

На правах рукописи



ХАЗАНОВ ВИКТОР ЕВГЕНЬЕВИЧ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА  
ПУТЁМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
СРЕДСТВ БЕСПРИВЯЗНОГО СОДЕРЖАНИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЯ  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации  
сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2011

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент  
**Гордеев Владислав Владимирович**

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор  
**Вагин Борис Иванович**

– кандидат технических наук  
**Брюханов Александр Юрьевич**

Ведущая организация – Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук

Защита состоится 26 мая 2011 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 006.054.01 при Государственном научном учреждении Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук по адресу: 196625, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филътровское шоссе, д. 3, ауд. 201, факс (812) 466-56-66, e-mail: nii@sp.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии

Автореферат разослан и размещен на сайте <http://www.sznii.ru> 21 апреля 2011 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета



Черей Н.Н.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** В последние годы в Российской Федерации проводится большая работа по модернизации молочных ферм, начатая в рамках национального проекта «Развитие АПК России» и продолжающаяся в соответствии с Государственной программой «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 гг.». На реализацию этой программы выделяются значительные финансовые ресурсы. Однако вкладываемые средства зачастую не дают должной отдачи вследствие необоснованного выбора технологических и технических решений модернизируемых ферм, несоответствия этих решений конкретным условиям хозяйства, современным требованиям молочного животноводства и охраны окружающей среды. В связи с этим, повышение эффективности производства молока путём совершенствования технологии беспривязного содержания и обслуживания животных является актуальной задачей.

Проведенные исследования являются составной частью выполняемого ГНУ СЗНИИМЭСХ задания 09.01.03 «Разработать машинные наукоёмкие технологии производства конкурентоспособных приоритетных групп продукции животноводства».

**Цель исследований** – повышение эффективности производства молока путем совершенствования технологии и технических средств беспривязного содержания и обслуживания крупного рогатого скота.

**Объекты исследований:** молочные фермы, технологии содержания и обслуживания крупного рогатого скота, технологическое оборудование, способы и средства механизации производственных процессов.

**Научную новизну работы** составляют:

- алгоритм и программы определения технологических параметров молочных ферм при изменяющихся исходных данных и с учётом множества факторов, условий и ограничений, имеющих место при модернизации ферм;
- графические и аналитические зависимости параметров стойлового оборудования для ремонтного молодняка от массы животных.

**Практическую значимость работы** представляют:

- программы определения технологических параметров молочных ферм, а также методы представления результатов расчётов в виде схем и циклограмм, дающих наглядную картину размещения и движения поголовья и значительно облегчающих планирование и контроль за перемещениями групп животных и своевременным проведением зооветеринарных мероприятий, что способствует повышению технологической дисциплины и поддержанию чёткого ритма работы отрасли;
- методика определения параметров стойлового оборудования по массе животных, которая позволяет исключить ошибки в выборе размеров боксов при разной интенсивности выращивания ремонтного молодняка и при разной продуктивности коров;

- технологические решения модульных коровников для нового строительства.

#### **Реализация результатов исследований:**

- программы определения технологических параметров молочных ферм используются ГНУ СЗНИИМЭСХ при разработке проектов модернизации ферм;

- стойловое оборудование с рекомендованными по результатам исследований параметрами производится на предприятии ООО “НПО «Каркас»”, смонтировано и успешно эксплуатируется в 21 хозяйстве в различных регионах Российской Федерации. Экономический эффект от внедрения стойлового оборудования составил на сегодня около 13 миллионов рублей;

- усовершенствованные шнековые конвейеры производятся на экспериментальных предприятиях ГНУ СЗНИИМЭСХ (изготовлено и поставлено в хозяйства свыше 100 комплектов);

- результаты исследований реализованы в многочисленных проектных предложениях и технологических проектах, на основе которых выполнены модернизация и новое строительство ферм в хозяйствах Архангельской, Владимирской, Вологодской, Воронежской, Калужской, Ленинградской, Липецкой, Новгородской, Псковской, Самарской, Тверской, Тюменской областей, Краснодарского, Хабаровского краёв, республик Карелия, Коми, Мордовия. За последние годы модернизировано свыше 60 молочных ферм, в том числе в Ленинградской области – 38 ферм.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены:

- научных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов (СПбГАУ, СПб, 2009 г., 2011 г.);

- международной научно-практической конференции «Экология и сельскохозяйственная техника» (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, СПб, 2009 г.).

**Публикации.** По материалам исследований опубликовано 17 печатная работа, в т.ч. три – в изданиях, рекомендованных ВАК, две монографии и один патент РФ.

#### **На защиту выносятся:**

- алгоритм определения технологических параметров модернизируемых молочных ферм;

- методика определения параметров стойлового оборудования для боксового содержания крупного рогатого скота;

- рекомендуемые технологические и технические решения для цехов лактации и предприятий в целом.

**Структура и объём диссертационной работы.** Диссертация изложена на 182 страницах основного текста, содержит 39 рисунков, 14 таблиц и 12 приложений. Список используемой литературы включает 75 наименований, в том числе 7 на иностранном языке. Работа состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка литературы и 12 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и основные положения работы, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Состояние вопроса и задачи исследований» рассмотрены характеристики коровы как средства производства молока и воспроизводства стада, особенности поведения крупного рогатого скота. Показано, что характеристики коровы и её потомства изменяются в очень широких пределах в зависимости от породы, пола, массы, возраста и фазы биологического цикла животного, что необходимо учитывать при формировании технологий содержания и обслуживания скота и разработке технологических и технических решений модернизируемых ферм.

На каждой из фаз биологического цикла животные предъявляют особые требования к условиям содержания, кормления, зооветеринарного обслуживания и т.п. Это обуславливает необходимость технологической специализации производства, в соответствии с которой на ферме выделяются производственный сектор, сектор выращивания ремонтного молодняка и сектор откорма. В каждом из указанных секторов выделяются специализированные цехи, продолжительность содержания животных в которых должна соответствовать длительности основных периодов биологического цикла.

Общепринято определять количество мест в цехах каждого из секторов методом оборота стада или в процентном отношении к поголовью коров на ферме. Однако эти методы не учитывают планировочных решений и размеров зданий и не обеспечивают ритмичного перемещения технологических групп животных, без чего невозможно соблюсти важное ветеринарное правило «пусто-занято», которое является необходимым условием для дезинфекций и санаций секций перед постановкой очередной группы животных.

В технологических, технических и планировочных решениях типовых молочных ферм выявлен целый ряд существенных недостатков, несоответствий зональным условиям, нарушений современных технологий содержания и обслуживания скота, а также требований охраны окружающей среды. При модернизации ферм все эти недостатки и несоответствия должны быть устранены.

На основании анализа состояния вопроса сформулированы следующие задачи исследований:

1. Усовершенствовать методику и разработать алгоритм определения технологических параметров молочных ферм.
2. Обосновать параметры стойлового оборудования и технологических модулей для беспривязно-боксового способа содержания коров и молодняка.
3. Обосновать технологические требования к способам и средствам механизации основных производственных процессов на молочных фермах.
4. Разработать технологические решения для молочных ферм различной производственной мощности и оценить эффективность предложенных решений.

**Вторая глава** «Методика определения технологических параметров молочных ферм» содержит характеристику общепринятых параметров, а также параметров, вошедших в практику относительно недавно. К таким параметрам, в частности, относятся:

- продолжительность периода содержания животных в данной секции  $\Pi_i$ , т.е. количество дней от момента поступления в эту секцию хотя бы одной головы скота до момента, когда из неё будет выведено последнее животное;

- продолжительность санации секции  $\mathcal{D}_i$  – число дней от момента полного освобождения этой секции до поступления первой головы очередной группы животных;

- продолжительность использования секций, или такт работы секций  $T_i$  – интервал между двумя следующими друг за другом поступлениями групп животных в эту секцию. Такт работы секции равен сумме продолжительности периода содержания в ней животных и продолжительности её санации  $T_i = \Pi_i + \mathcal{D}_i$ .

- темп комплектации  $m_i$  – количество голов животных, поступающих в цех в среднем в сутки;

- ритм комплектации  $P_i$  – интервал между двумя следующими друг за другом поступлениями в данный цех технологических групп животных. Чем меньше ритм комплектации, тем меньше разница в возрасте или физиологическом состоянии животных в одной технологической группе, тем более выровненной по составу будет группа, и тем легче её обслуживать.

- величина технологической группы животных  $z_{ci}$ , т.е. число животных, размещаемых в одной секции.

Величина технологической группы, темп и ритм комплектации секции, а также количество мест в ней находятся в тесной взаимосвязи и не могут выбираться произвольно. Чем больше темп комплектации, тем больше при заданном ритме будет величина технологической группы, и тем больше количество мест в секции.

Для успешной борьбы с инфекционными заболеваниями, секции животноводческих помещений при смене поголовья должны подвергаться санации. Это возможно только при соблюдении одного из основных правил промышленного животноводства – использования секций по принципу «пусто-занято». Для соблюдения этого принципа необходимо, чтобы длительность такта работы секций в каждом цехе удовлетворяла двум условиям. Во-первых, она должна быть кратной принятому ритму, т.е. содержать целое число ритмов:

$$T_i = C_i \cdot P_i, \quad (1)$$

где  $C_i$  – целое число.

Во-вторых, длительность такта должна быть больше продолжительности периода содержания животных в этом цехе:

$$T_i > \Pi_i. \quad (2)$$

Соблюдение указанных выше условий в секторе выращивания ремонтного молодняка и в секторе откорма не вызывает особых затруднений, т.к. период содержания животных в каждом цехе может колебаться в довольно ши-

роких пределах. Изменяя продолжительность периода в допустимых пределах  $\Pi_{imin} < \Pi_i < \Pi_{imax}$ , можно выбрать такой такт работы секций, который был бы кратен принятому ритму комплектации. При этом сумма продолжительностей всех периодов должна быть равна общей продолжительности цикла выращивания или откорма  $\sum \Pi_i = \Pi_{\Sigma}$ .

В производственном секторе обеспечить ритмичное движение технологических групп сложнее, особенно при реконструкции фермы. Это объясняется тем, что продолжительности периодов содержания коров в цехах лактации ( $\Pi_l$ ), подготовки к отёлу ( $\Pi_c$ ) и отёла ( $\Pi_o$ ) могут изменяться в ограниченных пределах, к тому же они связаны между собой и общей продолжительностью ( $M$ ) межотельного цикла выражением:

$$\Pi_l + \Pi_c + \Pi_o = M, \text{ дней}, \quad (3)$$

где  $30 \leq \Pi_c \leq 60$ , дней;  $7 \leq \Pi_o \leq 30$ , дней.

Порядок определения технологических параметров пояснён в работе на примере новой молочной фермы, цех лактации которой состоит из двух модульных коровников на 480 голов каждый.

В соответствии с алгоритмом, блок-схема которого приведена на рис. 1, сначала определяются параметры цехов производственного сектора, затем цехов сектора ремонтного молодняка и сектора откорма. Результаты расчётов сводятся в несколько компактных таблиц, содержащих основные параметры всех секторов, цехов и участков фермы. В этих таблицах, в частности, указывается количество поступивших в цех, выбракованных и переданных животных, вместимость цеха, количество и вместимость секций, количество кормодней, расход воды и подстилочных материалов, выход экскрементов и навоза по каждому из цехов фермы. Для секторов выращивания ремонтного молодняка и откорма, кроме этих параметров, указываются также возраст и масса животных при поступлении в цех и передаче из цеха. В таблицы могут быть включены данные о рационах кормления в каждом из цехов, что позволит рассчитать потребность в кормах по видам и по половозрастным группам животных.

Важно подчеркнуть, что предложенный метод позволяет соблюсти правило «пусто-занято», обеспечив ритмичное движение технологических групп животных по фазам биологического цикла, т.е. цехам и участкам фермы, чего нельзя сделать, пользуясь общепринятым методом оборота стада. Кроме таблиц результаты расчётов оформляются в виде схем и циклограмм, которые дают наглядное представление о размещении и движении поголовья, облегчают планирование и контроль за перемещениями групп животных, своевременным проведением зооветеринарных мероприятий, что способствует повышению технологической дисциплины и поддержанию чёткого ритма отрасли.

Модернизация фермы зачастую продолжается несколько лет. Выбор стратегии модернизации, очерёдности реконструкции или строительства тех или иных помещений с учётом ежегодного наращивания производства продукции, наличия финансовых ресурсов, возможностей выполнения строитель-





Как показал анализ, возможны всего 7 таких технологических модулей, отличающихся друг от друга расположением зон кормления, отдыха и дефекации животных (рис. 2). Модули М3, М5 и М7 могут иметь модификации, в которых фронт кормления примыкает к ограждению боксов со стороны кормонавозного прохода. Особенность модулей М3, М5, М7 и их модификаций состоит в том, что с помощью калиток секции легко делятся на две части, обслуживать которые можно поочередно. Это создаёт благоприятные предпосылки для механизации раздачи кормов, внесения подстилки и уборки навоза с помощью мобильного или передвижного комбинированного агрегата, состоящего из энергосредства, навесного навозоуборщика с изменяемой шириной захвата и кормораздатчика с приспособлением для внесения подстилки. Использование комбинированных агрегатов позволяет обойтись без специального проезда для трактора с кормораздатчиком. За счёт совмещения операций резко сокращается длительность пребывания агрегата в помещении. По данным хронометража продолжительность разовой раздачи кормов и уборки навоза в коровнике на 200 голов составляет 13 мин. Вся площадь помещения в этом случае эффективно используется животными. Кроме того, деление секций на две части позволяет существенно сократить площадь накопителя в доильном зале, поскольку коровы могут ожидать доения, находясь в одной из зон секции. Сокращаются также затраты труда и расход воды на мытьё накопителя, а следовательно, и количество навозосодержащих стоков, представляющих опасность для окружающей среды.

В зависимости от ширины и конструктивной схемы помещения в нём можно разместить один, два и более модулей, или их сочетаний. Расчёты показывают, что, если, например, используются два смежных модуля, то возможны 45 различных вариантов планировки помещения.

Общая ширина модуля зависит от размеров и количества технологических элементов, входящих в модуль.

Длина секции  $L$  для размещения одной технологической группы определяется количеством  $n$  и шириной  $m$  боксов, числом их рядов в технологическом модуле, а также количеством боксов, замещённых проходами в зону кормления и на выгул:

$$\text{- для модуля М1: } L = m \cdot (n + 1) \quad (4)$$

$$\text{- для модуля М2: } L = m \cdot (n + 10)/2 \quad (5)$$

$$\text{- для модуля М3 и его модификации М3*: } L = m \cdot (n + 6)/2 \quad (6)$$

$$\text{- для модуля М4: } L = m \cdot (n + 11)/3 \quad (7)$$

$$\text{- для модуля М5 и его модификации М5*: } L = m \cdot (n + 15)/3 \quad (8)$$

$$\text{- для модуля М6: } L = m \cdot (n + 20)/4 \quad (9)$$

$$\text{- для модуля М7 и его модификации М7*: } L = m \cdot (n + 16)/4 \quad (10)$$

Для того, чтобы рационально разместить технологическое оборудование при беспривязно-боксовом содержании скота в имеющемся здании, нужно «наложить» приведенные на рис. 2 технологические модули для данного вида и возраста животных на поперечное сечение здания, вычерченное в том же

масштабе, что и модули. При этом нужно выбрать такой модуль или такое их сочетание, чтобы промежуточные опоры здания не попали в навозные и кормонавозные проходы, а также в проезды для кормораздатчика.

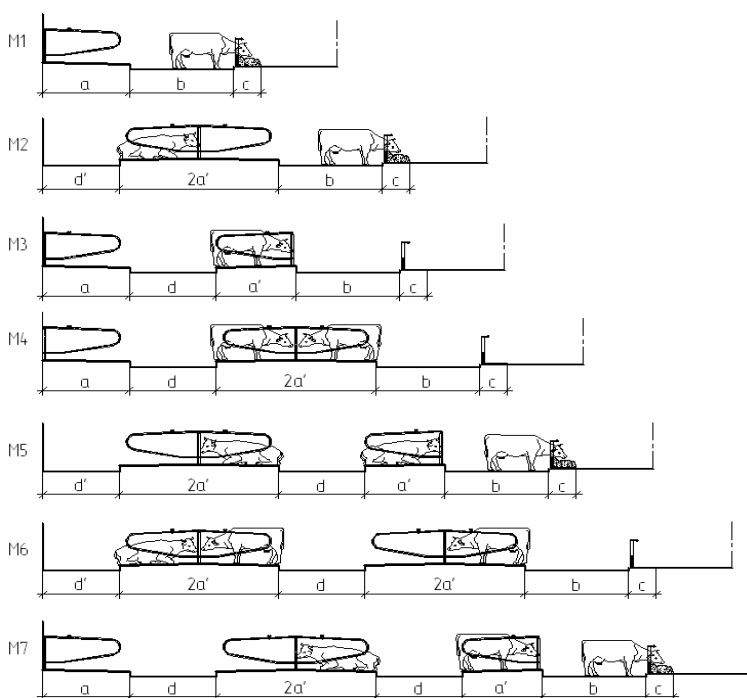


Рис. 2. Технологические модули для беспривязно-боксового способа содержания коров:

$a$  – длина пристенного (закрытого с торца) бокса;  $a'$  – длина открытого бокса (вследствие особенностей поведения крупного рогатого скота при вставании длина пристенного бокса должна быть несколько больше, чем открытого:  $(a' = 0,9 \cdot a)$ ;  $b$  – ширина кормонавозного прохода;  $c$  – ширина кормовой зоны;  $d$  – ширина навозного прохода между двумя смежными рядами боксов;  $d'$  – ширина навозного прохода для одного ряда боксов:  $(d' \approx 0,9 \cdot d)$

Параметры боксов, рекомендуемые действующими нормами, не соответствуют требованиям высокопродуктивных животных, что отрицательно сказывается на продолжительности их отдыха и, как следствие, на продуктивности. Обобщив имеющиеся отечественные и зарубежные данные, в работе приведены рекомендуемые параметры боксов для коров разной массы.

В действующих нормах и во многих литературных источниках размеры боксов для молодняка приведены по возрастным группам животных и варьируют в очень широких пределах. Связанные с этим ошибки в определении па-

раметров боксов приводят к травматизму животных, росту затрат труда и средств на их выращивание.

В связи с этим были проведены исследования зависимости промеров молодняка от их массы. Промеры выполнялись в среднем по показателям хозяйства – ОАО ПЗ «Красногвардейское» Гатчинского района Ленинградской области в соответствии с методикой промеров скота. На основании полученных данных построены интегральные кривые роста (рис. 3) и графики изменения таких параметров, как высота в холке, косяя длина туловища, высота до шеи, ширина спины в зависимости от массы животных (рис. 4). По результатам этих исследований параметры боксов для молодняка предложено определять в два этапа. Сначала в зависимости от уровня интенсивности откорма, принятого в хозяйстве, по одной из интегральных кривых роста живой массы (рис. 3) определяют возрастные границы каждой из фаз цикла выращивания.

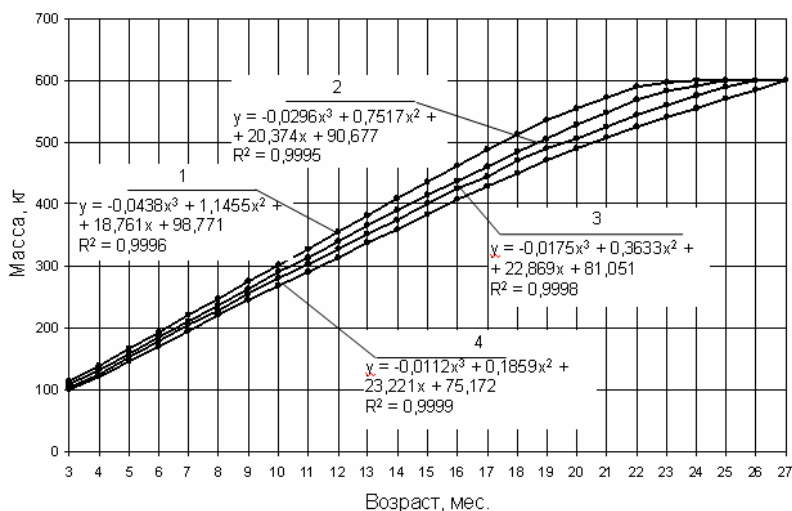


Рис. 3. Интегральные кривые роста живой массы молодняка при выращивании коров-первотелок с отёлом в 24 (1), 25 (2), 26 (3), 27 (4) мес. (живая масса при отёле 600 кг)

Затем, пользуясь зависимостями размеров бокса от живой массы (рис.5), и зная массу животных в начале и в конце каждой фазы, находят соответствующие этим фазам длину и ширину боксов. Определение параметров боксов по массе, а не возрасту животных, позволяет исключить ошибки, обусловленные разной интенсивностью выращивания молодняка.

В третьей главе обоснованы также основные технологические требования к способам и средствам механизации кормления скота, доения коров и навозоудаления и рекомендации по их выбору.

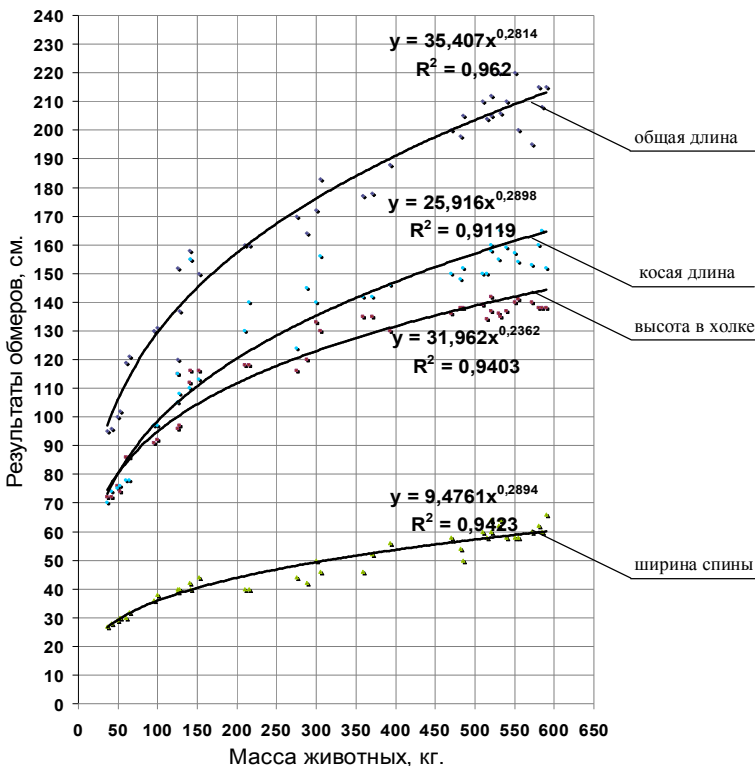


Рис. 4. Графики зависимости обмеров животных от их массы

1. При кормлении скота по кормовым классам тип и габариты кормораздатчика, кратность кормления, конструкция и размеры кормовых проездов, а также планировка и вместимость помещений тесно взаимосвязаны, что требует взвешенного подхода в каждом конкретном случае. Бункер кормораздатчика должен вмещать количество корма, необходимого для разового кормления животных одного кормового класса с максимальным рационом:

$$V \geq \frac{\Gamma_{max} \cdot q_{max}}{1000 \cdot \gamma}, \text{ м}^3 \quad (11)$$

где  $\Gamma_{max}$  – количество коров, получающих максимальный рацион, гол;  
 $q_{max}$  – масса кормов максимального рациона, кг;  
 $\gamma$  – объёмная масса кормосмеси, т/м<sup>3</sup>.

Количество циклов работы кормораздатчика для разового кормления поголовья равно количеству принятых на ферме кормовых классов.

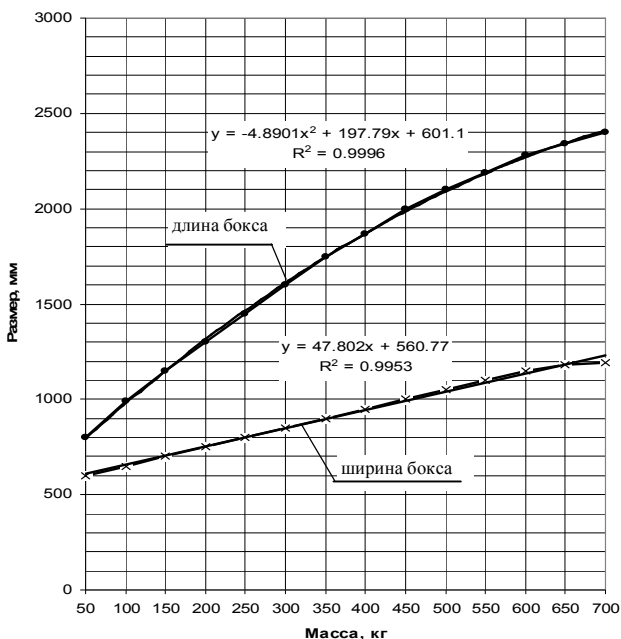


Рис. 5. Зависимость длины и ширины боксов от живой массы животных

В целях автоматизации учёта и регистрации расхода кормов и сокращения продолжительности процесса кормления животных на крупных фермах предложено использовать разработанные кормосмесительные пункты и взвешивающий смеситель-дозатор концентратов и добавок.

2. Увеличение относительной влажности навоза всего на несколько процентов, вследствие разбавления его водой или стоками, приводит к многократному увеличению получаемой на ферме навозной массы (рис. 6), а следовательно, объёмов и стоимости навозохранилищ, затрат на доставку и внесение навоза при одновременном снижении его удобрительной ценности. Для сокращения расхода воды на технологические нужды следует отдавать предпочтение подстилочному методу содержания скота и использовать разработанные технико-технологические решения доильных залов, животноводческих помещений и линий навозоудаления.

Разделение жидкого навоза с последующей ферментацией твёрдой фракции позволяет обеспечить животных достаточным количеством обеззараженной подстилки и, таким образом улучшить условия их содержания в хозяйствах с дефицитом подстилочных материалов. Разделение навоза сокращает объём и стоимость хранилищ жидкой фракции для систем навозоудаления с разбавлением стоками на 15-21%, а для систем без разбавления стоками

- на 21-30%. Оно также облегчает транспортирование жидкой фракции насосами, перемешивание в хранилищах и внесение в почву, как мобильными машинами, так и стационарными установками.

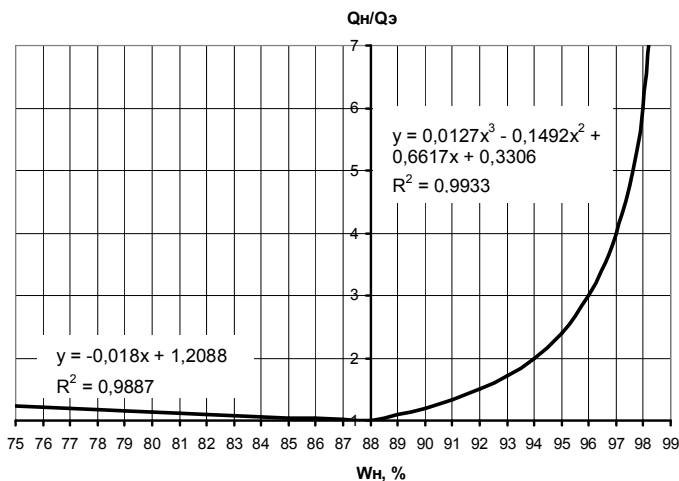


Рис. 6. Соотношение количества экскрементов и навозной массы в зависимости от её влажности

**В четвертой главе** «Объемно-планировочные решения для цеха лактации» на основе ранее перечисленных требований, используя предложенные технологические решения, были разработаны проекты модульных коровников на различное поголовье дойного стада (рис. 7), позволяющие решить проблему выравнивания технологических групп по фазам лактации, ритмичности движения стада с учетом дней на санацию секций, кормления каждой группы строго в соответствии с кормовыми классами.

Из приведенного в приложении расчета и циклограммы для фермы на 960 дойных коров видно, что сформированные технологические группы имеют ритм 21 день. Все перемещения производятся в одни и те же дни недели, при этом предусматриваются дни на санацию каждой секции. Сформированные технологические группы передвигаются из секции в секцию без изменения состава, что исключает стрессы у животных. Кроме того, уменьшение размеров технологических групп позволяет в два раза уменьшить размер накопителя доильного зала, что в свою очередь снижает расход воды на мытье площадки. А это в свою очередь позволяет сократить общий объем навозных стоков и размеры навозохранилища.

Разработанный ряд модульных ферм представлен в таблице 1.

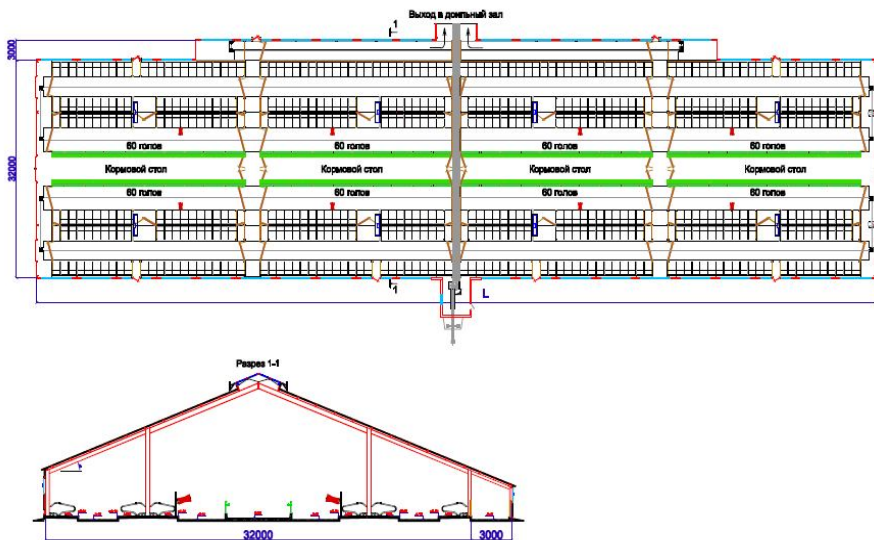


Рис. 7. Модульный коровник для нового строительства.

Таблица 1.

Размерный ряд модульных ферм на основе модульных коровников

Показатели	Поголовье фуражных коров, гол.							
	460	580	620	920	1160	1860	2320	2480
Длина здания $L$ , м	102	120	132	102	120	102	120	132
Количество зданий	1	1	1	2	2	4	4	4
Коров в цехе лактации, гол.	384	480	512	768	960	1536	1920	2048
Величина группы, голов	48	60	64	48	60	96	120	128
Количество секций	8	8	8	16	16	16	16	16
Ритм движения биологического конвейера, дней	42	42	42	21	21	21	21	21
Доильный зал, станков	2×12	2×12	2×16	2×16	2×20	2×2×16/ «карусель»	2×2×24/ «карусель»	«карусель»
Продолжительность доения, ч	3,9	4,0	3,5	5,3	5,3	5,3/4,0	4,5/4,3	4,6
Количество дояров	2	2	2	2	3	6/3	6/3	3

**В пятой главе** «Реализация результатов исследований и оценка экономической эффективности внедрения предлагаемых технологических решений» сформулированы основные результаты работы, приведены сведения об их реализации в производстве и экономической эффективности. В сжатом виде эта информация изложена в разделе «Общая характеристика работы».

Как показала практика, модернизация ферм на основе разработанных технологических и технических решений обеспечивает повышение продуктивности животных на 7-15%, сокращение удельного расхода кормов на 5-7%, улучшение условий труда животноводов и повышение его производительности в 2-3 раза. Затраты на модернизацию в зависимости от состояния реконструируемых зданий и инфраструктуры фермы окупаются в течение 5-8 лет.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработаны алгоритм и программы расчета параметров фермы, позволяющие учитывать темп движения биологического конвейера на ферме (переход животных из одной фазы биологического цикла в другую), ритм комплектования групп, продолжительность содержания животных в каждом секторе, а также продолжительность кормления по кормовым классам.

2. Для соблюдения одного из основных зоотехнических правил – использования секций по принципу «пусто-занято» для дезинфекции, санации и ремонта секций перед заполнением их очередной группой животных, необходимо, чтобы такт работы секций был,

во-первых, кратным ритму заполнения секций:

$$T_i = C_i \cdot P_i,$$

где  $C_i$  – целое число;

во-вторых, больше продолжительности периода содержания животных в данном цехе:

$$T_i > P_i.$$

3. Разработанные алгоритм и программы определения технологических параметров, а также методы представления результатов расчётов в виде схем и циклограмм, позволяют не только определять рациональные размеры цехов и фермы в целом с учётом множества факторов, условий и ограничений (в том числе и экологических), но и управлять эффективностью работы предприятия, сравнивая фактические показатели с расчётными.

4. Установлены семь технологических модулей боксового содержания КРС, представлены аналитические выражения для расчета каждого из них, которые позволяют определять возможную технологическую планировку для зданий любой конфигурации.

5. Разработана методика определения параметров бокса на основе экспериментальных исследований зависимости промеров ремонтного молодняка КРС от их массы и интегральных кривых роста молодняка. Разработанная методика определения параметров стойлового оборудования позволяет исключить ошибки в выборе размеров боксов при разной интенсивности выращивания ремонтного молодняка.

6. Кормление скота на молочных фермах должно осуществляться по кормовым классам. Бункер кормораздатчика должен вмещать количество кормов за раздачу, необходимых для коров одного класса с максимальным рационом.



7. Производительность доильной установки должна обеспечивать выдаивание всего стада за время, не превышающее 5 часов. В случае использования установок циклического действия («Елочка» или «Параллель») технологические группы должны быть кратны половине вместимости доильной установки.

8. Для сокращения общих затрат на хранение и переработку навоза при выборе технологических решений и средств механизации следует стремиться к сокращению количества воды, попадающей в навоз. Получаемый при этом полужидкий навоз целесообразно транспортировать с помощью шнековых конвейеров.

9. Использование предложенных технологических решений модульных коровников в цехе лактации позволяет организовать ритмичное движение групп с учетом санации секций, обеспечивает кормление животных строго в соответствии с кормовыми классами, облегчает работу по зооветеринарному обслуживанию коров, снижает выбраковку животных, уменьшает общее количество навозных стоков.

10. Разработан типоряд модульных коровников, позволяющий проектировать фермы различной мощности, сохраняя при этом оптимальным размер технологических групп и их ритмичное движение.

11. Реализация проектов с использованием модульных коровников приносит существенный экономический эффект. Например, в ОАО ПХ «Ильинское» Республики Карелия после ввода новых модульных коровников достигнуто увеличение продуктивности на 60 л/гол. при неизменных затратах на корма, сокращение численности работающих на 27%, удельных затрат труда на 18%, снижение удельных затрат электроэнергии на 11,4%. Ожидаемый срок окупаемости капиталовложений составляет 7 лет.

#### **Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Метод систематизации технологий содержания и обслуживания крупного рогатого скота / Вестник ФГОУ ВПО МГАУ, № 1, 2009. – С. 46-49.

2. Хазанов Е.Е., Хазанов В.Е. Выбор системы навозоудаления на молочных фермах. Сельский механизатор, № 10, 2010. – с. 23-24.

3. Хазанов В.Е., Гордеев В.В., Хазанов Е.Е. Современные тенденции в технологиях уборки и обработки навоза на молочных фермах // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Ежеквартальный научный журнал № 20, 2010. – С. 342-347.

4. Патент № 2270560 Российская Федерация, МПК А01К5/02 Питатель стебельного корма / Сорокин В.В., Хазанов Е.Е., Хазанов В.Е.; заявитель и патентообладатель Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 2004117681/12; заявлено 10.06.2004; опубликовано 27.02.2006, Бюл. № 6.

5. Рекомендации по модернизации и техническому перевооружению молочных ферм. – Е.Е. Хазанов, Е.П. Ревякин, В.Е. Хазанов, В.В. Гордеев. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 126 с.

6. Гордеев В.В., Гордеева Т.И., Мороз А.К., Сорокин В.В., Хазанов Е.Е., Хазанов В.Е. Регистр технологий и техники для молочного животноводства Ленинградской области. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2007. – 98 с.

7. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Модернизация молочных ферм. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. 2008. – 380 с.

8. Попов В.Д., Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Научные принципы экологически безопасного функционирования системы «животное-растение». / Материалы 6-й международной научно-практической конференции «Экология и сельскохозяйственная техника», Том 1 // ISBN 978-5-88890-060-4 (Т.3.) - СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ, 2009. – С.95-101.

Ртп. СЗНИИМЭСХ Заказ № 94      Подписано к печати 20.04.11 г.  
Объем 1,2 печ.л.      Тираж 75 экз.