

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Литвинов В.Н., кандидат технических наук,
Грачева Н.Н., кандидат технических наук,
Руденко Н.Б., кандидат технических наук,
Азово-Черноморский инженерный институт Донской ГАУ,
Захарова О.А., кандидат педагогических наук, доцент,
Донской государственный технический университет*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННОМ АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА

Аннотация: в статье приведены основные концепции разработки информационных технологий и управляющих систем в современном агропромышленном комплексе по производству молока.

Ключевые слова: производство молока, информационные технологии, управляющие системы

Молоко, хлеб и мясо являются основными продуктами питания человека. В экологически чистой среде при хороших кормах самое высококачественное молоко находится в вымени здоровой коровы. В зависимости от культуры производства сортность получаемого от коров молока может резко снизиться сразу же после вывода его из вымени или в результате первичной обработки за счёт попадания в него различных бактерий и всевозможных примесей. Причём после этого восстановить сортность молока, как правило, уже не удаётся. Из-за низкой культуры производства качество молока в нашей стране находится на очень низком уровне.

Известные мониторинговые системы управления качеством производства молока несовершенны. Из-за низкой технической оснащённости методы оценки состояния молочного стада и качества молока трудоёмки и малопродуктивны; лабораторные анализы не дают полной картины влияния на качество каждого конкретного фактора [1, 2]. Существующая система контроля качества молока полностью себя исчерпала и требует замены более совершенной, способной выдавать информацию в соответствии с требованиями мировых стандартов [3 – 5].

Отсюда вытекает необходимость разработки и внедрения новых информационных технологий и технических средств, организации сбора исходной информации и системы мероприятий, обеспечивающих планомерное и постоянное повышение качества молока до уровня мировых стандартов.

Целью работы коллектива авторов является разработка биотехнической системы устойчивого производства молока, позволяющей повысить технико-экономический уровень предприятия по производству молока за счёт внедрения новых информационных технологий и управляющих систем

для более полного использования генетического потенциала молочной продуктивности коров, улучшения качества молока и увеличения информационной обеспеченности предприятия.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- изучены параметры входных потоков энергоносителей и информации предприятия по производству молока и обоснован критерий эффективности его функционирования;
- обоснованы состав и структура биотехнической системы устойчивого производства молока;
- разработаны модели, алгоритмы, база данных и программное обеспечение биотехнической системы устойчивого производства молока;
- осуществлено внедрение системы, в процессе которого подтверждены её адекватность и эффективность.

Разработка и внедрение информационных систем и технологий в агропромышленном комплексе сопряжены с рядом трудностей (низкая квалификация обслуживающего персонала, отсутствие финансовых средств на внедрение современных систем, сложность формализации предметной области, закрытая архитектура информационных и управляющих систем), что замедляет переход данной отрасли к современному инновационному высокоэффективному функционированию [6 – 8].

В настоящее время разработано и представлено на рынке большое количество программных продуктов, решающих частные задачи автоматизации информационных процессов предприятия по производству молока [9].

Анализ имеющихся систем и программных продуктов показал, что несмотря на заметные достоинства, они не учитывают условия окружающей среды и микроклимата, не позволяют работать с каждым животным индивидуально, не учитывают

энергозатраты в технологических процессах и, соответственно, не позволяют их оптимизировать, и оперативно вмешиваться в технологические процессы, что в конечном итоге приводит к нерациональному расходованию энергоносителей и кормов. Но на их основе такая система автоматизированного мониторинга может быть создана.

Максимального эффекта от внедрения системы мониторинга можно добиться только при комплексном проведении целого ряда организационно-технологических мероприятий по повышению эффективности производства: укреплению кормовой базы, комплектованию ферм однородным высокопродуктивным стадом, надежным функционированием выбранного оборудования и др.

На начальном этапе разработки были проанализированы информационные потоки предприятия по производству молока и выявлена их связь с БСУПМ, а также разработана концепция модели преобразования ресурсов и энергии на предприятии по производству молока. Это позволило уточнить схему функционирования предприятия по производству молока и более подробно описать информационные связи между предприятием и БСУПМ.

Для реализации технической части БСУПМ разработана структурная схема, выбрано оборудование для реализации отдельных подсистем. Сформулированы технические требования к информационной системе в целом: определены типы датчиков и средств измерений, их количество и погрешности; количество исполнительных органов, число автоматизированных рабочих мест в зависимости от типа предприятия по производству молока (ферма, комплекс, фермерское хозяйство). В частности, погрешность измерений почетверт-

ных устройств для учета молока не должна превышать 5% [10].

Анализ предметной области позволил разработать базу данных БСУПМ и комплекс программного обеспечения, состоящий из ряда подсистем: стадо, молоко, корма и пр. (рис. 1, 2) В основе построения информационной части системы лежит критерий эффективности использования энергоносителей предприятия по производству молока. Ядром системы является модель лактирующей биосистемы как основного преобразователя ресурсов в продукцию предприятия по производству молока. На основе функциональной схемы лактирующей биосистемы составлен ряд алгоритмов, одним из которых является алгоритм расчета суточных энергетических параметров лактирующей биосистемы.

Биотехническая система устойчивого производства молока, включающая базу данных, программы и технические средства диалога и оперативной корректировки на его основе входной и выходной информации по параметрам их состояний позволяет снизить потери от нарушений функции вымени минимум на 2%, на воспроизводство – на 2 %, хозяйственные потери – на 1% и увеличить молочную продуктивность коров на 30% [4, 11, 12].

Разработанные математические и компьютерные модели лактирующей биосистемы и стада, представленные как звенья, преобразующие входные потоки энергоносителей и информации в энергосодержание выходной продукции, позволили снизить затраты труда на выполнение расчетов. Степень снижения пропорциональна количеству животных на предприятии и для рассмотренных задач может достигать 90% [4, 13, 14].

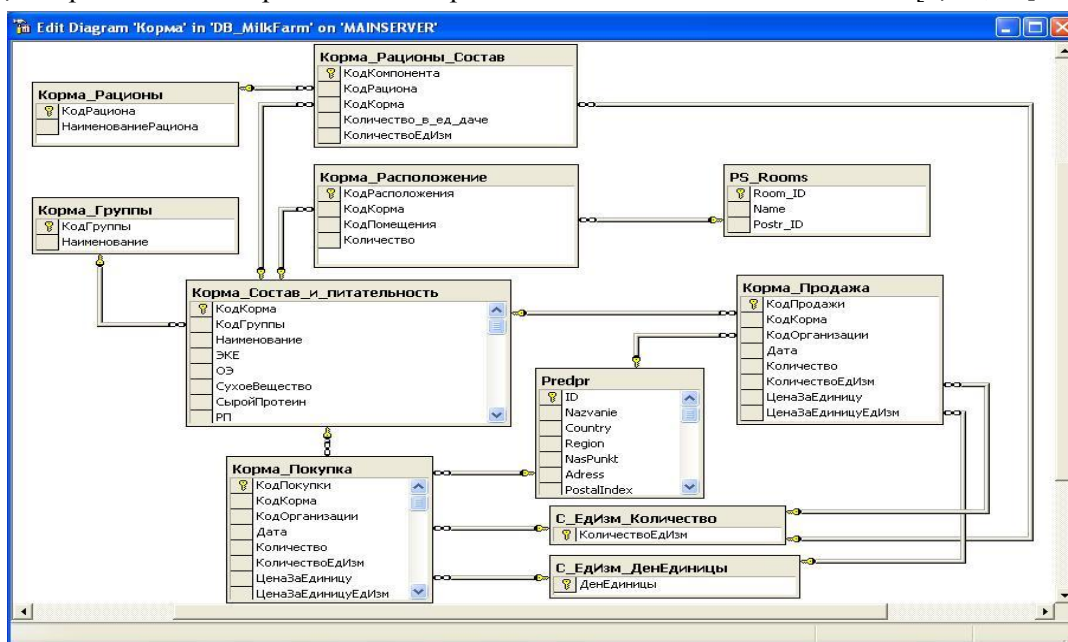


Рис. 1. Схема базы данных «Корма»

Компьютерное моделирование и производственный эксперимент подтвердили адекватность полученных моделей и системы. Сравнительный анализ использования энергии корма показал возможность снижения расхода кормов для коров третьей лактации с молочной продуктивностью 6000 кг и живой массой 400, 500 и 600 кг соответ-

ственно на 15,8%, 8,6% и 2,6%. Производственная проверка частных моделей и программ показала возможность повышения энергоэффективности производства продукции на 6,8 – 12,3% за счет своевременной выбраковки коров и повышения их молочной продуктивности.

Код группы	Наименование корма	ОЗ
1	Альпийского пастбища	2,9
1	Болотная	2,4
1	Горного луга	2,9
1	Заливного луга	2,9
1	Зимнего горного пастбища	3,8
1	Злаковой степи	3,4
1	Злаково-полюнного пастбища	2,6
1	Злаково-разнотравного луга	2,9
1	Злаково-разнотравных степных лугов	3,2
1	Ковыльного пастбища	3,6
1	Лесного пастбища	2,5
1	Лугостепного пастбища	2,8
1	Козлятника восточного	3,2
1	Осокового луга	2,4
1	Отава заливного луга	3
1	Отава лугового пастбища	2,3
1	Отава суходольного пастбища	2,6
1	Полупустынных пастбищ	3,7
1	Пойменного луга	2,6
1	Житнякового пастбища	3,5
1	Злакового пастбища	3,5
1	Злаково-разнотравного пастбища	3,1
2	Пастбищная с ежой	2,6
2	Ежа сборная	3
2	Кострец безостый	3,1
2	Кукуруза восковой спелости	3
2	Кукуруза молочно-восковой спелости	2,3

Энергетические кормовые единицы	0,36	Калий, г	3,4
Обменная энергия, МДж	3,6	Сера, г	0,9
Сухое вещество, кг	420	Железо, мг	22
Сырой протеин, г	37	Медь, мг	2,8
Распадаемый протеин, г	31,1	Цинк, мг	76
Нераспадаемый протеин, г	5,9	Марганец, мг	36
Переваримый протеин, г	24	Кобальт, мг	0
Лизин, г	1,2	Йод, мг	0,2
Метионин, г	1,4	Каротин, мг	45
Триптофан, г	0,4	Витамин А, МЕ	0
Сырой жир, г	13	Витамин Д, МЕ	0
Сырая клетчатка, г	136	Витамин Е, мг	0
Нейтрально-детергентная клетчатка, г	268	Витамин В1, мг	0
Безазотистые экстрактивные вещества, г	203	Витамин В2, мг	0
Крахмал, г	4,3	Витамин В3, мг	0
Сахар, г	13,5	Витамин В4, мг	0
Кальций, г	2,4	Витамин В5, мг	0
Фосфор, г	1,8	Витамин В12, мкг	0
Магний, г	1,9		

Рис. 2. Справочник «Корма. Состав и питательность»

Применение системы эффективного использования энергоносителей на предприятии с поголовьем 400 коров позволит получить дополнительную продукцию на сумму 1332,00 тыс. руб. в год. Использование данной системы обеспечит годовую экономию денежных затрат за год в сум-

ме 278,53 тыс. руб. Чистый дисконтированный доход от использования предлагаемой автоматизированной системы составит 732,15 тыс. руб., при этом индекс доходности составит от 1,39 до 1,88, а срок окупаемости капиталовложений – от 1,63 до 1,79 года.

Литература

1. Винников И.К., Забродина О.Б., Бахчевников О.Н., Литвинов В.Н.. Вакуумные управляемые пульсаторы, доильные автоматы и системы: монография. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. 188 с.
2. Краснов И.Н., Назарова Е.В., Литвинов В.Н. Компьютерная модель прогнозирования производства молока на ферме и индивидуальных удоев коров // Вестник аграрной науки Дона. 2013. № 1. Зерноград: РИО ФГБОУ ВПО АЧГАА. С. 3 – 45.
3. Винников И.К., Забродина О.Б., Литвинов В.Н., Пахомов Ю.В. и др. Научно-методические рекомендации по комплексной автоматизации и модернизации доения: монография. Российская академия сельскохозяйственных наук; Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии). Зерноград, 2011. 112 с.

4. Литвинов В.Н. Повышение эффективности использования энергоносителей при производстве молока организацией энергетических и информационных потоков: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 20.02.09; утв. 05.07.09. Зерноград: Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, 2009. 142 с. Библиогр.: С. 132 – 141.
5. Забродина, О.Б., Литвинов В.Н. База данных – основа программных продуктов // Сельский механизатор. 2008. №4. С. 39.
6. Литвинов В.Н., Забродина О.Б. Мониторинг энергозатрат предприятия по производству молока // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. №8. С. 4 – 6
7. Литвинов В.Н. Математическая модель лактирующей биосистемы // Инновационные технологии и технические средства в животноводстве: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии для АПК России» (14-15 мая 2008 г., г.Зерноград). Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. С. 279 – 287
8. Краснов И.Н., Назарова Е.В., Литвинов В.Н. Компьютерная модель прогнозирования производства молока на ферме и индивидуальных удоев коров // Вестник аграрной науки Дона. 2013. № 1. Зерноград: РИО ФГБОУ ВПО АЧГАА. С. 37 – 45.
9. Литвинов В.Н. К разработке информационной системы предприятия по производству молока // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар: КубГАУ, 2015. №07(111). С. 1341 – 1357. IDA [article ID]: 1111507086. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/86.pdf>, 1,062 у.п.л.
10. Литвинов В.Н., Руденко Н.Б., Грачева Н.Н. Информационные системы и процессы: лабораторный практикум. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. 163 с.
11. Руденко Н.Б., Грачева Н.Н., Литвинов В.Н. Информационные системы и процессы. Курс лекций: учебное пособие. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО ДГАУ, 2016. 103 с.
12. Литвинов, В.Н., Руденко Н.Б., Грачева Н.Н. Современное компьютерное программирование: лабораторный практикум. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. 164с.
13. Литвинов В.Н. Обоснование критерия эффективного использования энергоносителей при производстве молока // Успехи современной науки и образования. 2016 г. Т. 2. № 3. С.41 – 47.
14. Черноусов И.К., Рудая О.И., Литвинов В.Н. и др. Опыт, современное состояние и проблемы организации информационных потоков в производстве молока // Инновационные технологии и технические средства в животноводстве: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии для АПК России» (14 – 15 мая 2008 г., г.Зерноград). Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. С. 74 – 82.

References

1. Vinnikov I.K., Zabrodina O.B., Bahchevnikov O.N., Litvinov V.N.. Vakuumnye upravljaemye pul'satory, doil'nye avtomaty i sistemy: monografija. Zernograd: Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut FGBOU VPO DGAU, 2015. 188 s.
2. Krasnov I.N., Nazarova E.V., Litvinov V.N. Komp'juternaja model' prognozirovanija proizvodstva moloka na ferme i individual'nyh udov korov // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2013. № 1. Zernograd: RIO FGBOU VPO AChGAA. S. 3 – 45.
3. Vinnikov I.K., Zabrodina O.B., Litvinov V.N., Pahomov Ju.V. i dr. Nauchno-metodicheskie rekomendacii po kompleksnoj avtomatizacii i modernizacii doenija: monografija. Rossijskaja akademija sel'sko-hozjajstvennyh nauk; Severo-Kavkazskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektifikacii sel'skogo hozjajstva Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk (GNU SKNIIMJeSH Rossel'hozakademii). Zernograd, 2011. 112 s.
4. Litvinov V.N. Povyszenie jeffektivnosti ispol'zovanija jenergonositelej pri proizvodstve moloka organizaciej jenergeticheskij i informacionnyh potokov: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.20.01: zashhishhena 20.02.09; utv. 05.07.09. Zernograd: Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija, 2009. 142 s. Bibliogr.: S. 132 – 141.
5. Zabrodina, O.B., Litvinov V.N. Baza dannyh – osnova programmnyh produktov // Sel'skij mehanizator. 2008. №4. С. 39.
6. Litvinov V.N., Zabrodina O.B. Monitoring jenergozatrata predpriyatija po proizvodstvu moloka // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva. 2008. №8. S. 4 – 6
7. Litvinov V.N. Matematicheskaja model' laktirujushhej biosistemy // Innovacionnye tehnologii i tehnicheckie sredstva v zhivotnovodstve: Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheckoj konferencii «Innovacionnye tehnologii dlja APK Rossii» (14-15 maja 2008 g., g.Zernograd). Zernograd: VNIPTIMJeSH, 2008. S. 279 – 287

8. Krasnov I.N., Nazarova E.V., Litvinov V.N. Komp'juternaja model' prognozirovanija proizvodstva moloka na ferme i individual'nyh udoev korov // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2013. № 1. Zernograd: RIO FGBOU VPO AChGAA. S. 37 – 45.

9. Litvinov V.N. K razrabotke informacionnoj sistemy predprijatija po proizvodstvu moloka // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). Krasnodar: KubGAU, 2015. №07(111). S. 1341 – 1357. IDA [article ID]: 1111507086. Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/86.pdf>, 1,062 u.p.l.

10. Litvinov V.N., Rudenko N.B., Gracheva N.N. Informacionnye sistemy i processy: laboratornyj praktikum. Zernograd: Azovo-Chernomorskij inženernyj institut FGBOU VO Donskoj GAU, 2016. 163 s.

11. Rudenko N.B., Gracheva N.N., Litvinov V.N. Informacionnye sistemy i processy. Kurs lekcij: uchebnoe posobie. Zernograd: Azovo-Chernomorskij inženernyj institut FGBOU VO DGAU, 2016. 103 s.

12. Litvinov, V.N., Rudenko N.B., Gracheva N.N. Sovremennoe komp'juternoe programmirovanie: laboratornyj praktikum. Zernograd: Azovo-Chernomorskij inženernyj institut FGBOU VPO DGAU, 2015. 164s.

13. Litvinov V.N. Obosnovanie kriterija jeffektivnogo ispol'zovanija jenergonositelej pri proizvodstve moloka // Uspehi sovremennoj nauki i obrazovanija. 2016 g. T. 2. № 3. S.41 – 47.

14. Chernousov I.K., Rudaja O.I., Litvinov V.N. i dr. Opyt, sovremennoe sostojanie i problemy organizacii informacionnyh potokov v proizvodstve moloka // Innovacionnye tehnologii i tehničeskie sredstva v zhivotnovodstve: Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-tehničeskoj konferencii «Innovacionnye tehnologii dlja APK Rossii» (14 – 15 maja 2008 g., g.Zernograd). Zernograd: VNIPTIMJeSH, 2008. S. 74 – 82.

*Litvinov V.N., Candidate of Engineering Sciences,
Gracheva N.N., Candidate of Engineering Sciences,
Rudenko N.B., Candidate of Engineering Sciences,
Azov-BlackSea Engineering Institute, Don State Agrarian University,
Zaharova O.A., Candidate of Pedagogic Sciences,
Don State Technical University*

INFORMATION TECHNOLOGY AND CONTROL SYSTEMS IN MODERN AGRICULTURE FOR THE PRODUCTION OF MILK

Abstract: the article presents the basic concepts of the development of information technology and control systems in a modern agro-industrial complex for the production of milk.

Keywords: milk production, information technology, control systems