

## ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА

В.Г. Самосюк, канд. экон. наук, доцент, ген. директор (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

### Аннотация

*В статье представлено эмпирическое исследование закономерностей развития производства машин и оборудования для отрасли молочного животноводства на основе изучения многолетнего тренда патентной документации стран СНГ, Европы, Японии и США. Получены уравнения логистической регрессии, отражающие в динамике тенденции создания соответствующих технических средств, оценены направления и перспективы их дальнейшего развития.*

*An empirical study of mechanism of development of machines and equipment production for dairy branch of cattle breeding on the basis of studying of perennial trend of patent documentation of CIS, Europe, Japan and USA is conducted in the offered article. Logistic regression equations reflecting in dynamic the trends of creation of the appropriate hardware are given, their ways and perspectives of further development are estimated.*

### Введение

Выработка мер научной и научно-технической политики в современных условиях не может полагаться только на опыт и интуицию лиц, принимающих решения, она должна опираться на широко развернутое эмпирическое исследование науки, закономерностей производства и практического использования нового научного знания. Разработке методологии и изучению основных тенденций развития современной науки, оценке перспективности и приоритетности того или иного научного направления с учетом его технологического воздействия и социально-экономической отдачи уделяется самое серьезное внимание в зарубежной литературе по науковедению и экономике науки [1].

В настоящее время технический потенциал отрасли животноводства становится предметом интенсивных исследований большого числа научных групп, за результатами которых пристально наблюдают, а то и принимают в них непосредственное участие прикладные компании, например, Westfalia, DeLaval (доильное оборудование), Pasko, Jary (системы охлаждения и хранения молока), Lely, Merlin (доильные роботы), Seko, Kuhn, Magmix (оборудование для раздачи кормов). Следует заметить, что выполнение любых исследований предполагает всестороннее изучение и комплексный анализ уже накопленного опыта в целях достоверного прогнозирования развития технической составляющей отрасли, а также обоснования тенденций и перспектив создания новых машин и оборудования. Одним из доступных и, в то же самое время, достаточно точным способом является анализ динамики патентной документации, основанный на возможности количественной оценки и дальнейшей визуализации разобщенных информационных ресурсов.

### Основная часть

Для изучения состояния и перспектив развития технического потенциала животноводства, включая возможности практического применения результатов исследований, использованы базы данных патентной информации Германии, Франции, Великобритании, США, Японии, а также материалы ЕПВ и ВОИС.

Патенты относятся к разновидности научно-технической литературы, которая одной своей частью обращена в сторону науки, а другой – к техническим и технологическим инновациям. Изучение изобретательской активности, информации, содержащейся в патентах, позволяет определять появление новых технологических возможностей в той или иной области, анализировать научную базу перспективных технологических инноваций.

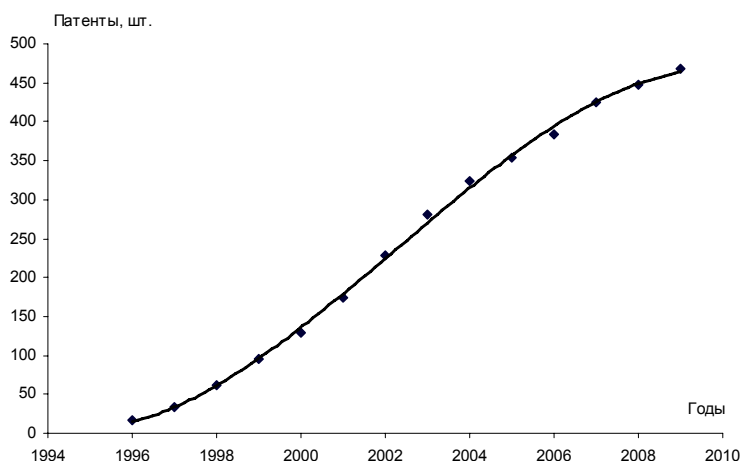
По результатам обзора патентной информации сформирован массив исходных данных, включающий поток инноваций за период с 1996 по 2009 гг. по странам с наиболее развитым сельским хозяйством, в частности, животноводством (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что наибольшее число патентных документов за рубежом приходится на процессы, связанные с разработкой доильных установок, созданием микроклимата и раздачей кормов. Развитие первого направления обусловлено интенсивным внедрением в технологический процесс систем автоматизации и созданием на их основе нового роботизированного оборудования. Во-вторых, интенсивное строительство животноводческих помещений, особенно крупных, а также повышенные требования к условиям содержания животных и охране окружающей среды потребовали от изобретателей и ученых поиска новых эффективных приемов в создании оптимальной среды для системы «человек – машина – живот-

**Таблица 1. Распределение исследуемого массива патентных документов по процессам (период 1996-2009 гг.)**

Год	Молоко-сборники	Системы навозоудаления	Доильные аппараты	Доильные установки и залы	Доильные роботы	Мобильные кормораздатчики
1996	0	6	3	3	1	3
1997	0	5	0	7	4	2
1998	1	5	1	8	3	10
1999	1	6	5	6	9	6
2000	4	7	4	2	5	12
2001	3	13	6	6	9	8
2002	4	11	6	8	15	11
2003	3	11	7	16	10	4
2004	2	5	8	12	10	7
2005	3	5	3	6	10	3
2006	2	4	5	5	5	8
2007	2	11	1	7	11	10
2008	3	1	8	1	6	3
2009	3	0	12	2	1	3

дыдущей логисты (символизирующей стадию созревания и последующего дряхления) к быстро растущей ветви следующей (символизирующей стадию зарождения и ускоренного роста) может вызывать новые направления исследований, новые открытия или новые благоприятные для данной области возможности. Однако естественно возобновляемый рост такого рода не будет происходить, если фундаментальную область не подпитывать на уровне, достаточном для поддержки новых тенденций. Динамика изменения общего количества патентов в области технического потенциала животноводства напоминает логистический рост, однако в настоящий момент исследования в этой области имеют тенденцию к уменьшению (рис. 1). Для более точной оценки необходимо рассмотреть потоки патентной информации в разрезе машин и оборудования.



**Рисунок 1. Рост потока патентной информации**

ное». Развитие третьего направления связано с новыми требованиями, предъявляемыми зоотехнической наукой к кормлению животных. Появились такие виды кормов, как кормовые смеси с различным сочетанием компонентов, микродобавки, микроэлементы и т.д. Это повлекло за собой создание и разработку дозаторов, смесителей, измельчителей и т.д.

Отставание в росте потока патентных документов по вопросам охлаждения и хранения молока, по-видимому, можно объяснить тем, что здесь вопрос в основном решен и в настоящее время идет лишь некоторое усовершенствование устройств без кардинальных изменений.

Согласно аргументации Д. Прайса [2], рост многих процессов в науке, в том числе потока патентной информации в области животноводства, может быть отображен последовательностью логистических (S-образных) кривых, когда вслед за исчезновением старых появляются новые экспоненты, создавая эффект нарастания. Переход от медленно растущей ветви пре-

дидущей логисты (символизирующей стадию созревания и последующего дряхления) к быстро растущей ветви следующей (символизирующей стадию зарождения и ускоренного роста) может вызывать новые направления исследований, новые открытия или новые благоприятные для данной области возможности. Однако естественно возобновляемый рост такого рода не будет происходить, если фундаментальную область не подпитывать на уровне, достаточном для поддержки новых тенденций. Динамика изменения общего количества патентов в области технического потенциала животноводства напоминает логистический рост, однако в настоящий момент исследования в этой области имеют тенденцию к уменьшению (рис. 1). Для более точной оценки необходимо рассмотреть потоки патентной информации в разрезе машин и оборудования.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ с помощью пакета прикладных программ «Statistica 7» в модуле «Нелинейное оценивание», поскольку в основе расчета лежит субъективное определение вида регрессионной модели:

$$N = \frac{b_1}{1 + e^{b_2 - b_3 X}}$$

где  $N$  – число патентов (нарастающим итогом), ед;

$X$  – анализируемый год в нормированных координатах;

$b_1, b_2, b_3$  – параметры уравнения регрессии.

При проведении анализа использована процедура оценивания по квази-ньютоновскому методу, дающему наилучшие результаты для большинства приложений, с установками начальных значений и размера шага по умолчанию. Построены 6 моделей регрессии со следующими непрерывными переменными:

- поток патентов по системам охлаждения молока;
- поток патентов по системам навозоудаления;
- поток патентов по доильным аппаратам;
- поток патентов по доильным залам;
- поток патентов по доильным роботам;
- поток патентов по мобильным кормораздатчикам [3].

Следует отметить, что в целях повышения устойчивости регрессионных уравнений и исключения, так называемых, эффектов «сверхчувствительности»,

когда незначительное изменение полученных коэффициентов приводит к вариации суммы квадратов остатков, моделирование стохастических систем необходимо выполнять в нормированных значениях факторов, в данном случае временного диапазона.

Для равномерного симметричного плана расчетная формула запишется в виде:

$$X_j = \frac{2(j-1)}{n-1} - 1,$$

где  $X_j$  – нормированное анализируемое значение года (табл. 2);

**Таблица 2. Нормированные значения временного фактора**

$j$	Год	$X_j$	$j$	Год	$X_j$
1	1996	- 1,000	8	2003	0,077
2	1997	- 0,846	9	2004	0,231
3	1998	- 0,692	10	2005	0,385
4	1999	- 0,538	11	2006	0,538
5	2000	- 0,385	12	2007	0,692
6	2001	- 0,231	13	2008	0,846
7	2002	- 0,077	14	2009	1,000

$n$  – количество экспериментальных точек (анализируемых лет);

$j$  – текущий номер года ( $j = 1$  для 1996 г.,  $j = 2$  для 1997 г., ...,  $j = 14$  для 2009 г.),  $j = 1, \dots, n$ .

Математическая обработка экспериментальных данных по динамике поступления патентной информации показала, что в этом процессе просматриваются определенные закономерности. Ниже представлены математические модели, описывающие эти закономерности и их графическая интерпретация по основным техническим средствам.

**Модель 1. Системы охлаждения и хранения молока**

Полученная модель объясняет более 98% изменчивости. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$  (табл. 3).

**Таблица 3. Результаты оценки модели по системам охлаждения и хранения молока**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	30,7	1,75	17,56	0,0000	26,9	34,6
$b_2$	0,31	0,15	2,01	0,0690	-0,03	0,65
$b_3$	3,1	0,37	8,39	0,0000	2,3	3,9

Из табл. 3 следует, что коэффициент  $b_2$  является не значимым и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 4.

График для визуальной проверки точности соответствия модели наблюдаемым данным приведен на рис. 2.

**Таблица 4. Результаты оценки скорректированной модели по системам охлаждения и хранения молока**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	28,2	0,80	35,16	0,0000	26,5	30,0
$b_2$	–	–	–	–	–	–
$b_3$	3,6	0,38	9,44	0,0000	2,7	4,4

Рост кривой в 2001-2005 гг. обусловлен разработкой систем с промежуточным теплоносителем, подразделяющихся, в свою очередь, на льдоаккумулирующие системы (с фазовым переходом хладоносителя) и чиллеры (без фазового перехода).

В таких решениях компрессорный агрегат используется для охлаждения хладоносителя, хранящегося в теплоаккумулирующем танке.

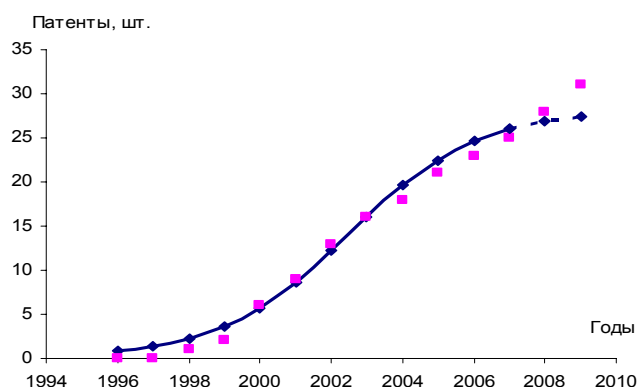
Следует отметить, что до недавнего времени, системы с использованием льдоаккумуляторов существенно уступали танкам с непосредственным охлаждением, т.к. помимо самой емкости для молока, необходимо было еще разместить емкость для накопления льда. Но благодаря техническому решению, примененному компанией Раско, совместившей аккумулятор льда и емкость для молока в одном корпусе (танк типа IceBank), данная проблема была успешно решена [4].

Идея охлаждения молока в потоке имеет ряд положительных моментов.

Во-первых, полностью исключается риск замерзания молока.

Во-вторых, скорость охлаждения молока при орошении емкости с молоком водой, значительно выше, чем в системах с испарителями непосредственного действия.

Компрессорно-конденсаторный агрегат в системах с аккумулярованием льда работает в более стабильном режиме по сравнению с системами непосредственного действия. При аккумуляровании льда разница темпера-



**Рисунок 2. Тренд потока патентной информации по системам охлаждения и хранения молока**

тур в начале цикла охлаждения и в конце составляет не более 6°C, а в традиционных системах достигает 34°C. При этом пиковые нагрузки, воздействующие на компрессор, снижены до минимума, и, как следствие, значительно увеличивается срок службы компрессорно-конденсаторного агрегата.

Еще один очень важный положительный момент заключается в том, что накопленный холод можно использовать не только для охлаждения внутренней емкости с молоком, но и для подключения внешнего теплообменника для первичного охлаждения молока. При этом молоко, поступаая в танк, будет иметь температуру +6-8°C, что полностью исключит проблему смешивания холодного и теплого молока. В этом случае не требуется расход чистой питьевой воды, так как система является замкнутой [5].

В то же время следует заметить, что описанные решения практически исчерпывают потенциал технических инноваций в области охлаждения молока. Такое заключение подтверждает и коэффициент  $b_1$  кривой, приведенной на рис.2, который определяет асимптотический уровень функции. В данном случае  $b_1 = 28$ , что соответствует накопленной частоте патентов за период с 1996 по 2008 гг. Таким образом, сегодня наблюдается период эскалации, то есть качественный скачок или реализация новых технических решений, позволяющих перейти к очередному уровню развития в сфере охлаждения и хранения молока. Одной из таких тенденций является применение тепловых насосов для использования их в совмещенных циклах тепло-хладоснабжения сельскохозяйственных объектов, в частности животноводческих ферм.

#### Модель 2. Системы навозоудаления

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$ , все параметры модели высокозначимы –  $p=0,000 << 0,05$  (табл. 5).

График модели и нарастающего потока патентов приведен на рис. 3.

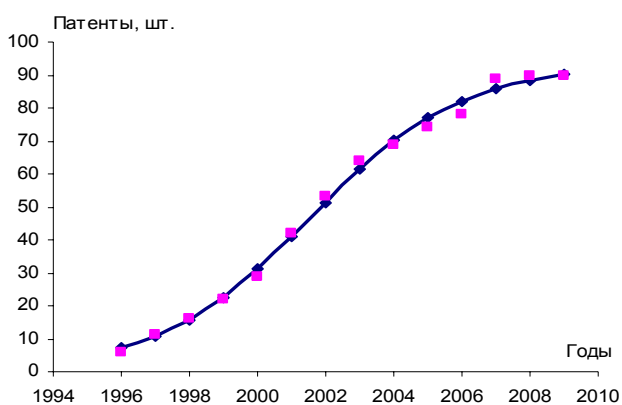


Рисунок 3. Тренды потоков патентной информации по системам навозоудаления

Как уже отмечалось ранее, по средствам удаления навоза наблюдается один из самых высоких потоков патентной информации в мире. Пик инноваций

в данной области пришелся на 2001-2003 годы. В это время получили развитие циклические скреперные установки. Принципиальное их отличие состоит в том, что скрепер выгребаает навоз в навозный канал, который может располагаться не только в конце коровника, но и в середине здания. Комби-скреперы и дельта-скреперы для решетчатых и бетонных полов поддерживают пол навозного прохода сухим и чистым, а, значит, обеспечивают содержание животных в комфортной санитарно-гигиенической обстановке. Кроме того, конструкция скреперов практически исключает возможность травматизма животных [6].

Тогда же получила распространение новая сплавная система навозоудаления по открытым проходам с расположенными на уровне крыши коровника баками для спуска жидкости и смыва навоза. Полуужидкий навоз подается к сепарирующему устройству, где отделяется жидкая фракция, которая закачивается в баки и повторно используется для смыва, а высушенная твердая фракция применяется в виде подстилки [7].

В то же время следует отметить, что проблемы удаления навоза изучены еще достаточно слабо. Поступающая информация содержит, в основном, сведения о разделении навоза на фракции, его утилизации, о снижении энергоемкости процесса, усилий на перемещения скреперов и т.д.

Анализ рис. 3 свидетельствует, что, начиная с 2007 года, произошел незначительный скачок кривой, связанный, на наш взгляд, с изменениями в вопросах навозоудаления, которые заключаются в новых формах содержания и обслуживания животных и методах эффективного его использования. Например, инновационным решением в свете требований экономики и экологии является использование высокоэффективной системы навозохранения в земляных лагунах со специальным пленочным покрытием или быстрорастворимых емкостях различной конфигурации со вспомогательным смесительным и насосно-нагнетательным оборудованием.

Таблица 5. Результаты оценки модели по системам навозоудаления

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	93,2	2,05	45,55	0,0000	88,7	97,8
$b_2$	-0,43	0,09	-4,71	0,0006	-0,63	-0,23
$b_3$	2,9	0,17	17,56	0,0000	2,6	3,3

Также новым словом является применение вакуумных универсальных прицепных агрегатов (свиперов), которые одновременно выполняют функции сбора, транспортировки и внесения навоза, либо малогабаритных самоходных агрегатов на резиновых гусеницах, оснащенных скребком для очистки навозных проходов и бункером для внесения подстилки в боксы.

**Модель 3. Доильные аппараты**

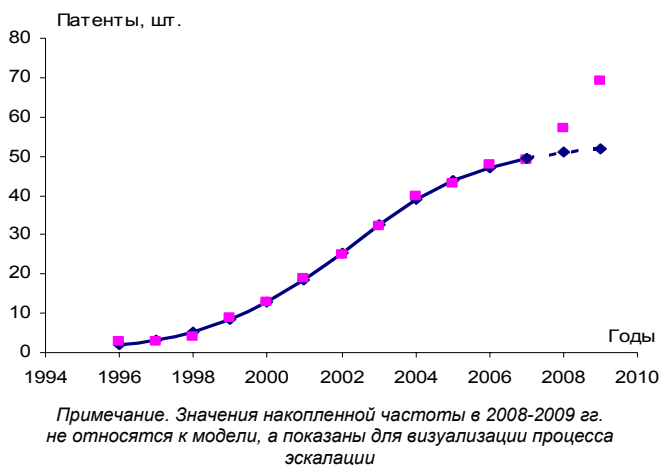
Предварительное изучение потока патентной информации позволило определить, что с 2008 года наблюдается резкий рост интенсивности исследований в указанной области. В этой связи автором был скорректирован временной лаг и выполнена оценка патентов в 1996-2007 гг., что позволило исключить из рассмотрения возможный новый период качественного развития. При этом также были изменены нормированные значения временного фактора.

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$ , все параметры модели высокозначимы –  $p=0,000 < < 0,05$  (табл. 6).

**Таблица 6. Результаты оценки модели по доильным аппаратам**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	53,2	1,21	43,86	0,0000	50,5	56,0
$b_2$	0,35	0,06	5,88	0,0002	0,21	0,48
$b_3$	2,9	0,13	22,08	0,0000	2,6	3,2

График модели за 1996-2007 гг. и нарастающего потока патентов приведен на рис. 4.



**Рисунок 4. Тренды потоков патентной информации по доильным аппаратам**

Из рис. 4 видно, что процесс нарастания потока информации по доильным аппаратам выглядел достаточно интенсивно в период с 2001 по 2004 гг. За рубежом в это время процесс нарастания потока наблюдался за счет отдельных усовершенствований и автоматизации доильных установок.

Например, получили развитие системы точного позиционирования доильного аппарата в соответствии с индивидуальными линейными промерами вымени и расположением сосков, устройства для стимуляции молокоотдачи и приспособления для «физиологического» выполнения заключительного этапа дое-

ния. Ведущие производители начали оснащать доильные установки системой автоматической промывки и дезинфекции подвесной части доильного аппарата после каждого доения устройствами контроля содержания соматических клеток.

Также проведены интенсивные разработки в части совершенствования конструктивных особенностей коллекторов в целях обеспечения стабильного отвода молока и поддержания уровня вакуума в доильных стаканах. Оборудование на основе таких решений обладает высокими эксплуатационными характеристиками и способствует предотвращению заболеваний сосков вымени инфекционными заболеваниями. В системе доения MultiLaktor коллектор вообще не предусмотрен, что обеспечивает значительное снижение массы подвесной части доильного аппарата, уменьшая тем самым нагрузку на вымя животного [8].

Начиная с 2008 года, произошел качественный скачок в области модернизации доильных аппаратов. Новой особенностью стало автономное доение каждой четверти вымени с автоматическим подбором технологических параметров доения (частота и соотношение тактов, величина вакуума, время доения) в зависимости от скорости молокоотдачи и величины удоя. После снижения молокоотдачи доильные стаканы снимаются индивидуально с каждой четверти [9].

Однако следует отметить, что процесс усовершенствования конструкций аппаратов, основанных на принципе вакуума, идет к насыщению. И, по-видимому, только оригинальные открытия в области физиологии доения вновь вызовут интенсивный рост патентного потока.

**Модель 4. Доильные залы**

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$  (табл. 7).

**Таблица 7. Результаты оценки модели по доильным залам**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	96,0	3,67	26,19	0,0000	88,0	104,1
$b_2$	-0,09	0,12	-0,75	0,4704	-0,36	0,18
$b_3$	2,7	0,22	12,14	0,0000	2,2	3,2

Аналогично случаю рассмотрения систем для охлаждения молока коэффициент  $b_2$  является не значимым и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 8.

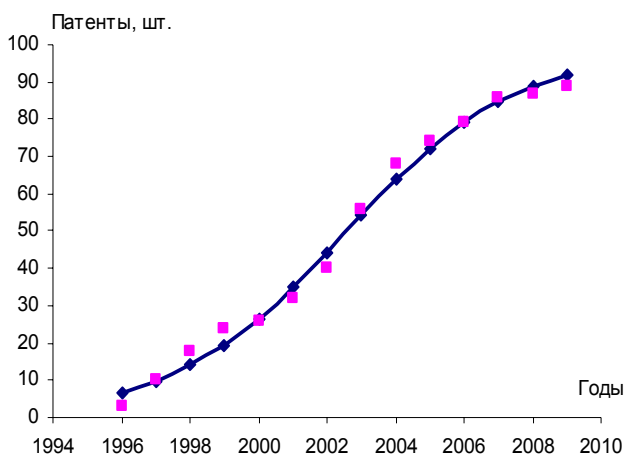
График для визуальной проверки точности соответствия модели наблюдаемым данным приведен на рис. 5.

Новый этап в развитии доильных установок, станков, пунктов и залов начался в 1999 году и в соответствии с приведенным графиком, должен быть завершен в 2010-2011 годах.



**Таблица 8. Результаты оценки скорректированной модели по доильным залам**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	98,7	1,65	59,96	0,0000	95,1	102,2
$b_2$	—	—	—	—	—	—
$b_3$	2,6	0,14	18,38	0,0000	2,3	2,9



**Рисунок 5. Тренды потоков патентной информации по доильным залам**

В Европе такая тенденция связана с подавляющим преобладанием беспривязного способа содержания скота. Основные новаторские решения в этом направлении были связаны с автоматизацией выполнения процесса, широким использованием микропроцессорной техники, а также модернизацией преддоильных помещений. В частности, интересными новациями являются выполнение преддоильной площадки-накопителя с подъемом до 12° (по отношению к залу), использование систем «автоподгона» (например, Cowminder 007-015), мытья и сушки животных [10].

Что касается самих доильных залов, практически все фирмы-производители занимались улучшением эргонометрических характеристик (компактное расположение органов и узлов управления, расширение зоны обзора, сокращение маршрута передвижения животного) установок типа «Елочка» или «Параллель», а также внедрением программ автоматизированного управления стадом. Наиболее наукоемкими решениями, реализованными ведущими производителями DeLaval, Westfalia, Lely являются инфракрасная идентификация животных, датчики двигательной активности и руминации, регулируемый пол UNIFLOOR, световые датчики и информационные табло в зале доения и т.п. [9].

Сегодня становится очевидным, что дальнейшие инновации в данном направлении возможны лишь в части модернизации существующих технических решений, их дальнейшей автоматизации и компьютеризации.

**Модель 5. Доильные роботы**

Полученная модель объясняет более 99% изменчивости. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$  (табл. 9).

**Таблица 9. Результаты оценки модели по доильным роботам**

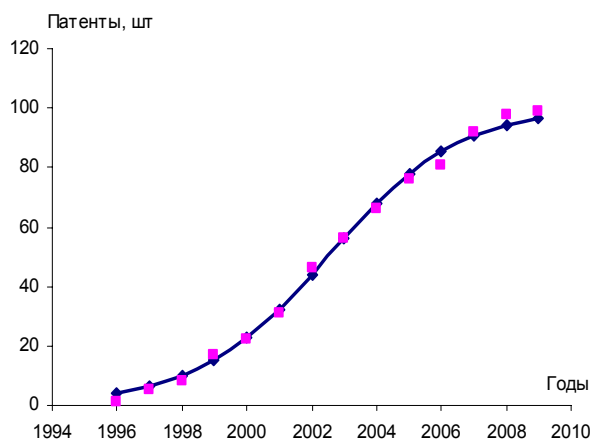
Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. Отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	103,9	2,54	40,87	0,0000	98,4	109,5
$b_2$	0,12	0,07	1,69	0,1198	-0,04	0,28
$b_3$	3,0	0,16	18,51	0,0000	2,7	3,4

Коэффициент  $b_2$ , как и в предыдущем случае, является не значимым и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 10.

**Таблица 10. Результаты оценки скорректированной модели по доильным роботам**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. Отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	100,5	1,26	79,93	0,0000	97,8	103,3
$b_2$	—	—	—	—	—	—
$b_3$	3,2	0,14	22,54	0,0000	2,9	3,5

График модели и нарастающего потока патентов приведен на рис. 6.



**Рисунок 6. Тренды потоков патентной информации по доильным роботам**

Первые коммерческие варианты доильных роботов появились в середине 90-х годов прошлого столетия. С тех пор и по настоящее время автоматические доильные системы продолжают совершенствоваться и активно использоваться во многих молочных хозяйствах различных стран. Организационно-технологические преимущества применения доильных роботов хорошо известны. Это, прежде всего, сокращение затрат труда на

обслуживание дойного стада в 3 и более раз. Во-вторых, высокая производительность, достигающая для однобоксовых систем 60-70 коров, при кратности доения до 6 раз в сутки. Использование роботизированной доильной техники позволяет доить животных не по строгому графику, регламентирующему выполнение всех технологических операций на ферме, а с биологически обоснованной кратностью в различные периоды лактации [11].

Предлагаемые доильные роботы имеют принципиально схожую конструкцию: в доильном боксе с автоматическим впуском и выпуском животных размещены кормушка для концентратов, электронный идентификатор, манипулятор для выполнения процесса доения, блок управляющих механизмов. Признанным мировым лидером в данной сфере является компания Lely (Голландия), представляющая на рынке доильные роботы серии Astronaut. Вне всякого сомнения, данные системы совершили настоящую революцию в молочной отрасли сельского хозяйства и являются комплексом инновационных технических решений: трехмерные перемещения манипулятора с системой сканирования, универсальная четырехтактная пульсационная система, компьютерная система управления фермой, система очистки. Иными словами, доильный робот – это гибкая модульная система, которая гарантирует качественное выполнение технологического процесса, практически, исключая влияние субъективного человеческого фактора [12].

В то же время необходимо отметить, что кривая потока патентной информации приближается к своему асимптотическому пределу, что свидетельствует о завершении инновационного цикла. Это подтверждает и поток новинок от фирмы Lely: Astronaut, Astronaut A3, Astronaut A3 Next, то есть идет модернизация системы без ее кардинального технического совершенствования.

В перспективе сохранятся тенденции улучшения автоматизированных систем на фоне острой конкуренции между фирмами-производителями данного оборудования. Однако, следующим этапом, на наш взгляд, будет являться разработка комплексных систем доения, кормления и управления стадом, которые обеспечат каждому животному свободный индивидуальный биологический цикл жизни.

**Модель 6. Мобильные кормораздатчики**

Полученная модель объясняет более 98% изменчивости. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,99$  (табл. 11).

**Таблица 11. Результаты оценки модели по кормораздаточным устройствам**

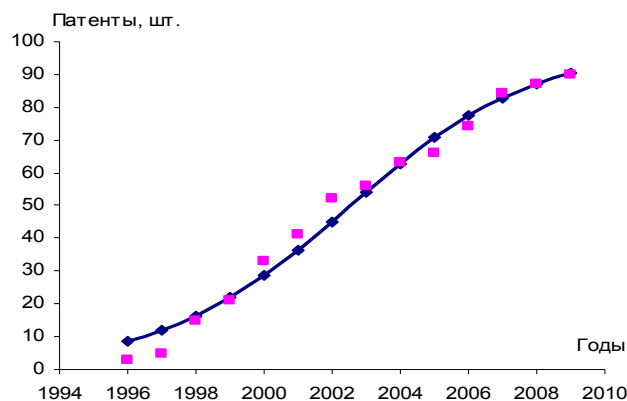
Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(b_2 - b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	91,9	4,29	21,43	0,0000	82,4	101,3
$b_2$	-0,26	0,17	-1,59	0,1404	-0,63	0,10
$b_3$	2,7	0,29	9,37	0,0000	2,1	3,3

Коэффициент  $b_2$  является не значимым вследствие превышения заданного уровня значимости  $p = 0,05$  и должен быть исключен из рассмотрения. Результаты оценки скорректированной модели приведены в табл. 12.

**Таблица 12. Результаты оценки скорректированной модели по кормораздаточным устройствам**

Модель: $N = b_1 / (1 + \exp(-b_3 X))$ .						
Уровень значимости: 95,0%						
	Значение	Станд. отклонение	t-значение	p-уровень	Дов. инт. ниж.	Дов. инт. верх.
$b_1$	99,2	2,21	44,98	0,0000	94,4	104,0
$b_2$	–	–	–	–	–	–
$b_3$	2,4	0,17	14,13	0,0000	2,0	2,7

График скорректированной модели и нарастающего потока патентов приведен на рис. 7.



**Рисунок 7. Тренды потоков патентной информации по кормораздаточным устройствам**

Рост исследований в области создания мобильных средств для приготовления и раздачи кормов начался с 1996 года при одновременном прекращении потока патентной информации по стационарным кормораздатчикам. Во многом это объясняется кардинальным изменением технологии содержания животных – переход на беспривязный способ.

Наибольший интерес вызывает применение мобильных многофункциональных агрегатов для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей. Использование данной системы кормления не только дало возможность оптимизировать рацион и полностью удовлетворить потребности животных в питании, повысить их продуктивность, но и комплексно механизировать на базе одной машины процессы загрузки, транспортировки, измельчения и смешивания кормов, взвешивания и дозированной раздачи.

Значительное число инноваций посвящено разработкам кормораздатчиков-смесителей с вертикальными шнеками для замены классического оборудования с горизонтальным расположением рабочих органов. Подобные решения были успешно реализованы в

широком спектре мощных самоходных и прицепных машин с объемом бункера до 50 м<sup>3</sup> [9].

Исходя из тенденции затухания логистической кривой, прогнозируется развитие кардинально нового направления, заключающегося в разработке полностью компьютеризированных мобильно-стационарных раздатчиков по принципу подвешенного конвейера на монорельсе, обеспечивающих унифицированно-групповую раздачу кормов в соответствии с физиологическими особенностями животных данной группы.

Логический анализ полученных материалов позволил разработать сценарий развития системы машин в молочном животноводстве и на его основе подготовить прогноз или предполагаемое развитие системы применительно к основным технологическим процессам.

### Выводы

#### *Охлаждение и хранение молока*

Реализация проекта по применению тепловых насосов для использования их в совмещенных циклах тепло-хладоснабжения сельскохозяйственных объектов, в частности, животноводческих ферм.

#### *Уборка и утилизация навоза*

В соответствии с прогнозной моделью в ближайшие 2-3 года продолжится реконструкция имеющихся животноводческих помещений путем активного внедрения скреперных систем навозоудаления. Одним из направлений совершенствования подобных систем является применение вакуумных универсальных прицепных агрегатов, собирающих навоз с помощью скреперов и вакуумных насосов.

Будут реализованы технологии вторичного использования навоза путем разделения его на фракции при помощи сепараторов. Получит развитие метод хранения навоза в лагунах или специальных растворимых емкостях.

#### *Доильные аппараты*

Автоматизация процесса доения: переход на автономное доение каждой четверти вымени с автоматическим подбором технологических параметров.

Новые оригинальные решения в области физиологии машинного доения, ведущие к кардинальным изменениям в конструкции доильных аппаратов, например, реализация технологии, основанной на исключении использования вакуума.

#### *Доильные залы*

Дальнейшее улучшение эргонометрических характеристик существующего оборудования. Внедрение систем компьютерного управления стадом, а также развитие высокоточных интегрированных систем для диагностики доильного оборудования, позволяющего комплексно исследовать пульсометрические и расходно-вакуумные характеристики.

#### *Доильные роботы*

Сохранение тенденций улучшения автоматизированных систем на фоне острой конкурентной борьбы между фирмами-производителями оборудования, развитие многобоксовых систем для крупных промышленных «мегаферм». Разработка комплексных систем доения, кормления и управления стадом, ко-

торые обеспечат каждому животному свободный индивидуальный биологический цикл жизни.

#### *Кормоприготовление и раздача кормов*

Модернизация мобильных многофункциональных агрегатов для приготовления и раздачи полнорационных кормовых смесей. Переход на техническое исполнение раздатчиков-смесителей с вертикальным расположением рабочих органов.

Разработка полностью компьютеризированных мобильно-стационарных раздатчиков по принципу подвешенного конвейера на монорельсе, обеспечивающих унифицированно-групповую раздачу кормов в соответствии с физиологическими особенностями животных данной группы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bozeman, B. (eds.). Evaluating R&D Impacts: Methods and Practice/ B. Bozeman, J. Melkers. – Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1993. – 304 p.
2. Прайс, Д. Малая наука, большая наука/ Д. Прайс // Наука о науке. – М.: Прогресс, 1966. – С. 281-384.
3. Statistica. Руководство по применению/ Т.3: Статистики II. – М.: StatSoft, 1995. – С. 3001-3062.
4. Передовые Европейские технологии для Российского производителя молока [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.euroagro.ru>. – Дата доступа: 14.06.2010
5. Танки-охладители молока. Введение [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://vsetanki.ru>. – Дата доступа: 14.06.2010
6. Новые технологии и надежные инновационные решения для молочного животноводства Беларуси// Белорусское сельское хозяйство, 2008. – №12. – С. 20-21.
7. Самосюк, В.Г. Производство и контроль качества молока в Израиле. Профессионализм и системный подход/ В.Г. Самосюк, В.О. Китиков// Белорусское сельское хозяйство, 2008. – №12. – С. 43-46.
8. Мишуров, Н. Приоритетные направления развития техники для молочного скотоводства за рубежом: сб. тр. ВНИИМЖ/ Н. Мишуров, т. 17// Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли, ч. 2. – Подольск, 2007. – С. 87-95.
9. Попков, Н.А. Основные тенденции и направления развития в животноводстве, кормопроизводстве, механизации сельского хозяйства по результатам выставки «EuroTier – 2006»/ Н.А. Попков, В.Г. Самосюк, Ф.И. Привалов// Белорусское сельское хозяйство, 2007. – №3. – С. 78-83.
10. Палкин, Г. Ресурсоэффективные решения производства молока на новой ферме / Г. Палкин // Белорусское сельское хозяйство, 2007. – №3. – С. 75-76.
11. Палкин, Г. Вторжение стальных дояров. Роботы для получения молока – ближайшая перспектива высокопродуктивных ферм страны / Г. Палкин// Белорусское сельское хозяйство, 2008. – №3. – С. 71-75.
12. Доильный робот Астронавт А3 – будущее доения в Беларуси// Белорусское сельское хозяйство, 2007. – №8. – С. 74-75.