

УДК 728.9 (571.1/.5)

*ЛИХАЧЁВ ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ, канд. архитектуры, доцент,
lixachev@ngaha.ru*

*МОЛОДИН ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ, докт. техн. наук, доцент,
molodin@ngaha.ru*

*Новосибирская государственная архитектурно-художественная
академия,
630099, г. Новосибирск, Красный проспект, 38*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ В СИБИРИ

Рассмотрены основные тенденции развития архитектурных и конструктивно-технологических решений животноводческих ферм для крупного рогатого скота, строящихся в Сибири с использованием наиболее передовых технологий содержания животных. Приведены результаты технико-экономического анализа принимаемых технических решений. Установлено, что в отличие от сложившегося стереотипа наиболее экономично, долговечно и вдвое быстрее строительство животноводческих помещений с применением стального каркаса, сэндвич-панелей и утеплённой мембранной кровли по стальному профнастилу.

Ключевые слова: архитектурно-планировочные решения; фермы; современные строительные технологии; конструктивные решения; быстровозводимые здания.

*EUGENI N. LIKHACHEV PhD, A/Professor,
lixachev@ngaha.ru*

*VLADIMIR V. MOLODIN, DSc, A/Professor,
molodin@ngaha.ru*

*Novosibirsk State Academy of Architecture and Fine Arts,
38, Krasnyi Ave., 630099, Novosibirsk, Russia*

THE IMPROVEMENT OF ARCHITECTURAL DESIGN OF CATTLE FARMS IN SIBERIA

The paper describes major tendencies in architectural design of cattle farms constructed in Siberia using the advanced technologies. The results of the feasibility study are presented for engineering design solutions. It is shown that unlike the set pattern, the construction of farms will be more efficient, durable, and quicker with the use of steel frame, sandwich panels, and heat-insulated membrane roof applied to steel profiled sheeting.

Keywords: architectural design; farm; advanced construction technology; design solution; quick construction.

Введение

Повышение продуктивности животноводческих комплексов требует внедрения в производство новых эффективных технологий и, соответственно,

трансформацию объёмно-планировочных решений для животноводческих ферм крупного рогатого скота (КРС). Традиционно для сельскохозяйственного строительства использовались местные материалы и соответствующие технологии их переработки, что не позволяет сегодня строить просторные коровники.

Как показывает опыт, наиболее перспективным является беспривязное содержание животных в большепролётных коровниках ангарного типа. Подобное строительство невозможно без использования дорогостоящих высокоиндустриальных конструкций – клеёных деревянных рам, предварительно напряжённых железобетонных конструкций, стальных ферм и балок. Однако, несмотря на высокую стоимость, такие конструкции позволяют решить поставленную задачу, а их доказанная эффективность в других видах строительства даёт основания предполагать, что их применение для обеспечения больших пролётов помещений для КРС будет ещё и экономичным [1].

Опыт строительства в Сибири большепролётных коровников даёт возможность всесторонне оценить преимущества и недостатки индустриальных конструктивно-технологических решений, обосновать направления развития строительства для таких животноводческих помещений и на основании вновь полученных результатов разработать рекомендации для проектирования современных высокоэффективных помещений для содержания крупного рогатого скота в сибирских условиях.

В предложенной работе авторы знакомят читателя с объёмно-планировочными решениями, принятыми в практике проектирования и строительства животноводческих ферм для КРС, применяющимися конструктивно-технологическими решениями и, анализируя практический опыт строительства и предложенные проектные решения, показывают наиболее эффективные направления развития.

Особенности объёмно-планировочных решений для животноводства

Физиологические условия содержания крупного рогатого скота, наряду с племенным делом и кормлением, обуславливают высокую молочную продуктивность животных и экономическую эффективность ведения хозяйства. Целью реконструкции существующих или строительства новых животноводческих помещений должно быть создание оптимальных условий для содержания животных. Каждая проектируемая ферма крупного рогатого скота имеет специфические местные природно-климатические условия, финансовые и другие ресурсные возможности, которые необходимо учитывать при выборе технологических и технических решений.

Мировая и современная российская практика производства молока показывает, что содержание скота в условиях беспривязного содержания максимально соответствует физиологии животных. Поэтому в разработке технологического проекта беспривязное содержание будет представлять основную форму содержания крупного рогатого скота.

В производственной практике существуют три функциональные модели животноводческих ферм:

– ферма по производству молока;

- ферма по производству молока и выращиванию ремонтных телок;
- ферма по производству молока и говядины с законченным производственным циклом.

Эти модели предприятий в процессе производства требуют применения передовых технологий и оснащения современным оборудованием. Основной тенденцией в архитектурно-планировочных решениях схем генеральных планов животноводческих ферм и комплексов для крупного рогатого скота является разделение технологических циклов на специализированные производственные площадки. В производстве они соединены только технологическими линиями, имея самостоятельные объекты с автономной системой инженерного обслуживания.

Используя технологический подход по организации производственного процесса животноводческих ферм для КРС, авторы предлагают три типа функционально-планировочных решений при формировании производственных территорий на генеральных планах:

1. Освоение трехплощадочного производства, основанного на реконструкции или новом строительстве товарных крупных комплексов для КРС мощностью 1600 и более коров. Основным направлением является перевод из старых помещений цеха содержания дойных коров и телят до 6 месяцев с родильным отделением в новые высокомеханизированные фермы. Размещение цехов содержания ремонтного и откормочного молодняка производить в имеющихся в хозяйстве или вновь проектируемых (по необходимости) помещениях. Следовательно, схема генерального плана будет представлять собой не единую ограниченную территорию, а рассредоточенную, со специализированными производственными площадками.

2. Освоение кооперированного одноплощадочного или двухплощадочного производства основано на реконструкции или новом строительстве животноводческих ферм для КРС мощностью 800–1200 коров. В этом случае при новом строительстве молочно-товарная ферма и ферма по выращиванию ремонтных телок и нетелей будут размещаться на одной территории главного предприятия, а при реконструкции – на расстоянии друг от друга в зависимости от существующих помещений. Откорм крупного рогатого скота может быть рассредоточен на крестьянских фермерских хозяйствах или передан населению в личные подсобные хозяйства.

3. Освоение одноплощадочного производства основано на реконструкции или новом строительстве ферм по производству молока и говядины с полным производственным циклом мощностью 300–600 коров. Схема генерального плана будет представлять единую площадку с соблюдением санитарного разрыва между молочной фермой и откормом молодняка.

В данных типах архитектурно-планировочных решений можно выделить следующие особенности:

- узкую специализацию предприятий, расположенных на расстоянии друг от друга, чтобы избежать серьезных последствий загрязнения окружающей среды и отрицательного влияния биологических факторов на здоровье и продуктивность животных;

– принципиально новый подход при проектировании и строительстве предприятий КРС, который обеспечит поэтапный ввод производственных помещений в эксплуатацию и более быструю их окупаемость.

Все три типа предприятий КРС необходимо базировать на ресурсосберегающих технологиях нового поколения.

Обоснование конструктивно-технологических решений помещений для содержания животных

Основные требования к строительству современных животноводческих комплексов для крупного рогатого скота средней мощности – скорость и экономичность. Для этого нужно из существующего арсенала строительных технологий и конструкций выбрать наиболее эффективные, более полно отвечающие этим требованиям.

Традиционно для строительства животноводческих помещений использовались местные материалы: древесина, кирпич, сборный железобетон и соответствующие технологии. Считалось, что использование местных материалов позволяет снизить затраты на строительство [2]. И если рассматривать примитивное строительство, когда можно обойтись неквалифицированной местной рабочей силой, это действительно так.

Если внимательно оценить имеющееся, то оказывается, что выбор не так и велик (таблица). При этом каждая из рассматриваемых технологий имеет свои преимущества и недостатки.

Технологии и материалы, традиционно используемые при строительстве ферм КРС

Технологии строительства и материалы (конструкции)	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Из деревянного бруса или кругляка с деревянным перекрытием, утеплением и мягкой кровлей или асбоцементом по деревянным балкам	1. Хорошая теплоизоляция 2. Комфортный микроклимат	1. Малые пролёты 2. Быстрое разрушение вследствие гниения 3. Большая трудоёмкость при строительстве
Из кирпича с перекрытием асбоцементом или ж/б плитами по деревянным/металлическим фермам или балкам с утеплённой мягкой кровлей	1. Хорошая теплоизоляция 2. Комфортный микроклимат 3. Долговечно	1. Малые пролёты 2. Большая трудоёмкость при строительстве 3. «Мокрые» процессы, усложнение работ зимой 4. Проблемы с гигиеной
Из монолитного керамзитобетона с перекрытием асбоцементом или ж/б плитами по бетонным/металлическим балкам с утеплённой мягкой кровлей	1. Долговечно 2. Достаточно индустриально	1. Сыро, некомфортно 2. Большая трудоёмкость и стоимость строительства 3. «Мокрые» процессы, усложнение работ зимой 4. Проблемы с гигиеной

Окончание таблицы

Технологии строительства и материалы (конструкции)	Преимущества	Недостатки
1	2	3
С каркасом из железобетонных рам и ограждающими конструкциями из керамзитобетонных панелей и кровлей из ребристых ж/б плит с утеплением и мягкой кровлей	1. Долговечно 2. Высокая степень индустриализации	1. Сыро, некомфортно 2. Высокие требования к вентиляции 3. Высокая стоимость строительства 4. Проблемы с гигиеной
С каркасом из клеёных деревянных рам и ограждающими конструкциями стен и перекрытий из утеплённых деревофанерных панелей и мягкой кровлей	1. Хорошая теплоизоляция 2. Комфортный микроклимат 3. Высокая степень индустриализации	1. Высокая опасность гниения конструкций 2. Высокие требования к вентиляции 3. Высокая стоимость строительства
С каркасом из металла и ограждающими конструкциями из сэндвич-панелей либо панелей поэлементной сборки и кровлей из профнастила с утеплением и кровлей из полимерной мембраны	1. Большие пролёты 2. Хорошая теплоизоляция 3. Комфортный микроклимат 4. Высокая стойкость к агрессивной среде 5. Высокая степень индустриализации 6. Разумная стоимость строительства	1. Высокие требования к вентиляции

В современном животноводстве наиболее передовым считается беспривязное содержание поголовья в коровниках с групповыми и индивидуальными боксами, содержание телят на свежем воздухе в индивидуальных домиках, электронный менеджмент стада, сбалансированные рационы и технологии кормления. Анализ практики строительства животноводческих комплексов, построенных в Сибири с использованием передовых технологий, показывает, что наиболее перспективными являются животноводческие комплексы ангарного типа. Примером служат построенный по проекту фирмы Stein Baum и введённый в эксплуатацию в 2012 г. молочный комплекс на 1800 голов в селе Пеньково Маслянинского района Новосибирской области, и первая очередь автоматизированного животноводческого комплекса на 2100 коров элитных пород в п. Ваганово Кемеровской области. В вагановском комплексе большой однопролётный коровник на 625 голов размером 33 на 152 метра и специальная вентиляция обеспечивают комфортное содержание коров, а конструкции из дерева – оптимальный микроклимат без конденсата и излишней влажности. Здесь используются технологии роботодоя, интеллектуальные скребки навозоудаления, каучуковые матрацы для лежанок, автоматические щетки для чистки коров и другие перспективные технологии.

Переход от преобладавшей до середины 70-х гг. прошлого века строчной павильонной застройки к моноблочной в конце 80-х гг. завершился широким

строительством животноводческих комплексов ангарного типа в настоящее время [3]. Изложенный выше опыт строительства и эксплуатации в Сибири комплексов для крупного рогатого скота наглядно показывает преимущества беспривязного содержания крупного рогатого скота в большепролётных коровниках. Надои на одну корову достигают здесь 9000 кг молока в год.

Для строительства современных животноводческих комплексов средней мощности необходимы новые строительные технологии, позволяющие быстро, качественно, с минимальным привлечением рабочей силы и строительной техники возводить такие здания. Многодельные и затратные технологии строительства животноводческих помещений для крупного и среднего товарного производства из древесины, кирпича и монолитного бетона, несмотря на некоторые их безусловные преимущества, уходят в прошлое [4].

Наиболее полно современным требованиям соответствует технология строительства полнокомплектных быстровозводимых зданий. Главным элементом быстровозводимых зданий является несущий каркас. Сегодня, как отмечалось выше, для строительства коровников используют, как правило, металлические каркасы, железобетонные рамы, несущие клеёные деревянные конструкции и кирпич либо сочетание этих материалов и конструкций. Практикой установлено, что требованиям современных технологий содержания животных наиболее соответствуют пролёты несущих конструкций 17, 21, 24, 26, 28, 32 м с сеткой опор 17×3; 21×6; 24×6; 26×6; 28×6; 32×6 м на основе промышленных изделий, обеспечивающие оптимальное использование производственной площади (более 90 %). Поэтому для выявления подходов к строительству помещений для КРС, наиболее экономичных с точки зрения технологии строительства, для типичного однопролётного здания коровника пролётом 28,0 м, длиной 120,0 м и высотой в коньке 10,0 м (рис. 1) было выполнено технико-экономическое обоснование.

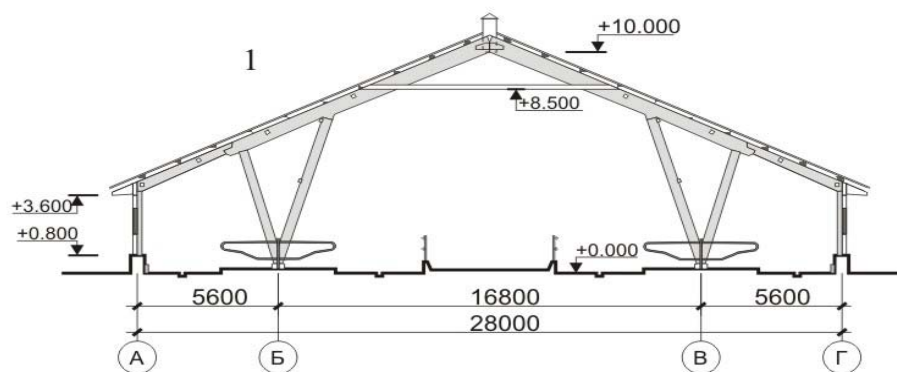


Рис. 1. Конструктивная схема животноводческого здания, принятого к оценке вариантов технологических решений

Для принятого здания были рассмотрены три варианта конструктивно-технологических решений каркаса, три варианта ограждающих конструкций

стен и четыре варианта кровли, самых современных и уже опробованных на практике.

Каркасы:

Вариант 1. Стоечно-балочный каркас из клеёных деревянных конструкций.

Вариант 2. Каркас из железобетонных полурам.

Вариант 3. Стоечно-балочный каркас из металлоконструкций.

Стены:

Вариант 1. Сборные панели на основе деревянного каркаса с утеплителем и облицовкой бакелизированной фанерой.

Вариант 2. Керамзитобетонные трехслойные панели с утеплением полистиролом.

Вариант 3. Сэндвич-панели с утеплителем из диабазовой ваты.

Кровля:

Вариант 1. Утеплённые диабазовой ватой, облицованные бакелизированной фанерой кровельные панели с мягкой мембранной кровлей.

Вариант 2. Сборные железобетонные плиты, утеплённые пенополистиролом ПСБ-С, и мягкая мембранная кровля.

Вариант 3. Кровельные сэндвич-панели с утеплителем из диабазовой ваты и мягкая мембранная кровля.

Вариант 4. Утеплитель из диабазовой ваты по стальному профнастилу и мягкая мембранная кровля.

Для каждого конструктивно-технологического решения были выполнены сметные расчёты с учётом реально действующих цен на материалы, комплектующие и рабочую силу для V температурной зоны (Новосибирской, Кемеровской области, Алтайского края, Хакасии) и пересчитаны на условный квадратный метр. Результаты путём суммирования были сведены в общую таблицу, на основании которой сделаны выводы об эффективности применяемых технологий.

Полученные результаты наглядно демонстрируют, что в климатических условиях Западной Сибири и при существующих экономических условиях из всех конструктивно-технологических решений индустриального строительства коровников ангарного типа, при прочих равных условиях: технологическом оборудовании, электрике, отоплении и вентиляции – наиболее эффективными являются здания со стальным каркасом, стенами из сэндвич-панелей и кровлей из стального профнастила, минераловатного утеплителя и полимерной мембраны. Такая конструкция более чем в два раза дешевле аналогичного здания в деревянном исполнении и на 59 % экономичнее железобетона.

Не следует забывать о других только что появившихся и уже опробованных в практике строительства конструктивно-технологических решениях, позволяющих добиваться дополнительного снижения стоимости строительства. Например, строители повсеместно отказываются от традиционной практики устройства анкерных болтов для монтажа стальных колонн в монолитных железобетонных фундаментах. Стандартная технология предусматривает предварительную сборку четырёх болтов в блоки, тщательную геодезическую выверку блоков в опалубке фундаментов по осям здания и, наконец, фиксацию блоков соединением их с арматурным каркасом. После этого можно при-

ступать к бетонированию. Предложенный фирмой Hilti химический анкер предусматривает бурение в готовых фундаментах отверстий по геодезической разметке, удаление из них продуктов бурения, заполнение отверстия клеевой композицией и погружение собственно анкера (рис. 2). Экономия трудозатрат достигает 80 %, что существенно сказывается на скорости строительства и, соответственно, стоимости.



Рис. 2. Установка (а) и уже установленные (б) химические анкера по технологии компании Hilti

Передовые технологии строительства животноводческих комплексов с применением легких металлических конструкций и сэндвич-панелей позволяют снизить расходы на их возведение в несколько раз. Небольшой срок строительства такого ангара и возможность его строить независимо от времени года – это важные аргументы в его пользу: сокращение сроков строительства обеспечит сокращение трудозатрат на него. Высокая функциональность здания, достигнутая благодаря современным технологиям строительства и рационально спроектированным внутренним помещениям, позволяет повысить рентабельность производства. Современные технологии по строительству животноводческих комплексов обеспечивают не только сокращение сроков окупаемости затрат на их строительство, но и качество строительства, в частности теплозащиту [5].

Одна из самых актуальных проблем сегодняшнего времени – вопросы *энергоэффективности и энергосбережения*.

Эффективность животноводства в значительной мере зависит от микроклимата, создаваемого в животноводческих помещениях. Так, отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к уменьшению надоев молока на 10–20 %, прироста живой массы на 20–33 %, увеличению отхода молодняка до 5–40 % и устойчивости животных к заболеваниям, рас-

ходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и самих зданий [6].

С другой стороны, общие затраты энергии на создание и поддержание оптимального микроклимата в животноводческих помещениях составляют 32 % от всей энергии, потребляемой в отрасли. Поэтому в отрасли животноводства в общем комплексе задач по экономии и эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов одним из важных направлений является разработка и внедрение энергосберегающего оборудования для создания оптимального микроклимата.

Важное направление экономии энергоресурсов в животноводстве – утилизация тепла, содержащегося в воздухе животноводческих помещений.

Основное же условие для получения экономии электроэнергии в системах микроклимата – правильный выбор теплоутилизатора для конкретного животноводческого помещения.

Наиболее перспективным направлением энергосбережения является создание требуемого микроклимата непосредственно в зоне расположения животных с полной регенерацией воздуха животноводческого помещения, реализуемое с помощью автоматизированной системы кондиционирования воздуха [7].

Таким образом, следует повышать эффективность функционирования животноводческих комплексов путем нового строительства и реконструкции на основе новых технологических, архитектурно-планировочных и конструктивных решений.

Заключение

Исследование архитектурно-планировочных решений ферм крупного рогатого скота и конструктивно-технологических приёмов их реализации, основанных на современных представлениях об эффективности в товарном животноводстве, вместе с обобщением опыта строительства зданий для этих целей позволили впервые обобщить сведения о стоимости устройства отдельных конструктивных частей животноводческих зданий и получить приведённую стоимость общестроительных работ. Авторами выявлена зона эффективности применения конструктивно-технологических подходов для большепролётных коровников ангарного типа. Доказана экономическая целесообразность применения для этих целей современных, дорогостоящих технических решений – стальных каркасов с большепролётными фермами, сэндвич-панелей и мембранных утеплённых кровель по стальному профилированному настилу.

Приведёнными доводами убедительно доказана несостоятельность применения для строительства современных животноводческих помещений только местных строительных материалов, якобы позволяющих минимизировать затраты при строительстве на селе. Техничко-экономические расчёты, сделанные для типового здания коровника, показали общее направление развития в проектировании зданий для прогрессивных технологий содержания крупного рогатого скота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Руковишникова, А.М.* Особенности архитектурно-планировочной организации животноводческих комплексов в энергозатратных условиях Западной Сибири / А.М. Руковишникова, Е.Н. Лихачев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 4. – С. 97–106.
2. *Демин, О.Б.* Проектирование агропромышленных комплексов / О.Б. Демин, Т.Ф. Ельчищева. – Тамбов : ТГУП, 2005. – С. 131.
3. *Планировка сельских населенных мест* / под ред. В.М. Богданова. – М. : Колос, 1980. – С. 160–189.
4. *Пустоветов, Г.И.* Тенденции развития типологии сельских общественных и производственных объектов в аграрной зоне Сибири / Г.И. Пустоветов, Е.Н. Лихачев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 4. – С. 57–65.
5. *Панченко, Ю.Ф.* Энергоэффективность использования нового теплозащитного материала для снижения теплоснабжения зданий и сооружений / Ю.Ф. Панченко, Г.А. Зимкова, Д.А. Панченко // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2011. – № 4. – С. 97–106.
6. *Энергосберегающие технологии* формирования оптимального микроклимата в животноводческих помещениях: Технологическое и техническое обеспечение производства продукции животноводства / И.Ф. Бородин, С.П. Рудобашта, В.А. Самарин, Г.Н. Самарин // Науч. тр. ВИМ. – Т. 142. – Ч. 2. – М. : ВИМ, 2002. – С. 113–115.
7. *Мишуров, Н.П.* Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях / Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина // Научный аналитический обзор. – М., 2004. – С. 5–7.

REFERENCES

1. *Rukovishnikova A.M.* Osobennosti arhitekturno-planirovochnoj organizacii zhivotnovodcheskih kompleksov v jenergozatrarnykh usloviyah Zapadnoj Sibiri [Architectural design of livestock complexes in West Siberia]. *Vestnik TSUAB*. 2013. No. 4. Pp. 97–106. (rus)
2. *Demin O.B.* Proektirovanie agropromyshlennykh kompleksov [Design of agro-industrial complexes]. Tambov : TGUP, 2005. P. 131. (rus)
3. *Bogdanova V.M.* Planirovka sel'skikh naselennykh mest [Rural locality planning]. Moscow : Kolos Publ., 1980. Pp. 160–189. (rus)
4. *Pustovetov G.I.* Tendencii razvitiya tipologii sel'skikh obshchestvennykh i proizvodstvennykh ob"ektov v agrarnoj zone Sibiri [Trends in the development of rural typology of public and industrial facilities in the agricultural zone of Siberia]. *Vestnik TSUAB*. 2012. No. 4. Pp. 57–65. (rus)
5. *Panchenko Y.F.* Jenergojeffektivnost' ispol'zovanija novogo teplozashhitnogo materiala dlja snizhenija teplopotreblenija zdaniy i sooruzhenij [Energy efficient use of new heat-insulating material in buildings]. *Vestnik TSUAB*. 2011. No. 4. Pp. 97–106. (rus)
6. *Borodin I.F., Rudobashta S.P.* Energoberegayushchie tekhnologii formirovaniya optimal'nogo mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh: Tekhnologicheskoe i tekhnicheskoe obespechenie proizvodstva produktov zhivotnovodstva [Energy saving technologies in forming optimal microclimate in livestock buildings: engineering and technological support of livestock production]. *Proc. VIM*, V. 2, Pt. 2. Moscow : VIM Publ., 2002. Pp. 113–115. (rus)
7. *Mishurov N.P., Kuz'mina T.N.* Energoberegayushchee oborudovanie dlya obespecheniya mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh. [Energy saving equipment for livestock building microclimate]. Nauchnyi analiticheskii obzor. 2004. Pp. 5–7. (rus)