

Скрипак М.Д.

Алтайский государственный аграрный университет.
Научный руководитель – И.Я. Федоренко, д.т.н., проф.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И ВЫБОРА ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Переход сельского хозяйства на рыночную основу диктует необходимость повышения эффективности производства в различных его отраслях. В частности, в молочном животноводстве необходимо повышение молочной продуктивности крупного рогатого скота. В связи с этим в стране и, в частности, Алтайском крае ведется строительство новых, а также модернизация существующих ферм и комплексов, которые оборудуются доильными системами.

В большинстве молочных ферм и комплексов применяются доильные установки устаревших конструкций. Они не полностью отвечают физиологии животных, что приводит к значительному недобору молока (к тому же с высоким содержанием в нем соматических клеток, бактерий, вирусов), а также к преждевременному запуску коров и заболеваемости их маститом [1]. Основная причина заболевания – несовершенный, морально устаревший парк доильных машин, который вынужденно работает на форсированных режимах вакуумметрического давления, дополнительно травмируя и мучая животных. Все это сопровождается перерасходом электроэнергии и материальными затратами. Поэтому, для получения конкурентоспособной продукции высокого качества, необходимо использование современных доильных установок.

В настоящее время все большее распространение находит процесс доения на доильных площадках в отдельных помещениях – доильных залах с использованием специальных доильных установок. Ведущими производителями доильного оборудования для доения в залах на российском рынке являются шведская «ДеЛаваль», немецкая «Вестфалия-Сёрдж», датская S.A. Christensen (SAC): на их долю приходится до 87,5% всех поставок в стоимостном выражении [2]. Хорошие позиции занимает бельгийская фирма «Боуматик». Доля остальных производителей не велика и не превышает ~1-2%. Особую группу поставщиков составляют производители из бывших союзных республик – латвийская «Ларта», украинская «Брацлав». В России автоматизированные доильные установки разработаны в НПП «Фемакс».

Существуют несколько типов установок для доения в доильных залах. Это доильные установки типа: «тандем», «елочка», «параллель» и доильные установки роторного типа («карусель»). Все эти доильные установки обладают своими преимуществами и недостатками, влияющими на процесс доения. Однако, независимо от типа установки, принятие решения по выбору доильной установки, как правило, связано с учетом следующих факторов [3]:

- существующая или планируемая величина поголовья;
- существующее или желаемое время доения;
- планируемая пропускная способность;

- затраты рабочего времени на корову и соответствующая производительность труда (коров/чел-час);
- затраты на персонал (руб./чел-час, руб. на корову в год);
- потребность в капитале и помещениях, затраты на получение молока (руб. на корову);
- возможность последующего расширения установки;
- доступ к вымени;
- эргономичность (удобство) труда;
- качество работы;
- минимальный стресс для человека и животных;
- сохранение здоровья вымени и соблюдение требований физиологии.

В свою очередь, каждый из этих факторов включает в себя ряд параметров, которые различаются в зависимости от типа доильной установки и взаимосвязаны между собой. Например, производительность доильной установки во многом зависит от количества доильных аппаратов, приходящихся на одного дояра (табл. 1 [3]), что в свою очередь влияет на пропускную способность установки и потребность в рабочем времени (чел-час/корову в год). Время доения зависит от конструкции установки – от удобства входа и выхода в установку и расположения животных в ней. Даже биохимический состав молока при использовании доильных установок различных типов будет различен (табл. 2 [1]).

Таблица 1 – Влияние типа доильной установки и числа доильных аппаратов на производительность и на потребность в рабочем времени [3]

Тип установки	Число доильных аппаратов на дояра	Пропускная способность установки, коров/чел.-ч.	Затраты времени, чел.-ч./корову в год
«Тандем»	4	24-30	20-25
	6	30-42	16-20
	8	50-56	12-14
«Ёлочка»	8	40-45	16-20
	12	55-65	12-14
«Параллель»	16	65-80	10-12
	20	68-82	10-11
«Карусель»	8	40-45	16-20
	12	68-80	10-12
	16	84-100	9-10
	20	90-100	8-10
	24	92-110	8-9

Опубликованные данные исследований при сравнении различных доильных установок могут дать некоторые рекомендации в выборе доильной техники. Но, зачастую, в этих исследованиях охватывается лишь часть факторов, и полной сравнительной оценки не дается. Например, в журнале «Сельхозтехника» №3, 2009 представлен сравнительный анализ доильных установок типа «карусель» разных производителей по таким факторам, как (табл. 3 [4]): надежность в эксплуатации, возможность обзора, вход и выход животных, подготовительные операции, рабочие операции во время дойки. В журнале «НСХ» №5, 2006 доильные установки «елочка», «параллель», «карусель» сравниваются лишь по экономическим показателям (табл. 4 [3]).

Таблица 2 – Биохимический состав молока [1]

Проба	Жир, %	Белок, %	Зола, %	Сухое вещество, %	Лактоза, %	Кальций, %	Фосфор, %
АДМ-8							
Стойловая	4,15	3,41	0,73	13,1	4,69	0,147	0,095
Общая	3,70	3,34	0,72	13,2	4,78	0,142	0,095
«Ёлочка» фирмы «Вестфалия» (24 скотоместа)							
Стойловая	4,30	3,36	0,71	13,4	4,75	0,142	0,098
Общая	4,20	3,41	0,74	12,2	4,52	0,136	0,097
«Ёлочка» фирмы «ДеЛаваль» (18 скотоместа)							
Стойловая	4,30	3,26	0,73	12,8	4,65	0,146	0,092
Общая	3,87	3,24	0,72	13,8	4,92	0,146	0,091
«Ёлочка» фирмы «Профимилк» (16 скотоместа)							
Стойловая	3,50	3,41	0,74	12,2	4,56	0,136	0,094
Общая	3,50	3,41	0,74	12,2	4,52	0,136	0,097

Таблица 3 – Результаты сравнительных испытаний доильных установок типа «карусель» [4]

Критерии тестирования	Boumatic	DeLaval	Lammer Foolwood	Westfalia Surge
Опорная конструкция				
Прочность исполнения	++	+	+	++
Обзорность	+	+	0	++
Вход и выход животного				
Беспрепятственный вход и выход	+	++	0	0
Расположение животных	++	++	+	+
Комфорт животных в станке	0	+	0	+
Бесступенчатый привод и плавное движение платформы	+	+	+	+
Удобство аварийного отключения	0	++	-	++
Понятный пользователю пульт управления	+	+	0	0
Подготовка к доению				
Отвод воды, напорный трубопровод	+	+	+	+
Централизованное подключение доильных аппаратов	+	+	+	+
Управление системой промывки	+	+	+	0
Сложность при проведении промывки	++	+	0	+
Доение				
Просторность доильного места	++	0	+	++
Образование вакуума нажатием кнопки	+	+	+	+
Удобство для пользователя элементов управления	++	++	+	++
Доступность и обзор вымени	++	++	0	++
Легкость посадки доильных аппаратов	+	+	0	+
Потребность в дополнительной помощи при насадке доильных стаканов	-	0	+	0
Доильный аппарат раскачивается назад к доильной яме	+	++	+	+
После снятия доильные аппараты переручиваются	0	+	0	0
В целом непрерывный процесс доения	+	+	0	+
Комфортные условия работы дояра	++	++	0	+
Заключительные операции				
Надежное положение доильного аппарата при промывке	++	++	++	++
Легкость мойки всей установки	+	0	0	0
Оценка: ++ очень хорошо; + хорошо; 0 средне; - удовлетворительно, --- неудовлетворительно				

Следовательно, можно сделать вывод, что выбор доильной установки - сложная задача, требующая определенного уровня знаний. Для выбора

доильной установки, отвечающей всем поставленным требованиям конкретной молочной фермы, необходимо учитывать, как особенности самой фермы, так и параметры установки (конструктивные, экономические, эргономические и др.). В настоящее время выбор установок происходит стихийно. Каждый производитель сам определяет для себя наиболее важный фактор, при этом часть факторов не рассматривается, что приводит к неудовлетворительным результатам. Ошибки при выборе доильных установок в сочетании с ошибками в организации труда и расположении доильного зала, включая размещения подгонных путей, - это основные причины низкой производительности труда и высоких затрат. Зачастую размер поголовья, пропускная способность доильной установки и число дояров не согласованы друг с другом.

Таблица 4 – Техничко-экономические показатели доильных установок разных типов [3]

Показатели	«Ёлочка FGM» 2×12 с быстрым выходом	«Параллель» SbS 2×12	«Карусель» AR 20
Число коров	420	420	420
Цена на молоко, евро/кг	0,27	0,27	0,27
Число доильных станков	24	24	20
Объём помещения, м ³	620	440	500
Затраты на строительство, евро/м ³	150	150	170
Затраты на технику, евро/станок	6000	6000	6000
Строительные затраты всего, евро	144 000	144 000	160 000
Инвестиции всего, евро	237 000	210 000	245 000
Амортизация строения 5%, евро/год	4 650	3 300	4 250
Амортизация техники/кредит 8%, евро/год	11 250	11 250	12 800
Сумма постоянных затрат, евро/год	16 170	14 820	17 050
Затраты времени, чел.-ч./день	23	22,4	20,4
Затраты на ремонт, центов/литр молока	0,5	0,5	0,4
Сервис и расходные материалы	17 850	17 850	14 280
Зарплата (12,5 евро/ч), евро/год	104 938	102 200	93 075
Сумма переменных затрат, евро/год	122 788	120 050	107 355
Затрат всего, евро/корову в год	330,85	321,12	296,20
Затрат всего, центов/литр молока	3,9	3,8	3,5
Затраты времени, чел.-ч./корову в год	19,99	19,47	17,73

В связи с этим, необходима систематизация параметров, рассматриваемых при выборе доильной установки, их оптимизация, и создание на основе этого, такой системы, которая позволила бы выбрать оптимальную доильную установку в зависимости от поставленных задач и условий конкретной фермы. Примером такой системы может быть система поддержки принятия решений (СППР) или экспертная система (ЭС).

Экспертная система – это одна из разновидностей систем основанных на знаниях (СОЗ) [4]. Представляет собой сложный программный комплекс, аккумулирующий знания специалистов в конкретных предметных областях и предоставляющий этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей. Наиболее известным практическим примером могут служить такие экспертные системы, как «MYCIN» - диагностика и наблюдение за состоянием больного; «HASP/SIAP» - определение местоположения и типа судов в Тихом океане и др. Создание экспертной системы в нашем случае отвечает основным принципам разработки экспертных систем [5]:

- принцип возможности;
- принцип оправданности;
- принцип соответствия.

Создание экспертной системы возможно, т.к. существуют эксперты в данной области, которые решают задачу значительно лучше, чем начинающие специалисты. Создание экспертной системы оправдано, т.к. использование человека-эксперта не всегда возможно либо из-за недостаточного количества экспертов, либо из-за необходимости выполнять экспертизу одновременно в нескольких местах. Создание экспертной системы соответствует тому, что поставленная задача (выбор доильной установки) является достаточно сложной, чтобы оправдать затраты на создание экспертной системы, достаточно «узкой», чтобы решаться методами экспертной системы, и практически значимой.

В ходе работ по созданию экспертных систем сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов (рис. 1[5]): идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование, опытную эксплуатацию. На этапе идентификации определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки. На этапе концептуализации проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач. На этапе формализации определяются способы представления знаний, моделируется работа системы, оценивается её адекватность поставленным целям. На этапе выполнения осуществляется наполнение базы знаний. В связи с тем, что основой экспертной системы являются знания, данный этап является наиболее важным и трудоемким. Процесс приобретения знаний разделяют на получение и организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу экспертной системы, и представление знаний в виде, понятном экспертной системе.



Рис. 1 – Технология разработки экспертных систем [5]

Таким образом, согласно этапам создания экспертной системы, видно, что: целью разработки является выбор оптимальной доильной установки; необходимо провести сравнительный анализ всех существующих доильных

установок с учетом всех факторов и выявить взаимосвязи между ними; оптимизировать полученные знания и на основе этого создать базу знаний, которая будет составлять основу экспертной системы.

В любом случае, замена существующей или монтаж новой доильной установки требуют учета множества факторов при подготовке соответствующих инвестиций. Принимая во внимание особенности предприятия, необходимо выбрать наиболее подходящую доильную установку. Сделать это, без особых затрат и усилий, помогла бы экспертная система технологического расчета и выбора доильных установок.

Библиографический список

1. Коновалова А.С. Сравнительный анализ использования современных доильных установок // Аграрный вестник Урала. 2009. №4. С. 65-67.
2. Не слишком густо // НСХ. 2007. №1. С. 92-96.
3. Выбор доильной установки // НСХ. 2006. №5. С. 102-106.
4. Экспертные системы [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://itteach.ru/predstavlenie-znaniy/ekspertnie-sistemi>
5. Морозов М.Н. Курс лекций по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://khpri-iiр.mipk.kharkiv.edu/library/ai/conspai/index.html>