое из которых соответствует определенному размеру частиц. Процесс "развевания" при постоянном напряжении длится до тех пор, пока все частицы, способные оторваться под действием силы, не покинут пространство между электродами и не соберутся на специальной подложке.

Описанная методика положена в основу устройства для оценки податливости почв дефляции в полевых условиях. Оно также позволяет выполнять исследования почвозащитных агроприемов, связанных с механическими обработками поверхности полей и применением искусственных химических структурообразователей.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ВЕЩЕСТВА

Василенко А.А. (БГТУ)

В последнее время уделяется большое внимание исследованиям, связанным с защитой окружающей среды, что потребовало изучения химического состава почв, почвообразующих пород с целью выяснения распределения химических компонентов, полезных или вредных для растений и животных. Производится анализ химического состава отходов производства горнодобывающей промышленности и сельского хозяйства для выяснения возможности их следующей утилизации. При экологических исследованиях наряду с опробованием почв возникает необходимость в анализе проб растений и растительных остатков, сточных вод, выбросов производства, отвалов и других продуктов.

Для решения столь сложных и разнообразных задач применяются современные методы анализа. Для массовых анализов эффективны атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионный анализ. Заметное место в ряду современных аналитических методов занимает рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), который характеризуется высокой степенью автоматизации, производительностью, хорошей воспроизводимостью. Анализироваться могут как твердые образцы (порошки, гранулы, руды), так и жидкости (масла, нефть, растворы). Немаловажным обстоятельством, привлекающим внимание к рентгеноспектральному флуоресцентному анализу, является и тот факт, что исходные данные для расчета концентраций элементов в этом методе получаются в виде электрических сигналов, которые обрабатываются на ЭВМ.

Есть положительный опыт применения РФА-анализаторов для исследовательских работ на ПО «Беларуськалий». Для определения массовой доли КСІ используется РФА-анализатор X-MET 920 фирмы "Metorex" (Финляндия), который состоит из рентгеновской трубки и пропорционального счетчика.

ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАНИЕ СУШКИ СЕМЯН

Бородин И.Ф., Ткачев Р.В. (МГАУ)

Острая необходимость энергосбережения вызвала появление ряда электрофизических методов сушки семян, которые в дополнении к существующим технологиям, позволяют сделать сушку менее энергоемкой и менее продолжительной.

Один из таких интенсифицирующих приемов заключается в электроактивировании сушки зерновых культур, предусматривающим сочетание электроосмотического влагопереноса в семенах с их вентилированием электроактивированным воздухом (ЭАВ), содержащим ионы H^+ , O^- , OH^- и озон O_3 . ЭАВ получают из окружающего воздуха при помощи коронного разряда.

При наложении через систему электродов на массу семян внешнего электрического поля положительные ионы диффузионного слоя зерновки, заряд которых обратен заряду поверхности, устремляются к противоположно заряженному электроду - катоду и захватывают с собой молекулы воды, находящиеся в диффузионном слое малосвязанной воды. Таким образом, избыточная влага, присутствующая в диффузионном слое и являющаяся главной причиной порчи продукции, выводится на поверхность семян.

Однако, приложенная извне разность потенциалов способна удалять влагу только из диффузионного слоя частицы крахмала. Свободную влагу поверхностного слоя зерновки электроосмосом удалить невозможно, так как она электрически нейтральна. Поэтому для отвода влаги из этой области следует использовать вентилирование.

Исследования показали, что вентилирование наиболее предпочтительно осуществлять электроактивированным воздухом. ЭАВ насыщает диффузионный и задиффузионный слой семян ионами водорода, являющимися транспортными агентами переноса молекул воды. Интенсифицирующие возможности ЭАВ также обусловлены высокой влагопоглощательной способностью озона, протониро-

ванием и сжатием клеточных мембран, которое приводит к возникновению градиента давления влаги в семенах.

Исследования по сушке семян с использованием электроосмоса проводили на лабораторной установке, представляющей электродную камеру с коаксиальным расположением цилиндрических электродов, между которыми помещалась влажная семенная масса. Подача агента сушки составляла $2,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, концентрация ионов в электроактивированном агенте сушки была равна $3 \times 10^{17} \text{ м}^{-3}$, а озона $8 \dots 10 \text{ мг/м}^3$. Напряжённость электрического поля в межэлектродном пространстве составляла 10, 50 и 100 В/см.

В качестве контроля использовался эксперимент по продувке семян подогретым воздухом. Установлено, что при использовании ЭАВ и электроосмоса величина скорости v сушки выше, чем в контроле. Благодаря этому продолжительность сушки и расход энергии сокращаются в $1,2 \dots 1,6$ раза. Выявлено, что интенсивность электроосмотического влагопереноса в семенах пропорционально зависит от величины электрической напряжённости и от температуры семян.

Технико-экономическими расчётами установлено, что использование ЭАВ и электроосмоса позволяет при сокращении продолжительности сушки в 1,3 раза снизить удельный расход энергии с $12,8 \text{ кВт} \times \text{ч/т} \times \%$ до $9,9 \text{ кВт} \times \text{ч/т} \times \%$, повысить производительность труда в 1,2 раза, сократить потери массы семян до 3%, сохранить посевные качества семян.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИМИТАЦИОННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫМ ОБОГРЕВОМ ПОГОЛОВЬЯ Дубровин А.В. (ВИЭСХ)

В промышленном животноводстве при выращивании молодняка, особенно в птицеводстве, необходимы достаточно высокие температуры производственных помещений, что вызывает чрезмерные энергозатраты на общий обогрев помещений с животными. Поэтому широко распространены технологии локального обогрева, когда обогреваются только места расположения молодняка, а температурный фон в животноводческом помещении при этом значительно снижается. Данный метод позволяет в настоящее время экономить до 15% теплоты при конвективном локальном обогреве молодняка с контролем теплового режима в зонах обогрева обычными термометрами температуры воздуха.

Активно развивающиеся в последние годы лучистые и контактные средства локального обогрева обладают явными энергетическими, технологическими и, соответственно, экологическими преимуществами по сравнению с обогревателями брудерного типа, но измерить тепловой режим в зоне их действия простым термометром температуры воздуха невозможно. На теплообмен животного действуют четыре основных фактора микроклимата: температура воздуха, его относительная влажность и скорость движения, лучистые или кондуктивные тепловые потоки. Именно два последних фактора теплообмена организма с окружающей средой наиболее существенны при инфракрасном или напольном контактном локальном обогреве.

Поэтому в ВИЭСХе создан термометр эффективной температуры животноводческого помещения в виде числа градусов температуры по шкале Цельсия, которое представляет собой комплексный показатель теплового комфорта животного в условиях реального помещения со сквозняками, холодными стенами, нагретыми приборами, прочими потоками теплоты и другими влияющими на теплообмен животного тепловыми факторами среды. Этот вычислительный измеритель эффективной температуры (ВИЭТ) представляет собой теплообменную поверхность оригинальной конструкции, связанную через датчик ее температуры и внутренний имитатор тепловыделений животного со специализированной вычислительной машиной, программируемой в зависимости от вида и возраста обогреваемого поголовья. Выходной сигнал используется для регулирования режима локального обогрева и для визуальной индикации режима. Приборный вариант ВИЭТ прошел успешные государственные приемочные испытания на АО "Бройлер" в Рязанской области.

Дополнительной, исключительно важной для энергосбережения при применении его в технологиях общего и локального обогрева особенностью нового термометра эффективной температуры является то, что наряду с гарантированным обеспечением технологии локального обогрева появляется возможность обоснованной оптимизации общего температурного фона в помещении при учете дополнительных потерь продукции при снижении температуры внутреннего воздуха по сравнению с прежней нормативной.

Предложенный методический подход и технические средства позволяют теоретически обосновать и экспериментально подтвердить изменение норм технологического проектирования в части их, касающейся температурных режимов локального и особенно общего обогрева, в сторону ужесточения для поголовья, что по предварительным расчетам для бройлерного производства даст энергетический эффект на уровне 30% годовой потребности по общему и локальному обогреву сельскохозяйственных помещений.

При этом решается экологическая проблема сокращения неконтролируемых из-за конструктивных недостатков морально устаревших брудеров потерь части сельскохозяйственной продукции и связанной с этим возможности инфекций и эпидемий на крупных сельскохозяйственных предприятиях.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ И РЕЛЕЙНОЙ ТЕХНИКИ

Селезнев А.Д., Передня В.И., Хруцкий В.И.,
Савиных В.Н. (ГП "БелНИИМСХ")

Эффективность управления сельскохозяйственным производством в современных условиях в значительной мере определяется наличием методов и технических средств управления качеством продукции на всех стадиях технологического процесса.

Однако степень обеспеченности технологического процесса средствами автоматизации должна быть связана с уровнем механизации и достигаемой технико-экономической эффективностью результатов автоматизации.

Если объект не контролируется, то его эффективность при заданных функциональных возможностях зависит от стабильности характеристик самого объекта и внешних помех. В высоконадёжных и стабильных технологических процессах автоматизация заложена внутри технологического процесса и применение внешних средств автоматизации значительно упрощается.

Поэтому необходимо, во-первых, определить целесообразность использования средств автоматизации во всей технологической цепочке, на каждом из этапов изготовления и эксплуатации объекта, во-вторых, в случае принятия решения о необходимости использования на соответствующем этапе технологической цепочки возникает проблема наиболее эффективной системы управления. Таким образом, эффективность, т.е. результативность средств автоматизации, целесообразно рассматривать с позиций их влияния на общую эффективность технологического процесса.

В работе рассматривается эффективность использования автоматизированных систем дозирования кормовых материалов при приготовлении комбикормов и кормосмесей в условиях хозяйств.

В БелНИИМСХ разработано и внедряется в производство устройство для дозирования материалов порционного действия с использованием тензодатчиков и программируемого контроллера.

В основу разработанного устройства заложен принцип загрузки порций материалов в накопительную ёмкость, которая может иметь рабочие органы, выполняющие различные технологические операции и механизмы выгрузки.

Накопительная ёмкость устанавливается на датчики тензометрические.

Усилия от загружаемых порций компонентов передаются на тензодатчики и далее преобразуются в электрические сигналы, поступающие в контроллер. В контроллере имеется программное устройство, в которое вносятся весовые значения компонентов, составляющих рецепт комбикорма или кормосмеси. По командам контроллера производится автоматическое управление загрузкой компонентов и выгрузкой общей порции из ёмкости.

Разработан ряд модификаций устройства дозирующего общим весом порции 500, 1000 и 2500 кг. Устройство дозирующее позволяет полностью автоматизировать процесс получения заданного рецепта продукта.

Дозирующее устройство представляет собой двухагрегатную систему, когда питатель и весовая система не совмещены. Его структурная схема содержит звено запаздывания. Запаздывание определяется в первую очередь временем свободного падения материала из питателя в ёмкость. Расстояние между точками падения и выгрузки зависит от объёмных характеристик дозируемых материалов и высоты заполнения накопительной ёмкости. Для уменьшения влияния переменных характеристик материала и высоты столба на точность дозирования используется работа питателя в двух скоростном режиме работы. Процесс работы на каждой из скоростей определяется соотношением массы дозы и массы столба материала. При малых дозах и большой массе материала в столбе может использоваться одна пониженная скорость подачи материала.

При дозировании желательно производить подачу компонентов в убывающей по массе последовательности.

Системы дозирования с применением весоизмерительной техники надежны, но имеют высокую стоимость. Применение таких систем связано с организацией производства в целом. Если целью производства является получение качественных комбикормов или кормосмесей, то применение таких систем полностью оправдано.

Если же такие системы устанавливаются в хозяйствах для получения комбикормов или кормосмесей, которые в дальнейшем используются в технологических линиях, то следует учитывать экономическую эффективность использования в зависимости от получаемого конечного продукта.

Получение высококачественного корма требует высокой организации производства и высокорационального его использования. Нельзя иметь высокоавтоматизированное производство высококачественного продукта, а использовать его в дальнейшем в некачественных технологических операциях, в которых не используются его качественные характеристики.

В таком случае более эффективно использовать более простые, но менее точные и менее дорогие средства дозирования с применением дозаторов объемного типа или порционных дозаторов безменного типа, использующих нормированный противовес.

Такие средства автоматизации в целом позволяют упорядочить контроль технологического процесса дозирования, а конечные результаты получения продукции определяются совокупностью всех технологических операций.

Практически результаты прироста животноводческой продукции при использовании сложных высокоточных средств автоматизации можно получить в условиях хозяйств с высокой организацией производства, где непосредственно контролируется процесс получения конечного продукта по всей технологической цепочке и где можно выделить влияние каждой части технологического процесса на конечный результат. Эффективно применяются устройства для дозирования с применением микропроцессорной техники в комбикормовых цехах агрофирмы "Снов", совхоз-комбината "Западный", в колхозе "Беларусь" Минского района, на Логойском ветсанутильзаводе, на опытном производстве БелНИИМСХ здесь используются системы дозирования с цифровой индикацией веса и программным управлением.

В тоже время имеется ряд хозяйств, где с успехом используются дозаторы объемного типа, а также дозаторы безменного типа, которые позволяют автоматизировать процесс дозирования компонентов кормосмесей на основе счетчиков доз и реле времени.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОКСИМЕТР

Жигалов В.А., Юран С.И. (ИжГСХА)

Автоматизированные приборы для контроля физиологического состояния сельскохозяйственных животных необходимы как для ветеринарной практики, так и для исследовательских целей, например, при отработке более совершенных технологий содержания животных. Важную информацию о сосудистой системе сельскохозяйственных животных наряду с такими показателями, как часто-

та пульса и ее вариации, параметры пульсовой кривой, несет насыщение (сатурация) гемоглобина артериальной крови кислородом.

В докладе рассмотрен портативный прибор для оперативной оценки степени насыщения крови кислородом, позволяющий использовать его в практической работе ветеринарной службы, а также в автоматизированных системах сбора физиологической информации о животных.

Известно, что коэффициент поглощения оптического излучения в красной области спектра окисленным гемоглобином HbO_2 (артериальная кровь) и восстановленным гемоглобином Hb в венозной части кровеносного русла отличаются почти в десять раз. В то же время в области ближнего инфракрасного (ИК) излучения коэффициент поглощения на длине волны 0,81 мкм не зависит от степени окисления гемоглобина крови. Таким образом, сопоставляя степени поглощения кровью излучений в красной и ИК областях спектра, можно судить о содержании в ней кислорода.

Устройство состоит из датчика и измерительного блока. Датчик содержит два светодиода с различными длинами волн излучения: 0,67 мкм (ЗЛ365А) и 0,81 мкм (АЛ136А), фотодиод ФДК-155 и усилитель на микросхеме К1401УД2. Указанные элементы расположены в корпусе датчика, который может крепиться, например, на вымени коровы. Датчик при помощи гибкого кабеля подключается к блоку измерения. Питание усилителя датчика и запитка светодиодов осуществляются также от блока измерения.

Функциями измерительного блока являются получение двух фотоплетизмограмм в красной и ИК областях спектра и нахождение по их параметрам величины сатурации. Управление оксиметром, синхронизация работы каналов, измерение и вычисление измеряемого параметра, а также предоставление информационного сервиса осуществляет микроконтроллер МС68Н705L1 (МК). МК вырабатывает пакеты из двух импульсов длительностью 333 мкс каждый частотой 1000 Гц, которые поочередно запитывают красный и ИК-излучающие светодиоды. Затем в течение такого же времени (оба светодиода погашены) фотоприемник датчика вырабатывает сигнал пропорциональный посторонней засветке. Синхронно с излучением светодиодов МК производит измерение усиленного сигнала фотодиода, при этом первая величина будет соответствовать красной области спектра, вторая – ИК-области, а третья – посторонней засветке. Всей работой аналоговой части прибора управляет МК и, таким образом, замыкает петлю обратной связи по сигналу. Происходит автоматическая отстройка от влияния на измерения оптической плотности тканей, а так же других факторов, не связанных с изменением уровня кислорода, путем подстройки мощности излучения красного и инфракрасного диодов и коэффициента усиления усилителя. АЦП микроконтроллера производит преобразование аналоговых сигналов датчика в цифровую форму.

Затем МК выполняет операции вычисления над измеренными величинами и определяет параметр K_{O_2} , соответствующий величине насыщения крови кислородом в процентах, а также частоту пульса. Все эти параметры поочередно выводятся на жидко – кристаллический индикатор (ЖКИ), подключенный к МК. Время индикации по каждому параметру задается программно. Режимы

работы прибора, аварийные и нештатные ситуации, выявленные МК, также индицируются на ЖКИ.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФ **Юран С.И. (ИжГСХА)**

Современная промышленная технология животноводства невозможна без применения автоматизированных средств диагностики физиологического состояния животных, включая субклинические стадии заболеваний. Устройства, работающие на методе фотоплетизмографии и позволяющие оценить состояние сосудистой системы животных, способны вписаться в автоматизированные системы ветеринарного контроля, функционирующие в условиях ферм.

В работе рассмотрен многоканальный автоматизированный фотоплетизмограф, разработанный совместно с Физико-техническим институтом УрО РАН.

Метод фотоплетизмографии, имеющий ряд преимуществ перед другими методами исследования сосудистой системы биологических объектов, находит все большее применение, как самостоятельный метод изучения периферического кровообращения, так и как дополняющий традиционные методы оценки физиологического состояния человека и животных.

Суть метода заключается в следующем. Световой поток, излучаемый светодиодом, отразившись от ткани, регистрируется фотоприемником. Ток фотоприемника за счет колебаний оптической плотности живой ткани, пропорционален объемному изменению кровенаполнения периферических сосудов в процессе прохождения пульсовой волны, обусловленной работой сердца.

Рассматриваемый фотоплетизмограф (ФПГ) обеспечивает регистрацию и анализ пульсовых кривых одновременно с пяти участков кожного покрова и слизистых оболочек. ФПГ содержит комплект фотоэлектрических датчиков в виде оптопар инфракрасного диапазона с открытым оптическим каналом, усилители сигналов с фотопреобразователей, однокристалльный микроконтроллер PIC16C73 фирмы Microchip со встроенным 8-разрядным АЦП и пятиканальным мультиплексором на входе. Посредством асинхронного последовательного канала передачи данных микроконтроллер осуществляет связь с персональным компьютером (ПК) типа IBM PC (в данном варианте используется Notebook SENS 700). С целью исключения возможности поражения обследуемых животных электрическим током использована гальваническая развязка канала связи ФПГ с ПК, выполненная с помощью оптронов. Функции задания частоты преобразования измерительного сигнала пульсовой кривой, синхронизации каналов и организации протокола обмена по стандарту RS232C реализованы в микроконтроллере программно. В каждом измерительном канале ФПГ предусмотрены регулировки коэффициента усиления и величины тока светодиода датчика.

Специализированное программное обеспечение ПК реализовано в виде диалоговой интерактивной системы, позволяющей осуществлять:

- просмотр сигналов всех каналов в режиме осциллографа на экране цветного монитора ПК;

- запись сигналов одновременно со всех каналов в ОЗУ ПК и ведение архива данных;
- анализ основных параметров фотоплетизмограмм.
- Основные технические характеристики прибора:
- частота дискретизации измерительного сигнала - 400 Гц;
- время непрерывной регистрации - 75 с;
- габариты 240 * 110 * 40 мм;
- потребляемая мощность ФПГ - не более 0,5 Вт.

В приборе предусмотрен также режим регистрации пульсовых кривых в различных спектральных диапазонах излучения источников. Зависимость глубины проникновения оптического излучения в ткани организма от длины волны излучения позволяет исследовать периферическое кровообращение в различных слоях тканей. Так, например, излучение в зеленой части спектра (длина волны $\lambda_{зел} = 0,56$ мкм) проникает в кожу, ослабляясь в 1/е раз, на глубину около 0,42 мм; излучение в красной части спектра ($\lambda_{кр} = 0,68$ мкм) - на глубину 0,71 мм; излучение в инфракрасной части спектра ($\lambda_{ик} = 0,94$ мкм) - на глубину 1,48 мм.

Разработаны датчики для четырех спектральных диапазонов: зеленого, желтого, красного и инфракрасного. Малые габариты датчиков позволяют проводить исследование в локальной области ткани на различных глубинах, что имеет важное диагностическое значение, например, для оценки влияния на периферическое кровообращение механических, физиологических, фармакологических и других воздействий. Для повышения надежности датчиков можно в качестве излучающего элемента использовать светоизлучающий индикатор, например, КИПДЗ3А-М с управляемым цветом свечения (красным, желтым, зеленым), имеющим на одной подложке три светоизлучающих кристалла.

Малые габариты, масса, энергопотребление и автономное питание ФПГ в совокупности с ПК Notebook позволяют эксплуатировать его как в условиях ферм, так и в полевых условиях.

ПРИБОРЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖИВОТНЫХ

Алейников А. Ф. , Верещагин Г. Л. (СибФТИ)

Электрические параметры биологических жидкостей и тканевых структур являются важным индикатором процессов жизнедеятельности, протекающих в организме. Во – первых, изменение этих параметров используются в ветеринарной медицине в качестве критериев для оценки физиологического и функционального состояния животных. Во – вторых, данные, полученные при изучении электропроводности биологической ткани, позволяют вести диагностику заболевания на субклинической стадии их развития. К таким параметрам следует отнести: активное, реактивное и полное сопротивление (импеданс); биоэлектрические потенциалы; диэлектрическую проницаемость, тангенс угла потерь и др.

В СибФТИ в разное время разработаны и испытаны переносные приборы «Тонус – 2м», «Биотемп», «Биопульс 1,2», «ТМЦЭ – 2В» предназначенные для оценки функционального состояния и диагностики различных заболеваний животных и человека.

Принцип действия биологического дисперсионного кондуктометра «Тонус – 2М» основан на измерении модуля полного электрического сопротивления биологической ткани, расположенной между активным и индифферентными электродами на двух частотах («низкой» и «высокой»). Прибор может работать в следующих режимах:

- измерение полного электрического сопротивления на низкой и высокой частотах с выводом результатов измерений на цифровой индикатор;
- исследование флуктуации сопротивлений с выводом результатов на самопишущий прибор. Краткие характеристики прибора: диапазон измерения на низкой частоте – от 0,2 до 10 кОм, на высокой – от 0,3 до 3,0 кОм; ток, воздействующий на организм – не более 10 мкА; разрешающая способность ± 5 Ом; габаритные размеры 220×190×90 мм; масса не более 2 кг; потребляемая мощность 0,5 ВА. Приборы использовались при оценке функционального состояния животных.

Многофункциональный прибор «Биотемп» предназначен для измерения биопотенциалов, температуры поверхности ткани, модуля полного электрического сопротивления ткани, средней частоты сердечных сокращений, температуры и относительной влажности воздуха, а также для расчёта коэффициента дисперсии поляризации (КДП). Краткие технические характеристики прибора: диапазон измерения биопотенциалов от 1 до 999 мВ, температуры – от 5 до 40°C, влажности – от 5 до 60%, частоты сердечных сокращений – от 1 до 200 ударов в мин.; габаритные размеры 400×300×200 мм. Приборы были использованы при диагностике заболеваний типа мастит, эндометрит и др.

Алгоритм действия прибора «Биопульс - 1» включает:

- регистрацию ритмограммы с соответствующим преобразованием пульсовой волны в электрический сигнал;
- измерение интервалов кардиоимпульсов и сравнение их с задатчиком «зон риска», имеющим максимально и минимально предельно допустимые значения интервалов между предыдущим и последующим кардиоинтервалами;
- определение в процентном отношении соответствия выходных импульсов заданным зонам риска. С помощью прибора определялись нарушения сердечного ритма телят и другие патологии сердечно – сосудистой системы.

Термометр «ТМЦЭ – 2В» предназначен для измерения внутрисполостной и поверхностной температуры животных. Термометр состоит из пластмассового электронного блока и выносного датчика температуры, связанного с блоком гибким несъёмным кабелем. Краткие технические характеристики: диапазон измерения от 34 до 42°C; погрешность $\pm 0,2^\circ\text{C}$; габаритные размеры 200×80×40; продолжительность работы не менее 12 час. Приборы прошли ветеринарные испытания в управлении ветеринарии при администрации Новосибирской области (в четырёх хозяйствах).

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРМОРАЗДАТЧИКОВ
ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ БОРТОВОЙ ЭВМ И РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПРИВОДА
ШНЕКА-ДОЗАТОРА**

Ломов В.И., Новиков Н.Н. (ВНИИМЖ)

Во ВНИИМЖ разработаны новые типы электрообильных кормораздатчиков с бортовой ЭВМ, обеспечивающие нормированную раздачу корма и отличающиеся способом вариации частоты вращения привода шнека-дозатора:

- с электромагнитной бесконтактной муфтой скольжения;
- с многоскоростным асинхронным электроприводом;
- с преобразователем частоты.

В качестве бортовой ЭВМ кормораздатчиков применена однокристалльная ЭВМ K1816BE048 в следующей конфигурации: микросхемы памяти KP573PФ5 (постоянная), KP573PP21 (перепрограммируемая), два порта связи с объектом KP580BB55A, цифро-аналоговый преобразователь K572ПА1, блок электропитания, а также выносной блок клавиатуры и индикации.

Основной режим раздачи корма - автоматический без участия оператора. В автоматическом режиме работы кормораздатчиков обеспечивается квазиевсовая нормированная выдача сухого корма с одновременным его увлажнением в групповые или индивидуальные кормушки по заданной программе в зависимости от половозрастных групп и количества животных в станке.

Имеется возможность корректировать норму выдачи корма, не только от количества животных в станках, но и от величины объемной массы корма, Идентификация исходного положения кормораздатчика, начала и конца каждой кормушки, конца технологического ряда станков с животными производится с помощью бесконтактных индукционных датчиков положения тип КВД.

В результате испытаний кормораздатчиков установлено, что каждое из выше указанных решений имеет преимущества и недостатки.

Кормораздатчик с бесконтактной муфтой скольжения и преобразователем частоты допускают главное изменение параметров настройки, что делает возможным осуществление им рабочего цикла за один проход.

Кормораздатчик с бесконтактной муфтой скольжения обеспечивает неравномерность выдачи корма до $\pm 5\%$ и отличается наименьшей стоимостью. Однако опыт показывает, что в условиях ферм очень трудно осуществить требуемое воздушное охлаждение муфты, так как в воздухе помещения содержится одновременно пары аммиака, сероводорода, углекислоты и воды. Такая сфера вызывает интенсивную коррозию материала муфты и приводит к частым отказам.

Вариант с бесступенчатым регулированием скорости вращения шнека-дозатора с помощью преобразователя частоты типа CF-23 (Швеция) обеспечивает неравномерность выдачи корма $\pm 3\%$, но в настоящее время является самым дорогим по стоимости.

Кормораздатчик с многоскоростным приводом, с точки зрения надежности и стоимости является наиболее предпочтительным, однако погрешность при выдаче корма животным может достигать 36%. Уменьшение погрешности до зоотехнических норм может быть достигнуто лишь за счет увеличения рабочих ходов этого кормораздатчика до 2 - 3 в рабочем цикле, либо примени-

ем 5 - 6 кратного суточного кормления животных. Это обстоятельство является недостатком данного кормораздатчика.

В докладе приводятся структурные схемы, фотографии, таблицы и графики, схемы алгоритмов, иллюстрирующие приведенные выше результаты.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Божко Л.Д., В.Б.Вишневский В.Б. (ГП "БелНИКТИММП")

Игнатенко А.В. (БГТУ)

Замена рутинных методов химического анализа инструментальными средствами контроля качества сырья и готовой продукции является актуальной проблемой мясо-молочной отрасли. Решение данной проблемы затрудняется из-за отсутствия в РБ и странах СНГ производства современных приборов контроля состава и качества с.х продукции и невозможностью закупки данной техники ввиду ее высокой стоимости. В этой связи актуальна разработка отечественных средств измерений.

Для рационального использования дорогостоящего мясного и молочного сырья в мясо-молочной промышленности требуется в первую очередь разработка средств контроля химического состава мяса и молока, поскольку эффективность их переработки, а также качество и выход готовой продукции, ее пищевая и биологическая ценность существенно зависят от химического состава используемого сырья.

Контроль химического состава мяса и молока в лабораториях РБ и стран СНГ осуществляется на основе преимущественного использования химических методов анализа. Как показывает практика, химические методы экономически эффективны лишь при небольшом количестве измерений и при переходе к массовому контролю резко уступают инструментальным методам по длительности, трудоемкости, стоимости и производительности анализов. Так, для определения содержания белков методами "мокрой химии" требуется - 6 часов, для анализа жиров - 3-4 часа, оценка влажности занимает 2 часа, при этом количество измерений, выполняемых одним химиком-лаборантом невелико, ввиду высокой трудоемкости химических анализов.

В данной работе приведены сведения о новых разработках инструментальных методов и средств анализа химического состава молока и мяса, проведенных в ГП "БелНИКТИММП" совместно с другими организациями в рамках Республиканской программы "Переработка".

Малогобаритный инфракрасный анализатор молока типа АМИК-2, разработанный ГП "БелНИКТИММП" совместно с ИМАФ НАН РБ и ОАО "Пеленг", позволяет в течение 1 мин. провести анализ содержания жира, белка, лактозы в молоке с точностью 0,1% в диапазоне содержания компонентов 0,5-6,0 %.

Для анализа содержания ингибирующих веществ и общего количества бактерий в молоке предложен опытный образец 4-х канального микрокалориметра, разработанный ГП "БелНИКТИММП" совместно с "ИСТПРИБОР" (Россия). Прибор позволяет в течение 20 мин. определить $3 \cdot 10^5$ - $1 \cdot 10^9$ кл/мл

бактерий с относительной погрешностью 20%, а также обнаружить присутствие в молоке антибиотиков, дезинфицирующих и других ингибирующих веществ, влияющих на ростовую активность микроорганизмов.

ГП "БелНИКТИММП" разработан СВЧ термогравиметрический метод и устройство для определения жира, белка, влаги в мясе и мясных продуктах.

Для СВЧ обработки образцов используется модернизированная микроволновая печь типа "Электроника" с установленным таймером, позволяющим производить отсчет времени обработки с точностью до 0,1 сек. Проведенный анализ химического состава образцов СВЧ термографическим и арбитражными методами показал наличие сильной и устойчивой корреляционной зависимости между ними, что позволило построить регрессионные уравнения для комплексного анализа 3-х показателей химического состава (влаги, жир, белок) в одной пробе. Преимуществом предлагаемого метода является уменьшение стоимости анализов в 30 раз, а также сокращение времени проведения измерений до 30 минут.

Полученные результаты позволяют рекомендовать рассмотренные выше анализаторы для экспресс оценки качества мясо-молочного сырья и готовой продукции. Это позволит не только сократить длительность, трудоемкость анализов, уменьшить расход реактивов в десятки раз, но и повысить эффективность контроля перерабатывающего производства и автоматизировать процессы оценки качества продукции.

WIMP-ИНТЕРФЕЙС ПЕРСОНАЛЬНОГО БАНКА ДАННЫХ "ДИВО В СВИНОВОДСТВЕ"

Каширский А.И., Ландина М.К. (СибИМЭ)

В индустриальном животноводстве наметилась тенденция широкомасштабного использования информационных технологий на базе ПЭВМ.

Нами создан и прошел всестороннюю производственную проверку персональный банк данных (ПБНД) "Диалоговое информационно-вычислительное обеспечение (ДИВО) в племенном свиноводстве" на ПЭВМ типа IBM PC. Банк данных функционирует в среде FoxBASE+. Он предназначен для управления технологиями селекционно-племенной работы в селекционных центрах, на государственных племенных заводах (ГПЗ), в племенных хозяйствах и фермах.

По функциям банк информации "ДИВО в свиноводстве" представляет собой АРМ зоотехника-селекционера и состоит из:

- базы данных (БД), предназначенной для целей индивидуального племенного зоотехнического учета. В БД находятся вся информация, которая содержится в индивидуальных карточках свиноматок, хряков и молодняка, а также необходимые программно-алгоритмические средства, кодификаторы, классификаторы и справочники для автоматизированного племенного учета на ПЭВМ;

- трех блок-модулей для решения 53 комплексов прикладных задач, например, таких как: оценка животных (комплексная оценка свиноматок, хряков и ремонтного молодняка; составление сводной бонитировочной ведомости); анализ селекционно-племенной работы в части воспроизводства стада, причин выбытия животных, а также расчета структуры и оборота стада, планирования

осеменения свиноматок и использования хряков; оперативное управление, в том числе учет состояния стада (случки, опоросы, откорм молодняка, движение животных, развитие ремонтного молодняка и пр.); перенумерация и биркование животных; подбор родительских пар; продажа племенного молодняка;

- набора программно-алгоритмических средств как для задания режимов работы системы, так и поддержки информационного фонда в актуальном состоянии (копирование файлов, переиндексация, выбор цвета и другой сервис).

Банк данных разработан для технологов селекционно-племенной работы в свиноводстве, не являющихся специалистами в области моделирования и вычислительной техники. Поэтому для его эксплуатации и решения технологических задач в режиме диалога созданы необходимые меню (WIMP-интерфейс пользователя), позволяющие управлять работой системы.

Так, после того как вызвана система, для пользователя высвечивается главное меню, которое отражает перечень функциональных блок-модулей: "База", "Племучет", "Задачи", "Классификаторы", "Справочники", "Сервис". Выбирая один из этих блок-модулей, пользователь может решать определенные задачи. Например, выбран режим "База". В этом случае высветится меню следующего вида: "Свиноматки", "Хряки", "Молодняк", "Предки". Эти режимы позволяют вводить исходную информацию о животных, входящих в определенную группу, и на ее основе можно будет решать комплекс задач управления селекционно-племенной работой. Для того чтобы было понятно, решение какой из задач интересует пользователя, на экране высвечивается приглашение "УКАЖИТЕ РЕЖИМ РАБОТЫ" и далее приводится возможный их перечень для выбранного режима. Например, при решении задачи по подбору родительских пар высветится:

" 1 - Печать плана закрепления на стадо"

" 2 - Подбор хряков "

" 3 - Удаление предыдущего плана закрепления на стадо"

" 4 - Выход из режима ".

Если выбран один из первых трех режимов, то высветится: "ВВЕДИТЕ ТЕКУЩУЮ ДАТУ", а затем после ее записи – "ВВЕДИТЕ, ПАН КАКОЙ ФЕРМЫ ВЫ ХОТИТЕ РАСПЕЧАТАТЬ" (допускается, что в хозяйстве может быть несколько подразделений – ферм). Если продолжительность решения задачи превышает 3 минуты, то периодически для пользователя выдаются сообщения. Например, для вышеприведенного режима расчета плана закрепления сообщения имеют вид: "ЖДИТЕ!!! Загружается программа печати плана закрепления..." или "ЖДИТЕ!!!"

Загружается программа подбора пар..." и т.п. В каждом конкретном случае сообщения зависят от характера решаемой задачи.

Полный перечень возможностей системы, набор задач и инструкций по эксплуатации ПБнД "ДИВО в свиноводстве" содержит специально подготовленная нормативно-техническая документация, содержащаяся у разработчиков.

**АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС РЕГИСТРАЦИИ И
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА БИООБЪЕКТОВ**
Рыбалка А.И. (ХГТУР), Мегель Ю.Е., Ковальский С.В. (ХГТУСХ)

В докладе рассматривается аппаратный комплекс регистрации и обработки информации для анализа биообъектов.

Назначение комплекса – моделирование процессов динамики поведения и развития биологических объектов с целью совершенствования применяемых современных биотехнологий в сельском хозяйстве. Комплекс содержит в своем составе аппаратные и программные средства отображения и обработки оптической информации, в состав комплекса входят: микроскоп, оптическая система, телевизионная камера на ПЗС структуре, видеомагнитофон, ПЭВМ с устройством ввода изображения.

Система регистрации позволяет непосредственно в животноводческих хозяйствах производить запись данных на видеомагнитофон и подвергать ее в дальнейшем компьютерной обработке. Примером таких биотехнологий может служить трансплантация эмбрионов и оценка их жизнеспособности, оценка качества спермы сельскохозяйственных животных при искусственном осеменении и т.п.

При создании системы решен ряд задач, позволивших улучшить качество изображения при использовании обычного микроскопа, в котором применена дополнительная оптическая система, сопряженная с плоскостью фотоприемника ПЗС камеры, которая обеспечивает хорошие результаты для получения контрастного изображения. В этой связи также найдены оптимальные соотношения между увеличением объектива, разрешающей способностью и глубиной резкости. Разработанный видеоусилитель для ТВ камеры позволил увеличить контрастность изображения в несколько раз.

Примененная цифровая обработка видеосигнала, после преобразованная в цифровой код, позволяет увеличить соотношение сигнал-шум путем цифрового усреднения и фильтрации.

На этапе записи изображения развития эмбрионов крупного рогатого скота и подвижности спермиев фиксировалась фоновая подсветка, методом расфокусировки изображения и в дальнейшем при обработке информации удалялись искажения методом цифровой фильтрации. Это позволило без применения дополнительных способов окрашивания биологических объектов значительно повысить качество изображения, что является весьма важным показателем прижизненной оценки эмбрионов, которые в дальнейшем используются для подсадки животным реципиентам.

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ОАО «ПРОМАВТОМАТИКА»

Портнов Е.М., Портнов М.Л. (ОАО «ПРОМАВТОМАТИКА»)

ОАО «Промавтоматика» (г.Житомир, Украина) разрабатывает и производит средства автоматизации на протяжении 45 лет; является одним из крупнейших производителей информационно-управляющих телекомплексов в СНГ.

Основными потребителями продукции ОАО «Промавтоматика» являются: энергетика, железнодорожный транспорт, промышленные и коммунальные предприятия.

Комплексы телемеханики 1...4 поколений установлены на объектах всех государств СНГ. Наибольшее распространение (более 6000 устройств) получил многопроцессорный телекомплекс «Гранит», используемый в районных электросетях, предприятиях электросетей, энергосистемах и объединенных диспетчерских управлениях энергосистемами.

Значительная доля традиционной и вновь разработанной продукции ОАО «Промавтоматика» ориентирована на применение в аграрном секторе.

Телекомплекс «Гранит-микро» (разработан в 1999 г. научным подразделением СНПП «Промэкс») наиболее удобен для задания режимов работы и контроля за работой малых по объему информации объектов - птицеферм, птицефабрик.

Кроме дистанционного регулирования освещения, температуры и др. параметров, комплекс ведёт учёт потребления электроэнергии, в том числе и в многотарифном режиме. Все данные отображаются и регистрируются с помощью ПЭВМ.

Для дистанционного контроля за дождевальными установками могут использоваться устройства микро-КП «Гранит». Устройства связываются с диспетчерским пунктом по одной паре проводов или по радиоканалу. На диспетчерском пункте устанавливается ПЭВМ.

Указанные устройства также пригодны для компьютерного контроля за работой территориально рассредоточенных скважин.

Важно подчеркнуть, что изделия ОАО «Промавтоматика» являются «открытыми» для пользователя - в любое время после включения в эксплуатацию можно изменить набор программно или аппаратно изменяемых задач, нарастить число объектов контроля и управления без привлечения разработчиков. Изделия адаптированы к отечественным каналам связи, оборудованию и уровню эксплуатации.

Традиционными для ОАО «Промавтоматика» являются наборы технических средств для термоконтроля в элеваторах или аналогичных комплексах. Термоподвески выполняются заданной длины и с соответствующим длине числом термометров сопротивления. Оперативно-диспетчерское оборудование включает щиты мозаичные, пульта диспетчерские, которые выполняются по индивидуальным требованиям.

Теоретико-практические работы, выполняемые ОАО «Промавтоматика», направлены на обеспечение высокой интегральной достоверности данных в условиях мешающего действия помех в каналах связи и во внутренних цепях устройств, а также на обеспечение синхронности баз данных в резервированных структурах.

Новые разработки ОАО «Промавтоматика» защищены патентами Украины и России.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

Лившиц В.М. (СибИМЭ)

Важным резервом повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники является совершенствование системы технического обслуживания (ТО) машин на основе методов оперативного контроля и диагностирования технического состояния их узлов и агрегатов.

В результате анализа современного состояния контроля в системе ТО сформулирована проблема разработки новых аналитических методов проектирования контроля и создания на их основе эффективных контрольно-измерительных приборов.

В процессе поиска направлений решения проблемы определены тенденции построения контроля в системе ТО, предусматривающие либо периодический, но частый контроль за счет уменьшения межконтрольного периода, либо непериодический плановый контроль с определением сроков проведения очередных операций по результатам предшествующего контроля. Для осуществления указанных режимов необходимо применить принципиально новые оперативные методы и технические средства контроля.

Обоснование оптимальных характеристик этих средств возможно на основе подхода, базирующегося на решении многокритериальных задач, путём оптимизации целевых функций процессов ТО с использованием обобщённых критериев качества технических средств и функциональных ограничений, накладываемых на процесс контроля системой ТО. С целью решения таких задач разработан аналитический аппарат оптимального проектирования, позволяющий с использованием вероятностных характеристик изменения состояния элементов машин во времени рассчитывать параметры средств контроля и выбирать оптимальные режимы их функционирования в системе ТО с применением современных компьютеров.

Для оперативного контроля технического состояния МТА в условиях эксплуатации предложены и научно обоснованы принципиально новые методы контрольно-диагностических испытаний двигателей машин, предусматривающие определение энергетических и топливных показателей и оценку технического состояния узлов и агрегатов в неустановившихся, тестовых режимах их работы. На основе этих методов разработаны быстродействующие технические средства контроля мощности двигателя МТА, расхода топлива и поиска дефектов, вызывающих ухудшение технико-экономических характеристик машин.

Также обоснованы и разработаны встроенные в узлы машин датчики - указатели потребности проведения простейших операций ТО быстро стареющих и жизненно важных элементов машин, существенно влияющих на их ресурс (указатели наличия смазки в узлах, степени засорённости фильтров и т.п.).

С использованием указанных средств обоснованы и разработаны операционные технологии технического обслуживания МТП в сельскохозяйственных предприятиях Сибири.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ И ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ АГРОКОМПЬЮТЕРОВ

Успенский А.А. (БГПА)

Последнее десятилетие характеризуется интенсивным внедрением на тракторах, зерноуборочных комбайнах и других сельскохозяйственных машинах мобильных агрокомпьютеров (МАК), которые выполняют функции бортовых микропроцессорных информационных, диагностических, управляющих и навигационных систем, включая системы связи. Это обусловлено постоянным улучшением характеристик, повышением надежности элементной базы МАК и неуклонным снижением цен.

Анализ тенденций развития МАК показывает, что основными направлениями их совершенствования являются элементная база, датчики, исполнительные механизмы, устройства отображения информации, которые повлекли за собой необходимость изменения архитектуры и совершенствования операционных систем МАК.

Так в области элементной базы наблюдается переход от использования в МАК 8-ми разрядных однокристальных микроконтроллеров фирмы Intel типа 8051 и Motorola - MC68HC11 к 16-и разрядным микроконтроллерам фирмы Siemens типа C167CR и 32-м разрядным микроконтроллерам фирмы Motorola серии MPC555.

Увеличение количества датчиков и исполнительных механизмов, необходимость сокращения числа линий связи между ними и устройствами обработки информации обусловило необходимость создания «интеллектуальных» датчиков и «интеллектуальных» исполнительных механизмов.

С целью уменьшения количества проводов, повышения надежности и скорости передачи информации между компонентами МАК наблюдается тенденция замены обычных проводов оптоволоконными линиями связи.

Рост числа решаемых задач и необходимость повышения надежности вызвал изменение архитектуры МАК. Это выразилось в переходе от однопроцессорных систем с радиальной структурой к мультипроцессорным системам с радиально-магистральной структурой, осуществляющим обмен информацией по CAN-протоколу. Ограниченная пропускная способность CAN-протокола и все большее распространение, в частности, на зерноуборочных комбайнах спутниковых навигационных систем и систем связи поставили задачу объединения бортовых микропроцессорных систем в низкоскоростные, высокоскоростные и сверхвысоко скоростные сети, связанные между собой шлюзами для передачи информации поперек «границ». Это привело к необходимости создания операционной системы, позволяющей осуществлять управление сетями МАК и избегать проблем несовместимости между прикладным программным обеспечением и элементной базой. Операционная система OSEK/VDX, разработанная фирмой Motorola принята многими фирмами как открытый стандарт и включает в себя стандартизованный программируемый интерфейс и протокол. Применение OSEK/VDX должно обеспечить совместимость программного обеспечения и

предсказуемость работы системы. Ожидается, что большинство МАК в ближайшем будущем будут реализованы с OSEK/VDX операционной системой.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ АГРОКОМПЬЮТЕРОВ

Успенский А.А. (БГПА)

Перспективным методом проектирования мобильных агрокомпьютеров (МАК), является их создание на основе стандартных модулей, что позволяет сократить сроки проектирования, повысить надежность, качество, а также удешевить эксплуатацию и модернизацию разрабатываемых систем.

В связи с широкой номенклатурой модулей, предлагаемых различными фирмами для бортовых систем контроля и управления, возникает проблема выбора модулей для конкретных приложений. Это обусловлено тем, что стоимость модулей, предназначенных для решения задач одного класса, может отличаться в десятки раз. Кроме того, модули производятся в различных стандартах, что так же необходимо иметь ввиду при создании МАК.

Для решения этой проблемы разработаны методики расчета и алгоритмы выбора процессорных, аналого-цифровых (АЦП), цифро-аналоговых модулей (ЦАП) и модулей цифровых входов-выходов (ЦВВ) МАК.

Выбор процессорных модулей базируется на сравнении их быстродействия и объема памяти, требуемого для хранения программного обеспечения. Быстродействие определяется исходя из тактовой частоты и среднего числа циклов процессора, за которое происходит выполнение команд. Рассматриваемый модуль считается удовлетворяющим поставленной задаче с точки зрения быстродействия, если сумма максимальных частот входных и выходных сигналов МАК меньше частоты обработки информации.

Выбор АЦП, ЦАП и ЦВВ основывается на статическом и динамическом расчете измерительных или управляющих каналов МАК исходя из требуемой точности, скорости протекания регистрируемых или управляющих сигналов и алгоритмов обработки поступающей информации.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Пляц О.М. (БАТУ)

В последнее время в нашей Республики большое внимание уделяется проблеме эффективного использования средств вычислительной техники в сферах управления технологическими процессами.

Повышение требований к автоматизации ТП обусловило качественный скачок в развитии элементной базы технических средств регулирования и управления – создание микропроцессоров. В результате традиционные средства регулирования и управления стали уступать место регулируемыми микропроцессорным программируемым контроллерам, что привело к возможности создания распределенных систем управления для реализации различных видов непрерывного регулирования и логико-программного управления.

Программируемый контроллер (ПК) – это микропроцессорный регулятор общего назначения, который принимает входные сигналы, оценивает их и в соответствии с программой, заложенной в его память, генерирует сигналы управления.

По прогнозам зарубежных специалистов производство ПК с каждым годом возрастает. Ведущими странами по выпуску ПК являются США, Япония, Германия, Австрия, Великобритания и др.

Различные функциональные возможности ПК и масштабы производств, подлежащие автоматизации с их помощью, обусловили тот факт, что наряду с выпуском средств программного управления на фирмы – изготовители возложена задача обслуживания заказчиков при построении систем управления, при этом осуществляют интерпретацию задач автоматизации с традиционного языка механической логики (релейных схем) на язык создаваемой системы управления.

В республике Беларусь внедрением в технологические процессы микропроцессорных регуляторов занимаются фирмы Siemens (Германия), B&R (Австрия), HITACHI, OMRON (Япония) и др.

Рассмотрен обзор программируемых контроллеров и их технических характеристик, выпускаемых зарубежными фирмами.

Оснащение систем управления сушильными комплексами микропроцессорными регуляторами позволит оптимизировать процессы сушки сельскохозяйственной продукции и, следовательно, экономить энергоресурсы, сохранив высокое качество продуктов.

ИДЕОЛОГИЯ И АРХИТЕКТУРА СЕТЕВОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Фурман И.А. (ХГТУСХ), Малиновский М.Л. (Харьковский метрополитен)

Известно, что одним из эффективных способов повышения качества функционирования объектов дискретного действия является распараллеливание алгоритмов логического управления ими. В данном докладе описывается идеология и архитектура так называемого сетевого микроконтроллера, представляющего собой каскадируемый логический управляющий автомат явно выраженного параллельного действия, реализованный в базисе стандартных программируемых БИС с матричной структурой.

В основу математической модели параллельного управляющего автомата (ПУА) положено матричное представление процесса функционирования объекта дискретного действия (например, - технологического агрегата), в соответствии, с которым циклограмма работы технологического агрегата (ТА) может быть представлена в виде двух прямоугольных булевых матриц конечных размеров, а именно: матрицы состояний датчиков $\|A\|$ и матрицы состояний механизмов $\|C\|$ с детерминированным размещением в них векторов-строк, причем каждой i -й строке матрицы $\|A\|$ однозначно соответствует i -я строка матрицы $\|C\|$. Количество столбцов k матрицы $\|A\|$ соответствует числу контролируемых датчиков, установленных на механизмах технологического агрегата, а количество столбцов m матрицы $\|C\|$ - числу управляемых механизмов агрегата. В

общем случае k не равно m . Количество строк s в обеих матрицах одинаково и равно числу этапов (шагов) циклограммы.

На основе матричного представления циклограммы работы ТА синтезирована базовая структура асинхронного программируемого ПУА, основу которого составляют четыре программируемые матрицы: матрица ожидаемых состояний "детерминированных" входов $\|A\|$ с размерностью $s \times k$, где s - количество строк, а k - количество столбцов; матрица ожидаемых состояний "стохастических" входов $\|B\|$ с размерностью $s \times I$, матрица формируемых команд управления $\|C\|$ с размерностью $s \times m$ и матрица адресов переходов $\|D\|$ с размерностью $s \times p$. Схемы сравнения $Sp(A)$ и $Sp(B)$ реализуют функцию контроля эквивалентности булевых векторов: запрограммированных (ожидаемых) и фактических состояний для "детерминированных" ($Sp(A)$) и "стохастических" ($Sp(B)$) входов. Узел логического управления (УЛУ) осуществляет управление работой счетчика адреса (СЧА), что обеспечивает параллельную адресацию матриц $\|A\|, \|B\|, \|C\|$ и $\|D\|$.

Принципиальное отличие данной структуры от классических структур микропрограммных автоматов состоит в том, что управление процессом отработки программы осуществляется не от импульсов тактового генератора и не потоком команд, а потоком состояний входов, то есть потоком, который образуют в асинхронной последовательности интервалов дискретного автоматного времени "разрешенные" (совпадающие с запрограммированными) комбинации фактических состояний управляемого объекта и внешней среды.

Описанный автомат является универсальным устройством логического управления, так как с его помощью можно реализовать алгоритмы управления последовательного, ситуационного (при этом вся циклограмма состоит из элементарных (однострочных) подциклов, последовательность отработки которых определяется только ситуацией, сложившейся во внешней среде и на объекте управления в i -й момент времени) и ситуационно-последовательного типа (при котором начало отработки f -го подцикла определяется ситуацией, сложившейся во внешней среде или на объекте управления в i -й момент времени, а элементы подцикла обрабатываются последовательно).

Существенной особенностью описанной структуры является распределение памяти автомата по длине машинного слова, что позволяет, применяя стандартные элементы (БИСы) памяти ограниченной разрядности оперировать словами в виде матриц-строк практически неограниченной длины. Кроме того, применение явно выраженного параллельного принципа логической обработки потока состояний входов позволяет эффективно использовать в данном автомате метод временной избыточности для повышения его помехоустойчивости (например, - за счет введения 16-и, 32-х кратного анализа состояний входов).

Асинхронный принцип взаимодействия данного управляющего автомата с внешней средой существенно облегчает проблему создания на его основе контроллерных сетей. При этом, в отличие от традиционных компьютерных и промышленных сетей, отсутствует необходимость использования каких-либо специальных протоколов информационного обмена.

При разработке архитектуры сетевого микроконтроллера особо актуальными становятся вопросы экономии аппаратных затрат при объединении контроллеров в сеть. В данном докладе описывается архитектура сетевого микроконтроллера, в котором с целью устранения аппаратурой избыточности при построении контроллерных сетей микроконтроллер разделен на два объектно-ориентированных модуля: модуля ведущего и модуля ведомого контроллеров. Модуль ведущего контроллера используется для анализа комбинаций состояний датчиков условий переходов, формирования начальных адресов подпрограмм, адресации модулей ведомых контроллеров в процессе отработки подпрограмм, а также для организации функции прерывания. Модуль ведомого контроллера осуществляет непосредственно отработку подпрограмм, формирует управляющие команды, а также сигналы конца подпрограммы и эквивалентности.

Описанный вариант архитектуры сетевого микроконтроллера положен в основу технических предложений по созданию микроконтроллеров параллельного действия для широкого класса мобильных и стационарных объектов промышленного назначения.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ МОДУЛЬНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ

Торопов В.Р. (СибИМЭ), Торопов В.В. (НПП "Простор")

Специфические условия агропромышленного производства и сложившаяся экономическая ситуация определяют ряд требований к автоматизированным системам контроля и управления технологическими линиями:

- обеспечение уровня контроля и управления технологическими процессами, необходимого для улучшения качества и уменьшения себестоимости продукции, при достаточной надежности систем управления и приемлемой для пользователя цене;

- короткий цикл освоения от обследования объекта и разработки технического задания до установки систем "под ключ";

- простота и малая продолжительность установки систем на технологические линии, подключение систем непосредственно к исполнительным механизмам без промежуточных согласующих реле и дополнительных силовых ключей;

- простота и удобство работы оператора, малые затраты труда и средств при обслуживании систем, быстрое обнаружение и устранение неисправностей;

- открытость, возможность оперативного перепрограммирования систем.

В настоящее время на рынке отечественных и импортных технических средств нам не удалось подобрать программно-технический комплекс для автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами, полностью удовлетворяющий этим требованиям и готовый для применения в условиях агропромышленного производства.

Наш опыт разработки и освоения систем управления на хлебоперерабатывающих предприятиях Сибири показал, что эта проблема может быть успешно решена путем применения программно-технического комплекса на базе

унифицированных модулей-контроллеров. Несколько таких комплексов изготовлены НПП "Простор" (г.Новосибирск) и установлены на предприятиях переработки хлебопродуктов Алтайского края. Новосибирской, Томской, Тюменской и Иркутской областей. Комплекс является простым и эффективным решением по переводу технологических линий на микропроцессорное управление. Он заменяет устаревшие релейные схемы, пульта управления и мнемосхемы.

Комплекс состоит из компьютера и одного или нескольких блоков универсальных контроллеров. Компьютер и контроллеры объединены в локальную сеть с кольцевой структурой. Количество блоков и контроллеров в комплексе зависит от объекта управления и в принципе не ограничивается.

Блок контроллеров представляет собой настенный корпус, в котором установлены унифицированные быстросменные модули-контроллеры и модуль источника питания. В комплексе используются модули-контроллеры 12icl2op, 12ivl2op, 24ic и 24iv. Контроллеры 12icl2op обеспечивают слежение за состоянием контактов датчиков и конечных выключателей (12 входных низковольтных линий) и подачу сигналов управления непосредственно на электромагнитные пускатели оборудования технологической линии (12 выходных высоковольтных линий). Контроллеры 12ivl2op обеспечивают слежение за наличием фазного напряжения в электроприводах оборудования технологической линии (12 входных высоковольтных линий) и подачу сигналов управления на электромагнитные пускатели (12 выходных высоковольтных линий). Контроллеры 24ic имеют 24 входные низковольтные линии, а контроллеры 24iv - 24 выходные высоковольтные линии. Модуль источника питания обеспечивает питание контроллеров и линии связи с компьютером.

Комплекс выгодно отличается от аналогов ценой и простотой обслуживания. Использование быстросменных модулей и их высокая надежность практически исключают простои технологических линий вследствие отказов системы управления. Для обслуживания систем нет необходимости привлекать сторонние организации.

По сравнению с применяемыми релейными схемами автоматики и пультами управления системы на базе предлагаемого комплекса имеют следующие преимущества: упрощается работа технолога и оператора; сводятся к минимуму последствия аварий за счет отключения оборудования в правильной очередности и с требуемыми задержками: исключаются главные источники отказов - механические контакты реле, уменьшается количество проводных соединений; неисправности в системе управления быстро устраняются простой заменой отказавшего модуля; сокращаются затраты труда и средств на обслуживание и ремонт систем управления; при реконструкции технологических линий в системах управления просто заменяется программа.

НЕЧЕТКИЙ ПИД АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ.

Сибиркин Д.В. (БАТУ)

В настоящее время благодаря быстрому развитию микропроцессорной электроники в приборостроении часто можно увидеть регулятор на микропроцессорной основе реализующий позиционные и линейные законы управления. Эти законы управления просто реализуемы, широко распространены и просты в настройке. Но для этих методов управления необходимо, чтобы динамические характеристики объекта управления были известны и не изменялись, а возмущающие факторы были незначительны. Однако на практике со временем меняются динамические характеристики большинства сельскохозяйственных объектов.

Особенностями нечеткого управления являются возможности представления техники и знаний эксперта технологического процесса с помощью лингвистических правил управления, что позволяет обойтись без количественной модели управления. В отличие от четкого ПИД-алгоритма в нечетком ПИД-алгоритме входные переменные "размываются", т.е. переводятся в значения нечетких множеств. Далее нечеткие входные воздействия обрабатываются по лингвистическим правилам и результатом является управляющее воздействие, представленное в нечетком виде, которое переводится в четкое (количественное).

В качестве устройства управления с функциями адаптации к изменениям динамических характеристик объекта разработан нечеткий ПИД (НПИД) алгоритм, который основан на качественных соотношениях между отклонениями контролируемого параметра и временем включения исполнительного устройства. Качественные соотношения включают в себя знания об исполнительном устройстве постоянной скорости.

Для настройки параметров регулятора с НПИД требуется специалист определенной квалификации. Поэтому для повышения робастности и простоты использования содержит функции обучения. Это означает, что параметры регулятора с НПИД настраиваются самим регулятором в реальном времени и интерактивно по результатам оценки реакции объекта управления на управляющее воздействие.

Результаты моделирования самонастраивающегося регулятора с НПИД показали что он по качеству управления близок оптимальному.

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МТП С ПОМОЩЬЮ ЭКОНОМЕТРА

Родичев В.А. (ВИМ)

Сельскохозяйственное производство является одним из основных потребителей нефтепродуктов. Затраты их в производстве продукции сельского хозяйства занимают около 40%. В условиях рыночной экономики, ограниченной поставки и высоких цен на топливо важное значение приобретает его экономия. Одним из путей экономии дизельного топлива является выбор экономичных режимов работы машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Важнейшим показателем, от которого зависит экономичность работы МТА, является минимальный удельный расход топлива дизелем. Этот показатель у отечественных тракторов больше, чем у зарубежных и с 80-х годов остается на одном уровне. В эксплуатационных условиях удельный расход топлива дизелем значительно увеличивается, поскольку на тракторах нет прибора или устройства, информирующего механизатора о степени экономичности работы дизеля.

Известно, что наибольшая экономичность и производительность МТА в эксплуатации достигается при нагрузке дизеля 85...95%.

Механизатор сможет установить нагрузку дизеля в таких пределах путем переключения передач и изменения частоты вращения коленчатого вала. Однако при многих переменных факторах (удельное сопротивление сельскохозяйственного орудия, твердость и влажность почвы и др.) в полевых условиях механизатору сложно добиться оптимальной нагрузки дизеля, действуя по интуиции.

Нами разработаны уравнения для определения оптимальной степени нагрузки дизеля и соответствующей продолжительности его работы на ветвях регуляторной характеристики с учетом динамики внешней нагрузки. Экспериментально определен характер колебаний тяговой нагрузки на крюке трактора, момента сопротивления на валу дизеля и их взаимосвязь. Обоснована оптимальная степень нагрузки дизеля и параметры ее контроля при выполнении основных технологических процессов.

Ввиду переменного характера внешней нагрузки на дизель в полевых условиях экономичность его работы можно определить по номинальному крутящему моменту на коленчатом валу и относительному времени работы дизеля на корректорной и регуляторной ветви.

По результатам проведения НИР ВИМ совместно с БелНИИМСХ разработали эконометр для установки на тракторах типа «Беларусь». Датчиком эконометра служит контактная пара «основной рычаг регулятора топливного насоса и болт номинальной подачи топлива», изолированный от «массы».

Индикатором эконометра является лампа, установленная на щитке приборов, сигнализирующая водителю световым сигналом о степени нагрузки и экономичности дизеля. При соотношении относительной продолжительности появления и отсутствия светового сигнала от 1:6 до 1:10 нагрузка дизеля находится в пределах 0,85...0,95 и он работает экономично, так как на регуляторной характеристике дизеля этому диапазону нагрузки соответствует зона минимального удельного расхода топлива. При недогрузке контакты датчика не касаются, сигнал отсутствует. При перегрузке контакты замкнуты и индикатор горит постоянно. При недогрузке и перегрузке удельный расход топлива существенно возрастает.

С целью улучшения условий труда механизатора ВИМом и ГСКБ ПО МТЗ разработан более совершенный эконометр, принцип действия которого заключается в следующем. Датчик, встроенный в регулятор, отслеживает нагрузку двигателя, соответствующую 90...95% от номинальной, и передает сигнал в электронный блок памяти экономичных режимов работы дизеля, установленный в кабине трактора. При экономичном режиме работы дизеля индикатор горит непрерывно, при недогрузке – не горит, а при перегрузке мигает.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПАХОТЫ И ШИРИНЫ ЗАХВАТА ПЛУГА

Чернышов С.В (ВИМ)

С момента создания плугов для отвальной вспашки прошло немало времени, но до сих пор устойчивость плугов по глубине хода и ширине захвата не удовлетворяет агротребованиям. Из-за изменчивости условий вспашки (непостоянность плотности, неровности поверхности почвы) колебания глубины и ширины захвата настолько существенны, что их величины намного отличаются от обусловленных агротехническими требованиями. Экспериментальные данные, полученные в результате динамометрирования оборотного плуга (ЦМИС, 1997г.) показывают большое расхождение между заданными показателями. Так, например, среднеквадратичное отклонение глубины хода было равно от 2.11 до 3.71 см. Коэффициент вариации по ширине тоже превосходил допустимые 10%.

Существующие в настоящее время устройства для регулирования глубины хода плуга и ширины захвата несовершенны и не обеспечивают поддержания этих параметров в соответствии с агротребованиями, так как ориентированы на постоянство их установки на орудии. Так глубина хода регулируется установкой опорного колеса и производится в основном по высотному способу. Для данного поля и данных условий установка постоянна и не отвечает условиям изменения плотности.

Ширина захвата орудия не регулируется вообще ничем и, в основном, зависит от квалификации тракториста, т.е. определяется способностью тракториста правильно вести агрегат относительно стенки борозды от предыдущего прохода, что является субъективным фактором и вносит неточности и изменения. По агротехническим требованиям колебания ширины захвата не должны превышать значения 10% самой ширины и колебания по глубине не должны выходить за пределы ± 2.5 см. Поэтому назрела необходимость создания специальных устройств для фиксации показателей глубины и ширины захвата. Ниже приводятся схемы устройств, которые были опробованы в ВИМе и показали высокую надежность и техническую пригодность.

Прибор для определения величины изменения глубины вспашки "Глубинограф" представляет из себя металлическое колесо, которое прошиповано по ободу во избежание проскальзывания. Колесо установлено на стальном рукаве на подшипнике качения. Рукав, в свою очередь, крепится к раме плуга посредством шарнира. Шарнир оборудован специальным потенциометром, изменяющим свое сопротивление в зависимости от угла поворота рукава относительно плоскости рамы плуга. Данные поступают на осциллограф или на другое устройство, способное при получении сигнала дать команду на заглубление или выглубление плуга.

Прибор для определения величины изменения ширины захвата плуга "Ширинограф" представляет из себя сферический диск, который упирается рабочей (выпуклой) частью в стенку борозды. Диск при помощи подшипника установлен на рукаве, который через шарнирное соединение с потенциометром крепится к раме плуга. При уводе трактора в сторону изменяется положение упорно-

го диска, что приводит в движение рукав, на другом конце которого установлен подвижный элемент потенциометра. Снятые показания обрабатываются осциллографом или устройством, подающим сигнал на рулевое управление. Для обеспечения постоянства прижатия диска к стенке борозды рукав подпружинен.

Эти устройства могут служить датчиками сигналов от изменения глубины пахоты и ширины захвата орудия и могут быть использованы для создания системы автоматического регулирования этих показателей.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НОВЫХ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Рубцов В.П., Жук В.А. (МЭИ), Жук Вл.А. (OMRON)

Для большинства электроприводных систем, в том числе сельскохозяйственного назначения, целесообразно применение частотных преобразователей (инверторов), обеспечивающих автоматическое управление режимом их работы. Для электродвигателей с максимально допустимой мощностью от 0,4 до 300 кВт фирма OMRON выпускает инверторы классов 200 и 400. В серии 3G3HV (21 тип) с Пропорционально - Интегрально - Дифференциальным (ПИД) регулированием и работой в режиме энергосбережения и серии SYS-DRIVE 3G3FV (21 тип) с полным векторным управлением, базирующимся на передовой логике регулирования.

Инверторы 3G3HV в режиме энергосбережения автоматически определяют величину тока потребляемого двигателем, оценивают его нагрузку и могут снизить выходное напряжение, обеспечивая постоянную скорость вращения ротора при снижении потребляемой мощности. Наиболее эффективное уменьшение потребляемой мощности при неизвестных параметрах двигателя обеспечивает функция автоматической настройки. ПИД - регулирование обеспечивает регулирование скорости вращения ротора вне зависимости от величины нагрузки или обеспечивает синхронизацию скорости вращения двух двигателей. При этом используются сенсорные датчики вращения ротора двигателя и изменения частоты выходного напряжения. При регулировании инвертором других параметров, например, давления, скорости потока, температуры используются соответствующие датчики.

Регулирование задания частоты обеспечивают: цифровым выходом на цифровом пульте управления, регулировкой напряжения от 0 до 10 В и тока - от 4 до 20 мА. Инвертор может работать с четырьмя задатчиками частоты и обеспечивать до четырех ступеней изменения скорости. При этом функция смещения (изменения) частоты выходного напряжения предотвращает появление на выходе частоты способной вызвать резонанс исполнительного механизма.

Инверторы обеспечивают независимые друг от друга одно - два значения времени разгона - торможения в интервале от 0 до 3600 сек, которые можно установить посредством дистанционного управления. Они могут автоматически поддерживать требуемое значение момента вращения двигателя при постоянной скорости или ускорении и обеспечивать стабильную мощность. Даже при низких значениях частоты выходного напряжения (до 3 Гц) инвертор может

обеспечивать 150% номинальной величины момента. Для предотвращения генерирования гармоник модели мощностью от 3,7 до 15 кВт могут быть снабжены дросселями, а модели мощностью от 18,5 до 160 кВт содержат встроенный дроссель и используют импульсный выпрямитель, как более эффективно подавляющий гармонические составляющие.

Цифровой пульт управления обеспечивает контроль следующих параметров: значение задатчика частоты, частоту выходного напряжения, выходной ток и напряжение, напряжение постоянного тока, выходную мощность, состояние выходных клемм, режим инвертора, ошибку при отключении питающего напряжения, суммарное время работы, значение глубины обратной связи при ПИД - регулировании.

Модели SYSDRIVE 3G3FV работают в 4-х режимах регулирования:

- векторное управление с разомкнутой цепью обратной связи (без ГИ - генератора импульсов) - для общего случая регулирования скорости;
- векторное управление по потоку (с ГИ) - для управления серводвигателями, регулирования момента вращения и скорости двигателя с высокой точностью;
- вольт - частотное (V/f) управление (с ГИ) без обратной связи - для управления несколькими двигателями;
- вольт - частотное регулирование с ГИ и обратной связью - для регулирования скорости с обратной связью.

Векторное управление (ВУ) предусматривает устранение смещения между векторами магнитного потока и электромагнитного момента двигателя, а так же управляющим электромагнитным моментом двигателя. ВУ осуществляет независимое регулирование магнитного потока и электромагнитного момента посредством одновременного регулирования токов двигателя и их фаз.

Функция автоматической настройки осуществляется после ввода номинальных значений отраженных на маркировочной табличке двигателя и обеспечивает векторное управление по потоку с любым асинхронным двигателем переменного тока. Функция регулирования момента вращения осуществляется в режиме ВУ по потоку. При этом используются входные сигналы, поступающие на многофункциональные аналоговые входы, используемые в качестве команд управления моментом вращения.

Регулирование выходной частоты преобразователя в качестве входного сигнала обеспечивают:

- цифровой сигнал цифрового пульта управления;
- напряжение в пределах от 0 до 10 В или от 0 до ± 10 В;
- ток в пределах от 4 до 20 мА;
- входной сигнал от дополнительного блока.

Инвертор может обеспечить восемь ступеней регулирования скорости при использовании дистанционного многоступенчатого входного сигнала задания частоты. Функция ПИД - регулирования обеспечивает следящее регулирование с множеством операций регулирования на основании сигналов датчика: скорости потока, температуры, давления, частоты и т.д.

Функция серво- регулирования в режиме ВУ осуществляется даже при нулевой (0 Гц) скорости вращения ротора и обеспечивает момент удержания равный 150% номинального момента вращения. В процессе разгона и торможения выходная частота удерживается в течение определенных промежутков времени, поэтому они выполняются непрерывно даже при большой стартовой нагрузке.

Меры подавления гармоник аналогичны применяемым в инверторах серии 3G3HV. Инверторы 3G3FV имеют встроенный цифровой пульт управления, обеспечивающий мониторинг тех же величин, что и в инверторах серии 3G3HV и, кроме того, значение датчика момента вращения, состояние входных клемм, состояние процесса регулирования, отклонения скорости вращения, статуса и истории ошибки и др.

В МЭИ на кафедре АЭТУС ведутся работы по внедрению частотно-регулируемых приводов для механизации и автоматизации установок в сельскохозяйственных и перерабатывающих отраслях.

Применение новых инверторов с широкими функциональными возможностями обеспечивает многофункциональность систем автоматизированного управления, высокий технический уровень, надежность и экономичность электроприводных устройств и систем.

**РЕГУЛИРУЕМАЯ КОНДЕНСАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ
РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0.38 кВ.
Счастный В.П., Жуковский А.И. (БАТУ)**

В условиях дефицита топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь, вопрос снижения потерь в электрических сетях для нее особенно актуален.

Значительная доля потерь электроэнергии в общей структуре приходится на передачу реактивной мощности по линиям различных номинальных напряжений. Перетоки реактивной мощности в электрических сетях приводят к дополнительным, не вызванным потребностями производства, потерям электроэнергии, снижению ее качества, уменьшению пропускной способности элементов электрических сетей, снижению уровней напряжения на зажимах электроприемников и другим отрицательным явлениям. Уровень реактивной мощности влияет на отклонение, колебания, несимметрию напряжения, степень искажения кривых токов и напряжений, допустимые параметры которых определены в новом ГОСТ 13109-97.

Решение данной проблемы, в значительной степени, возможно за счет рациональной компенсации реактивной мощности (КРМ) в электрических сетях различных номинальных напряжений путем включения в сеть компенсирующих устройств (КУ).

Очевидно, что в условиях рынка, где взаимоотношения между поставщиком и потребителем электроэнергии будут базироваться на полной материальной ответственности сторон, в рациональной КРМ в первую очередь, будет заинтересован потребитель. Поэтому, преимущество в установке КУ отдается электрическим сетям потребителей. Мировой опыт показал целесообразность установки более 85% суммарной мощности КУ в сетях напряжением 0.38 кВ.

Установка КУ в электрических сетях без предварительных оптимизационных расчетов, учитывающих особенности электрических сетей и характер работы потребителей, а также отсутствие и техническое несовершенство устройств автоматического управления КУ, приводит к ряду отрицательных режимов: перекомпенсации; появлению опережающих токов; перенапряжениям; более чем 5%-м отклонениям напряжения от номинального значения и др.

Высокая степень КРМ в электрических сетях 0.38 кВ достигается применением регулируемых КУ, в частности, ступенчато-регулируемых конденсаторных установок (РКУ).

Расчеты на ЭВМ, выполненные по методике и программе, разработанных авторами, показали целесообразность применения в сельских электрических сетях 0.38 кВ РКУ имеющих не более трех-четырёх ступеней регулирования, при условии предварительного обследования характера электрических нагрузок потребителей. Это позволяет уменьшить годовые потери энергии в сети на передачу реактивной мощности более чем на 85%. Коэффициент мощности в сети в суточном разрезе изменяется в пределах 0.95(инд.)...0.96(емк.), что удовлетворяет действующим требованиям. Причем, для более чем 60% времени суток коэффициент мощности близок к 1.

На кафедре Электроснабжения с.х БАТУ разработана РКУ, предназначенная для повышения коэффициента мощности в трехфазных электрических сетях 0.38 кВ и автоматического регулирования реактивной мощности.

Установка содержит секции трехфазных статических конденсаторов КМПС-0.4, регулятор реактивной мощности, аппаратуру управления, защиты и сигнализации, измерительные приборы. Расчетная стоимость установки ниже стоимости аналогов производимых в РБ, странах СНГ и за рубежом.

Управление секциями конденсаторов осуществляется регулятором, путем контроля величин реактивного тока и напряжения на шинах питания потребителей и выработки соответствующих управляющих сигналов (новизна подтверждена государственным патентным комитетом РБ).

Схема регулятора разработана на базе микропроцессора Philips и современных полупроводниковых элементов фирм Dallas, Siemens и лучших отечественных производителей, позволивших получить минимальные массогабаритные показатели и высокую надежность при относительно небольшой стоимости.

Применение микропроцессора, наряду с управлением режимом РКУ, позволяет контролировать параметры электрической сети в месте установки: напряжения, токи, фазовые углы, мощности, коэффициенты мощности и др. В основу разработки положены цифровые методы измерения электрических величин. Микропроцессор позволяет не только измерять электрические величины но и математически их обрабатывать. Все измерения и обработка информации производятся в режиме реального времени. При этом, возможна архивация измеряемых величин и их передача на расстояние (пункт диспетчерского управления и т.д.). Архитектура регулятора позволяет работать в постоянной связи с ЭВМ.

Лабораторные испытания регулятора показали, что измерительная система работает корректно. Точность измерений соответствует назначению регулятора.

При усовершенствовании программного обеспечения микропроцессора возможно применение регулятора для контроля показателей качества электроэнергии в сети, заполнения графиков нагрузок потребителей, учета, контроля, регулирования электропотребления и др., что позволит использовать регулятор в качестве ключевого элемента адаптивных систем электроснабжения потребителей.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ ПУТЕМ УЛУЧШЕНИЯ ФОРМЫ КРИВОЙ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Янукович Г.И., Збродыго В.М. (БАТУ)

В процессе социально-экономического развития общества происходит электрификация всех сфер человеческой деятельности, что ведет к увеличению способов применения электрической энергии, в том числе и таких, которые ухудшают ее качество. Снижение качества электроэнергии, в свою очередь, приводит к материальному ущербу на предприятиях с высокой степенью автоматизации технологических процессов, а также к ухудшению экономичности режима работы самой системы электрообеспечения.

Одним из основных показателей качества электрической энергии является коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения. Несинусоидальность кривой напряжения обусловлена наличием токов высших гармоник, которые, протекая по элементам электрической системы, приводят к появлению высших гармоник напряжения. Высшие гармоники напряжения и тока неблагоприятно влияют на работу электрических систем. В частности, ухудшается качество работы, а иногда появляются и сбои в работе систем автоматики, телемеханики, релейной защиты и связи.

Источниками токов высших гармоник являются элементы электрических систем с нелинейными вольт - и вебер-амперными характеристиками. К таким элементам относятся и вентильные преобразователи частоты.

Недостатки вентильных преобразователей - несинусоидальная форма кривой выходного напряжения и неуравновешенность магнитной системы трансформатора, что приводит к уменьшению коэффициента полезного действия самой установки, а также ее потребителей.

Авторами предлагается следующий способ улучшения формы кривой выходного напряжения. В трехфазно-трехфазном трехпульсном преобразователе частоты, содержащем трехфазный трансформатор, первичная обмотка которого соединена в звезду, три анодные и три катодные тиристорные группы, собранные по трехфазным нулевым схемам, выводы которых подключены к одной из фаз трехфазной нагрузки, соединенной в звезду, вторичные обмотки трансформатора, состоящие из двух одинаковых половин, размещенных на разных стержнях магнитопровода, необходимо соединить последовательно так, чтобы создаваемые ими магнитные потоки третьей и кратных трех гармоник были направлены встречно. Причем, на каждом из стержней магнитопровода размещаются половины двух различных обмоток, а сами обмотки соединяются в треугольник.

Благодаря компенсации третьей и кратных трех высших гармоник улучшается форма кривой выходного напряжения. Соответственно, снижается степень неблагоприятного воздействия высших гармоник на подключенную нагрузку и повышается надежность работы средств автоматики.

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДОВ ОБКАТКИ СЕЛЬХОЗМАШИН

Гурин А.В. (БАТУ)

Для стендов обкатки сельхозмашин и их узлов без нагрузки предлагается электропривод на базе асинхронного к.з. электродвигателя и преобразователя частоты тока. Транзисторные преобразователи с микропроцессорным управлением не требуют применения других измерительных приборов, поскольку значения частоты тока, частоты вращения, потребляемой мощности, тока можно получить на встроенном экране дисплея. Фиксируя угловой тормозной путь в цифровом виде, можно определить момент при торможении и судить о качестве обкатки сельхозмашины или об эффективности тормозного устройства.

Для ускорения обкатки и поддержания с этой целью в процессе обкатки постоянной мощности требуется подключение отдельного датчика мощности (преобразователя). Его выход подключается на токовый вход ПИ-регулятора преобразователя частоты тока. В докладе рассматривается работа такого стенда.

В стендах обкатки узлов с.х. машин с нагрузкой по схеме с электромеханическими нагрузками обеспечивается рекуперативное торможение при взаимной нагрузке. Используются два преобразователя частоты. Наличие в стенде двух современных преобразователей частоты позволяет программно задать 15 значений частоты вращения со стороны приводного механизма и столько же ступеней нагрузки при рекуперативном торможении. Для автоматизации такого стенда требуется микроконтроллер. Кроме управления преобразователями он обеспечивает контроль обкатки по замедлению при выбеге. Перепрограммирование микроконтроллера осуществляется от ПЭВМ. Обеспечивается хранение информации и ее обработка. В докладе рассматривается работа такого стенда.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБКАТКИ ДВС

Кулеш И.В., Витязь А.А., Наркевич Н.Н., Бохан Н.И. (БАТУ)

Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов ремонта тракторов, автомобилей и самоходной сельскохозяйственной техники позволяет повысить ее надежность и долговечность. В значительной степени это относится к двигателям внутреннего сгорания (ДВС), являющихся одним из основных агрегатов, определяющих надежность техники. От их надежной работы зависит качество и производительность технологических процессов. Известно, что долговечность двигателя внутреннего сгорания в значительной степени зависит от качества заводской и эксплуатационной их обкатки, а высокое качество может быть достигнуто только при оптимальных режимах обкатки на автоматизированных стендах, оснащенных измерительными, преобразующими и

регулирующими устройствами, датчиками и другими техническими средствами автоматики. В Белорусском государственном аграрном техническом университете в 70-е годы были разработаны, исследованы оптимальные режимы обкатки в функции их технического состояния. Новизна этой разработки состояла в комплексном решении задач направленных на улучшение качества приработки поверхности трения и снижении продолжительности обкатки ДВС при капитальном ремонте. Были разработаны и прошли экспериментальную проверку в производственных условиях мотороремонтных и трактороремонтных заводах опытные образцы автоматизированных обкаточно-испытательных стендов с приводными и нагружающими устройствами и блоками управления режимами обкатки в функции их технического состояния. Внедрение таких автоматизированных стендов с блоками управления оптимальными режимами обкатки снижает продолжительность обкатки и повышает производительность до 20-30%.

Однако все эти стенды работали с использованием электрических нагружающих устройств: жидкостных реостатов, индукторных муфт, вентилятных каскадов и т.п., что приводит к значительному расходу электрической энергии и не обеспечивает снижение топливо-смазочных материалов.

На основе ранее проведенных исследований предложен энергоресурсосберегающий способ и технология обкатки ДВС путем использования в качестве нагружающего устройства второго двигателя внутреннего сгорания. Сущность технологии состоит в том, что первый двигатель, находящийся на режиме горячей обкатки под нагрузкой через передаточный механический блок передает вращающий момент на второй двигатель, находящийся в режиме холодной обкатки. Догрузка первого двигателя производится через гидравлическое нагружающее устройство.

Предложенная автоматизированная энергоресурсосберегающая технология исключает использование электрических нагружающих устройств. Стенд оснащается всеми необходимыми средствами автоматики для управления режимами обкатки.

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАНЕСЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Кашицин Л.П., Худолей А.Л., Сосновский И.А.

(Институт надежности машин, Минск)

Кузнечик О.О. (НИИ порошковой металлургии, Минск)

Одним из эффективных путей повышения качества деталей с покрытиями является использование автоматизированных технологических процессов. Для осуществления подобных процессов необходимо обеспечить связь между технологическим и нагревательным оборудованием, что на практике приводит к созданию специализированных комплексов с системами контроля.

В Институте надежности машин разработан и внедрен комплекс технологического оборудования для осуществления методов индукционного припекания, наплавки и сварки-наплавки с автоматизацией основных операций техпроцессов. Комплекс оборудования включает в себя установку биметаллизации ти-

па ДЯФ 3.025 и систему контроля. Работа всех приводов и механизмов технологической установки производится в автоматическом режиме. Предусмотрен также ручной режим настройки и управления работой установки. Система контроля, имеющая адаптивную связь с источником нагрева и установкой биметаллизации, при нанесении покрытия обеспечивает нагрев заготовки с требуемой скоростью, стабилизирует значение температуры в течение изотермической выдержки, а при осуществлении центробежного режима дополнительно регулирует скорость вращения заготовки. При разработке системы контроля установлено, что для обеспечения надежной управляемости процессом при реализации адаптивной связи необходимо использовать схему управления по отклонению и возмущению, а контроль за режимом нанесения должен осуществляться по методике, основанной на принципе совместных измерений. В качестве источника нагрева можно использовать установки индукционного нагрева типа ЛПЗ или ВЧГ с рабочей частотой 8-440 кГц и мощностью 60-150 кВт.

Комплекс технологического оборудования предназначен для организации специализированных участков по изготовлению, восстановлению и упрочнению деталей, как сельскохозяйственной техники, так и деталей машин различного назначения посредством нанесения износостойких покрытий в условиях мелкосерийного, серийного и крупносерийного производства. К участку для нанесения покрытий необходимо обеспечить подвод коммуникаций: электроснабжение 380 В (3 фазы, 50 Гц); подвод воды для водоохлаждения установок (расход до 4 л/мин), подвод сжатого воздуха (давление пневмосети $P=0,4$ МПа), на участке также устанавливают вытяжную вентиляцию (производительность 3500 м³/ч).

В качестве материала покрытия может использоваться порошок, гранулы, прокат, а также отходы механического и литейного производства.

Перечень изготавливаемых и восстанавливаемых деталей с покрытиями на данном оборудовании для нужд сельского хозяйства: кольца распредвалов и вкладыши дизелей тракторов и комбайнов, втулки маховиков гасителей и синхронизаторы коробов передач, подшипники скольжения кормоуборочных и других сельхозмашин.

УПРАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ГАЗО-ДИЗЕЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

Галиньш А. А. Шнидерс А.А. Грундулис А.О. (ЛатСХУ)

В малых городах и поселках Латвии устанавливаются маломощные до 2 МВт установки когенерации электроэнергии и тепла используя синхронные генераторы с дизельным или газо-дизельным приводом. В последних используются 15-20% дизельного топлива и 80-85% природного газа. Утилизация тепла при помощи теплообменников позволяет повысить к.п.д. использования топлива до 90%, из которых 30% составляет электроэнергия, а 60% тепло. Электроэнергию покупает Латвэнерго за повышенный тариф, а полученное тепло продается муниципальным учреждениям и индивидуальным потребителям.

Для фермерских хозяйств рекомендуются установки когенерации мощностью от несколько десятков до сотни кВт используя асинхронные генераторы с газо-дизельным или газомоторным приводом. Основное преимущество асинхронного генератора простота синхронизации с электрической сетью, несложная аппаратура управления и защиты, простота обслуживания, высокая надежность. Как основное топливо для газомоторов и газо-дизелей можно использовать природный газ, газ полученный от переработки древесных отходов в газовых генераторах, а также биогаз полученный в биореакторах.

Для эффективной и надежной работы когенератора необходимо обеспечить соответствующую диагностику и защиту электрического генератора в экстремальных режимах и автоматическую стабилизацию нагрузки.

На основании исследований рабочих и экстремальных режимов асинхронной машины, работающей в генераторном режиме параллельно с электрической сетью разработано и патентовано устройство комбинированной защиты и управления асинхронного генератора с газо-дизельным приводом (Латвийский патент LV 12336B). Патентованное устройство обеспечивает диагностику и защиту асинхронного генератора, а также автоматическую стабилизацию тока нагрузки при действии внешних возмущений.

Концепция комбинированной защиты основывается на использовании отдельных датчиков и автономных электронных модулей с селективной выходной сигнализацией, позволяющей быстро определить причину функционального отказа электрической машины, оперативно восстанавливать её работоспособность и тем самым существенно повысить общую эксплуатационную надежность.

Принцип комбинированной защиты обеспечивает высокую чувствительность к всем экстремальным режимам и сохранение работоспособности устройства при отказе определенного датчика или модуля, так как их функции частично или полностью дублированы. Величина и асимметрия трехфазного тока асинхронного генератора контролируется при помощи фазосдвигающего трансформатора с двумя вторичными обмотками, которые подключаются к блоку электроники устройства защиты. Одно вторичное напряжение подается на контур стабилизации тока нагрузки генератора с исполнительным механизмом постоянной скорости, который работает непрерывно или импульсным режиме в зависимости от величины рассогласования тока и обеспечивает регулирование подачи газа на двигатель внутреннего сгорания.

Используя математическую модель объекта и контура управления проведено исследование переходных процессов регулирования тока нагрузки при скачкообразных и гармонических воздействиях, а также оптимизация процесса на ЭВМ. Установлено, что необходимое качество переходного процесса обеспечивает ПИ импульсный регулятор.

Комбинируя условно пропорциональное непрерывное регулирование с импульсным интегральным регулированием обеспечивается достаточное быстродействие, точность и стабильность контура управления. Для стабилизации частоты вращения двигателя внутреннего сгорания от воздействия колебаний давления газа внедрена дополнительная обратная связь по скорости.

Последнее актуально при использовании вместо природного газа древесный газ от газогенератора.

Основными параметрами настройки ПИ импульсного регулятора являются передаточный коэффициент и постоянная времени аperiodической обратной связи. Симуляция переходного процесса на ЭВМ позволило определить критерии настройки параметров обратной связи для получения аperiodического переходного процесса.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАКТОРОВ И САМОХОДНОЙ С.Х. ТЕХНИКИ

Колчин А.В., Дальниковский А.В. (ГОСНИТИ)

Автоматизация процесса контроля технического состояния машин позволяет резко повысить производительность и качество выполнения контрольно-диагностических операций, сократить номенклатуру контрольно-диагностических средств и, соответственно, уменьшить штат контролеров и мастеров-наладчиков.

Однако, учитывая наличие значительных капитальных и эксплуатационных затрат, связанных с электронизацией и автоматизацией технологических процессов, следует для каждого конкретного объекта (машины, узла, системы) проводить обоснование целесообразности и экономической эффективности автоматизации контроля, выбирать оптимальную степень автоматизации средств контроля (СК) с учетом условий их использования. Эффективность СК определяется их эксплуатационной надежностью, трудоемкостью и продолжительностью контроля и диагностирования, точностью и достоверностью определения технического состояния объекта, универсальностью и рядом других характеристик.

Изложенный подход к автоматизации контроля технического состояния тракторов и самоходных машин реализован при создании специалистами ГОСНИТИ автоматизированного Поста контроля тракторов и самоходных машин (сельскохозяйственных, дорожно-строительных, коммунальных и др.) КИ-28098 (передвижное исполнение на шасси «Газель») и КИ-28098.01 (стационарное исполнение).

Номенклатура контролируемых параметров: дымность и токсичность отработавших газов (ОГ) дизеля; эффективность тормозной системы колесных машин (тормозной путь, время торможения, боковой занос машины, усилие нажатия на тормозную педаль); состояние пневмопривода тормозов; исправность стояночного тормоза; исправность рулевого управления колесной машины; исправность органов давления воздуха в шинах колесной машины; шум внутренний и внешний; исправность звукового сигнала; вибрация на органах управления и на сидении оператора машины и др.

Все указанные контрольно-измерительные операции выполняются с применением современных отечественных средств контроля с выводом информации на компьютер «NOTEBOOK».

Технические характеристики трактора или сельхозмашины, измеряемые приборами, объединенными в единый контрольно-измерительный комплекс, передаются на компьютер «NOTEBOOK», работающий под управлением спе-

циального программного обеспечения. Результаты измерений позволяют автоматически формировать карту диагностического контроля машины.

Проведенный анализ аналогичных зарубежных постов инструментального контроля самоходных машин в сравнении с разработками ГОСНИТИ показал, что стоимость зарубежного оборудования превышает стоимость отечественных разработок в 10...15 раз. В этой связи актуальность разработки передвижного поста контроля тракторов и самоходных машин с применением отечественных средств контроля и оборудования бесспорна.

Применением поста контроля не только обеспечивает высокую скорость и объективность проведения инструментального контроля, но также позволяет снизить аварийность и травматизм на 25...30%, уменьшить загрязнения и переуплотнение пашни в 1,5...2 раза, уменьшить выбросы в атмосферу в 2...2,5 раза.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ПРИ ОБМОЛОТЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ КОЛОСОВОЙ МОЛОТИЛКИ

Педай Н.П. (ЦОПКБ ВИМ), Еремин В.Н. (Каменский Госсортучасток)

На первом и втором этапах селекционных опытных работ в соответствии с ОСТ 4673-78 "Параметры опытного поля, схемы посева и требования к типуажу посевных и уборочных машин ..." для обмолота отдельных колосьев или пучков (до 10 колосьев) зерновых культур применяют молотилки колосовые типа МКС-1М (разработчик ЦОПКБ ВИМ).

До 1991 года эта молотилка выпускалась серийно опытным заводом МЗОК ВИМ и находится на вооружении у селекционеров.

Производительность молотилки в значительной мере зависит от организации труда и квалификации оператора и составляет в среднем 300-400 колосьев в час.

Работа с молотилкой требует больших затрат ручного труда как на подготовительной работе, собственно обмолот, так и подсчет и учет количества зерен в колосе (метелке) или пучке, а также упаковку. При этом в зависимости от назначения или этапа работ должна быть обеспечена строгая последовательность маркировки пакетиков, обеспечивающая четкий адресный поиск.

В ЦОПКБ ВИМ совместно со специалистами лаборатории автоматизации ВИМ и Каменского Госсортучастка разрабатывается колосовопучковая молотилка на базе МКС-1М с автоматизированной системой учета обмолоченных колосков, подсчетом количества зерен и накоплением систематизированной информации на дискете компьютера.

Учитывая, что после обмолота каждого колоса или пучка необходим визуальный контроль (щуплое, зараженное или поврежденное зерно и пр.) процесс должен быть дискретным.

Тогда для того, чтобы не усложнять конструкцию молотилки представляется целесообразным электронное устройство для подсчета зерен выполнить отдельным блоком с выводом сигнала на компьютер для записи.

Вопросы моделирования информационных потоков в организационно-экономических системах весьма актуальны при разработке задач в автоматизированных системах управления, а также при совершенствовании процессов управления. В связи с этим представляет интерес разработка методики выбора рациональных структур механизма управления, которая укрупненно состоит из следующих частей:

1. Информационное моделирование. Представление информационных структур в виде информационных моделей (ИМ) позволяет более полно представить процесс, определить «узкие» места, четко представить взаимные связи между источниками и потребителями информации, проанализировать движение информационных документов. Исходными данными для построения ИМ являются пользователи информации (поставщики и потребители), объект управления или его документальное отображение и функция управления.

Однако информационное моделирование не дает возможности произвести количественную оценку рассматриваемых вариантов (если не считать качественную оценку сложности модели и путей движения документов).

Разработав ИМ (одну или несколько) рассматриваемого процесса, приступают к оценке информационной структуры.

2. Оценка информационной структуры. В качестве критериев оценки принимается система показателей в виде затрат, связанных с формированием и движением документов $З_i$, времени прохождения документов τ_i и количеством документов n . Значок i показывает, что показатели формируются на каждом i -том этапе процесса.

Следовательно, ИМ может быть охарактеризована следующими суммарными показателями:

$$З = \sum_{i=1}^n З_i; \quad T = \sum_{i=1}^n \tau_i; \quad n$$

Формальным требованием оценки является минимизация целевой функции:

$$\Phi(Z, T, n) \rightarrow \min$$

Возможно представление целевой функции с другими показателями.

3. Выбор информационной структуры (ИС). На базе выбранной ИМ может быть построено ряд ИС. Строго выбор осуществляется по заданному критерию различными методами, например, методом целочисленного линейного программирования или с использованием эвристических алгоритмов. Возможно, также осуществлять выбор ИС на базе потенциальных функций, предполагая, что показатели полностью определяют заданную структуру. В этом случае варианты ИС классифицируют в зависимости от значений показателей. Существуют и другие методы выбора ИС. Однако на практике достаточно использо-

вать более простые методы оценки, например, минимизируя отдельные показатели. Если же значения показателей у разных ИС различны, т.е., в одном случае больше, а в другом меньше, то выбор производят по обобщенному коэффициенту информационной рациональности:

$$И = \eta_1 T + \eta_2 T + \eta_3 Z$$

где η_1, η_2, η_3 – веса, определяющие важность того или иного показателя.

Выбор информационной структуры производится при условии

$$И \rightarrow \min$$

4. Формирование рациональной структуры. На базе заданного алгоритма с учетом минимизации выбранных показателей строится ИМ, которая позволяет улучшить заданные параметры рассматриваемой ИС. При этом информационные связи в ИС формируются на базе практического опыта, который предполагает реализацию механизма управления при минимизации заданных показателей в существующей системе управления. Такой информационный подход позволяет совершенствовать ИС механизма управления с учетом заданных показателей.

Пример использования методики.

Постановка задачи: из множества изделий, находящихся в производстве, выбрать устаревшую продукцию, подлежащую снятию с производства. Обеспечить планируемый процесс замены изделий на лучшие по техническому уровню и качеству.

Критерий выбора – минимизация обобщенного коэффициента информационной рациональности.

Информационное моделирование. Формализовав процесс снятия с производства устаревших изделий, переходим к разработке алгоритма информационной структуры процесса. Определяем объект управления (снимаемые с производства изделия), пользователей информации, функции управления (планирование и учет). Далее разрабатывают документы, определяющие необходимым числом показателей, устанавливают информационные связи, предусматривая необходимое число согласований документов так, чтобы был сформирован план снятия и отчет, что определяет механизм управления этим процессом.

ИС состоит из ряда задач: формирование план-графика и определение перечня снимаемых изделий, учет решений и разработка плана снимаемой продукции. В основе каждой задачи лежит соответствующий документ, который и определяет информационные связи.

Оценка информационной структуры. Затраты определены через трудоемкость составления документов в человеко/днях, отнесенную к одному подразделению; время прохождения документов в подразделении определено в днях. Данные по затратам и времени брались из нормативов прохождения документов, а при их отсутствии путем экспертных оценок и сравнительного анализа прохождения документов на предприятиях.

Выбор информационной структуры. Итоги оценки по представленной информационной структуре:

$Z=52$ ч/дн. $T=250$ дн. $n=4$ док.

Формирование рациональной информационной структуры проведено, исходя из условия минимизации полученных результатов оценки. Рассмотрим возможность использования в модели одного документа. В этом случае все необходимые показатели должны быть сосредоточены в одном документе, а проектирование документооборота между пользователями приведет к другой информационной модели.

Итоги оценки усовершенствованной информационной структуры:

$Z=33$ чел. $T=200$ дн. $n=1$ док.

Формирование рациональной структуры. Выбор производим по предложенным моделям. В связи с тем, что критерии второй модели меньше, чем первой, то вторая структура ИМ более рациональна.

Предлагаемая методика рационального выбора информационных структур механизма управления основана на оценивании ИМ по выбранным критериям выбора. Предлагаемый подход позволяет производить проектирование на объективной основе оценки и выбора лучшего варианта.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЛАГОМЕРОВ KETT ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Стаценко Н.С. (Предприятие "EUROMIX", г. Киев)

1. Японское предприятие KETT ELECTRIC LABORATORY на протяжении более 50 лет разрабатывает и совершенствует приборы для измерения влажности широкого спектра продуктов и материалов. Является одним из известных предприятий на мировом рынке приборостроительной продукции, где покрывает около 25% рынка.

Одной из главных областей применения приборов KETT является контроль влажности сельскохозяйственной продукции.

2. В зависимости от задач измерения KETT ELECTRIC LABORATORY предлагает ряд моделей влагомеров.

2.1. Непрерывный контроль влажности.

Для непрерывного измерения влажности предназначены влагомеры KETT KJT-30/330/400/500.

Влагомеры серии JE (KJT) измеряют избирательное поглощение влагой излучения в ближней области инфракрасного спектра и таким образом определяют влажность материала. Измерительный диапазон составляет от 0,1% до 90% влажности.

Влагомеры серии JE (KJT) характеризуются высокой точностью измерения, их преимуществами над влагомерами других типов являются:

- компенсация температуры и влажности окружающей среды;
- компенсация цвета (состава) измеряемого материала;
- нечувствительность к изменению освещения окружающей среды;
- простота калибровки.

Выходная информация влагомеров выводится в цифровом виде на индикатор датчика и вторичный прибор (контроллер или персональный компьютер). Предприятием EUROMIX разработано программное обеспечение AQUARIUS, позволяющее с помощью персонального компьютера одновременно контролировать до 4-х влагомеров JE (KJT).

Влагомеры JE (KJT) имеют выходной сигнал постоянного тока 4-20 мА и могут быть включены в автоматическую систему управления производственным процессом.

Новейшая разработка KETT ELECTRIC LABORATORY – многокомпонентный анализатор непрерывного действия NIR KJT-500, помимо влажности, может быть откалиброван для измерения ряда других компонентов: протеина, жира, клетчатки, крахмала.

2.2. Лабораторное измерение влажности.

Для лабораторного анализа сельскохозяйственной продукции KETT ELECTRIC LABORATORY выпускает приборы, использующие различные методы определения влажности.

2.2.1. Основным преимуществом лабораторного инфракрасного влагомера серии JE (KJT-200) является возможность экспрессного (в течение 5 секунд) неразрушающего контроля не только продуктов, для которых стандартным является метод высушивания, но и образцов, для которых рекомендуются другие методы оценки влажности.

Метод инфракрасной спектроскопии используется также в лабораторном многокомпонентном анализаторе NIR KJT-270, который калибруется для измерения содержания влаги, протеина, жира, клетчатки и др.

Отличительной чертой инфракрасного анализатора KETT AN-800, измеряющего поглощение водой инфракрасного излучения, проходящего через исследуемый продукт, является возможность определения содержания влаги и других компонентов в не измельченных образцах зерновых.

2.2.2. Весовой метод определения влажности применяется в лабораторных влагомерах типа FD. Влагомеры FD предназначены для экспрессного определения содержания влаги в любых продуктах, для которых метод высушивания является стандартным методом оценки влажности.

2.2.3. В серии влагомеров для зерновых PM (измерение целого зерна) KETT ELECTRIC LABORATORY предлагает лабораторные электровлагомеры, откалиброванные для измерения большинства сельскохозяйственных культур восточноевропейской климатической зоны. Диапазон измерения влажности от 6% до 40%. Влагомеры серии PM имеют систему температурной компенсации, функцию усреднения результатов измерения и функцию корректировки отклонения (bias adjustment).

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ МАШИН ХИМИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ БОРТОВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ

Еникеев В.Г., Теплинский И.З., Смелик В.А.,
Садовников Г.М. (СПбГАУ)

Тенденции развития современного сельскохозяйственного производства указывают на все возрастающую роль в технологиях возделывания многих культур машин химизации, таких как машины для внесения удобрений и химической защиты растений.

Использование этих машин существенно повышает эффективность возделывания ряда культур. Однако, нарушения качества выполнения технологических процессов, заключающиеся в отклонениях от заданных норм (доз) внесения агрохимикатов не только отрицательно влияют на рост и развитие растений, но и приводят к необратимому загрязнению окружающей среды. В связи с этим, актуальной является задача разработки средств контроля и управления качеством, обеспечивающих выполнение агротехнических и экологических требований к машинам химизации в процессе их работы.

Несмотря на некоторые различия технологических процессов, выполняемых машинами химизации, модели их функционирования имеют сходство, так как выходным показателем этих моделей являются равномерность распределения рабочего материала по ходу движения машины, а при внутривспашном внесении агрохимикатов и равномерность глубины заделки материала в почву. Оценкой качества технологического процесса работы машин является обобщенный показатель – вероятность сохранения допуска на отклонения значений контролируемого процесса от настроенного значения.

Учитывая накопленный опыт, специфику работу сельскохозяйственных агрегатов, а также уровень и тенденции развития микропроцессорной техники, наиболее целесообразно создавать такие устройства в виде двухуровневой бортовой компьютерной системы, в которой система поднастройки устанавливается на сельскохозяйственной машине и представляет собой локальный периферийный контроллер, сообщаемый по стандартизированному интерфейсу с бортовым компьютером, устанавливаемом в кабине трактора. Иерархически организованная компьютерная система обеспечивает значительное повышение эффективности микропроцессорной техники за счет более рационального использования аппаратных и программных ресурсов компьютерной системы и наиболее удобна для разработки, обслуживания и модернизации. Стандартизирована такая система как по аппаратной части, так и по программному обеспечению на основе CAN-интерфейса.

Структурно бортовая компьютерная система контроля и управления работой мобильных машин химизации выполнена с учетом требований CAN-интерфейса на основе стандарта PC/104 IEEE-P996. Локальные контроллеры ECM 167-104А, ECM 167-104 имеют габарит плат 90×96 мм, выполнены на базе процессора SIMENS 80С, имеют в своем составе все для подключения первич-

ных преобразователей (датчиков) и исполнительных устройств и обладают высоким быстродействием при работе с внешними устройствами.

Рассматриваемая бортовая система легко адаптируется под бурно развивающиеся в настоящее время за рубежом пространственно временные навигационные спутниковые системы. В связи с ужесточением экологических требований к производству сельскохозяйственной продукции актуальность таких систем возрастает. Установкой на бортовой компьютер радиомодема, например, типа RFM 96, обеспечивается связь и навигация сельскохозяйственного агрегата с центральным поста управления, оснащенного достаточно мощными компьютерными средствами с базами данных по конкретно обрабатываемым полям и культурам, что позволит дозированно вносить агрохимикаты в соответствии с заданной программой и электронной картой поля. Такие навигационные системы стандарта GPS являются основой для создания в ближайшем времени беспилотных сельскохозяйственных агрегатов.

Применение готовых модулей, изготовленных в соответствующих стандартах, позволяет существенно сократить сроки создания электронных систем, обеспечивает их быстрый ремонт и модернизацию.