

2. Попов, С. В. Неопределённость как детерминанта поведения // Сборник тезисов IV Всерос. конф. по поведению животных. – Москва, 2007. – С. 21-22.
3. Макрушин, П. В. Этология и продуктивность сельскохозяйственных животных : учеб. пособие для с.-х. вузов / П. В. Макрушин, В. А. Каптюшин. – Саратов, 1988. – 57 с.
4. Методические рекомендации по изучению поведения сельскохозяйственных животных. Вып. 1 / под ред. В. И. Велижанина ; ВАСХНИЛ. ВНИИРГСХЖ. – Ленинград, 1975. – 84 с.
5. Кабанов, В. Д. Повышение продуктивности свиней / В. Д. Кабанов. – Москва : Колос, 1983. – 256 с.
6. Походня, Г. С. Промышленное свиноводство / Г. С. Походня. – Белгород : Крестьянское дело, 2002. – 483 с. – ISBN 5-86146-096-5.
7. Марюшин, В. Д. Сокращение продолжительности подсосного периода у свиноматки / В. Д. Марюшин, З. К. Марюшина // Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных : науч. тр. – Харьков, 1968. – Т. 3. – С. 9-11.
8. Взаимосвязь этологических и конституциональных характеристик свиноматок с их продуктивностью / А. Н. Шацкая, Д. Н. Ходосовский, А. А. Хоченков [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, № 2-1. – С. 330-333.
9. Комлацкий, В. И. Биологические основы производства свинины (курс лекций) : учеб. пособие / В. И. Комлацкий, Л. Ф. Величко. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 175 с.
10. Качество свинины при использовании иммуномодулирующего препарата / В. А. Погодаев, И. Г. Рачков, Л. В. Кононова [и др.] // Свиноводство. – 2021. – № 7. – С. 25-28. – DOI 10.37925/0039-713X-2021-7-25-28.
11. Погодаев, В. А. Результаты анализа количественных и качественных показателей мясной продуктивности свиней / В. А. Погодаев, К. А. Катков, В. А. Боташева // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 94-99. – DOI 10.28983/asj.y2021i12pp94-99.
12. Башилов, А. М. Видеонаблюдение как эффект присутствия, пристального внимания и постоянного контроля поведения животных / А. М. Башилов, В. Н. Легеза // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 12. – С. 24-27.

Поступила 14.03.2025 г.

УДК 631.223.24

В.Н. ТИМОШЕНКО, А.А. МУЗЫКА, А.И. ПОРТНОЙ,
М.В. ТИМОШЕНКО, А.С. КУРАК, С.А. КИРИКОВИЧ, М.П. ПУЧКА,
Н.Н. ШМАТКО, Л.Н. ШЕЙГРАЦОВА

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЁМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В настоящее время модернизация существующих и строительство новых ферм и комплексов по производству молока и говядины становится основным направлением интенсификации производства продукции животноводства,

поэтому принятие оптимального решения относительно целесообразности проведения реконструкции или строительства новых животноводческих помещений возможно только на основе детального сравнительного анализа элементов, отражающих экономическую, технологическую и производственную эффективность каждого из объектов аналогичной мощности. В статье представлены результаты исследований, целью которых являлась разработка интегрального показателя оценки объёмно-планировочных решений и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока. В ходе работы определены основные подходы в оценке и выборе наиболее эффективного для внедрения в производственный процесс варианта сочетания объёмно-планировочных и технологических решений при модернизации либо реконструкции ферм и комплексов по производству молока.

Ключевые слова: молочнотоварные фермы, содержание животных, коровы

V.N. TIMOSHENKO, A.A. MUZYKA, A.I. PARTNY,
M.V. TIMOSHENKO, A.S. KURAK, S.A. KIRIKOVICH, M.P. PUCHKA,
N.N. SHMATKO, L.N. SHEIGRATSOVA

**DEVELOPMENT OF AN INTEGRAL INDICATOR
FOR ASSESSING SPACE-PLANNING AND TECHNOLOGICAL
SOLUTIONS FOR MILK PRODUCTION FARMS
AND COMPLEXES**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Nowadays, modernization of existing and construction of new farms and complexes for milk and beef production is becoming the main direction of intensification of livestock production, so making an optimal decision regarding the expediency of reconstruction or construction of new livestock facilities is possible only on the basis of a detailed comparative analysis of elements reflecting the economic, technological and production efficiency of each of the objects of similar capacity. The paper contains the results of research aimed at developing an integral indicator for assessing space-planning and technological solutions in the modernization, reconstruction and new construction of farms and complexes for milk production. In the course of the work, the main approaches to the evaluation and selection of the most effective for implementation in the production process option of the combination of space-planning and technological solutions in the modernization or reconstruction of farms and complexes for milk production are determined.

Keywords: commercial dairy farms, animal housing, cows.

Введение. Максимальная эффективность современных ферм и комплексов по производству молока и говядины достигается за счёт применения на ней современных технологий и систем, а особенностью такой

фермы является тесная взаимосвязь её организационной структуры, технологических и объёмно-планировочных решений с целью обеспечения комфортных условия работы персонала, оборудования и содержания животных.

Предпочитаемая сегодня технология – это круглогодичное содержание коров в помещении беспривязного содержания с организацией выгула непосредственно рядом с коровником на кормо-выгульных площадках с твёрдым покрытием. Для доения используются стационарные установки отечественного и импортного производства. Данная интенсивная технология обеспечивает производство продукции высокого качества с минимально возможными затратами труда, энергии и средств. Достигнутые параметры: затраты труда на 1 ц молока – 1,5-2 чел./час; совокупные энергозатраты – 72,8-87,4 кг усл. топлива; нагрузка на оператора – 200 голов [1].

Технология производства молока и говядины должна обеспечивать выполнение основных задач на ферме: увеличение продуктивности животных, продолжительности хозяйственного использования дойного стада; сокращение сроков откорма крупного рогатого скота; повышение производительности труда, всемерное его облегчение и престижность; снижение себестоимости производимой продукции и высокое её качество; обеспечение экологической безопасности производства. Достигается это за счёт усовершенствования системы содержания и кормления, механизации основных и вспомогательных рабочих процессов, рациональной организации производства и обеспечения комплекса мероприятий по первичной обработке молока [2, 3].

В молочном скотоводстве используется большое разнообразие ферм и комплексов по размерам, применяемым системам и способам содержания животных, и технологиям производства молока. Однако технические и технологические решения на фермах и комплексах нередко не соответствуют биологическими потребностями и возможностями организма животных, что приводит к снижению резистентности, ухудшению состояния здоровья, снижению продуктивности и качества получаемой продукции, перерасходу кормов на её образование [4, 5].

Принципиальным решением проблемы поддержки уровня конкурентоспособности животноводческих предприятий является обновление технологических и планировочных решений и освоение новых технологий. Отдельно взятое предприятие может иметь несколько вариантов технологий и путей производства, отличающихся по стоимости, длительности процесса изготовления. Вопрос выбора наилучшей технологии – вопрос успешного функционирования предприятия.

Логика инновационного развития животноводства базируется на использовании последних достижений науки и техники для создания принципиально новых энергоресурсосберегающих технологий, обеспечивающих возможность производства высококачественной продукции при меньших, по сравнению с традиционными технологиями, затратах.

В настоящее время модернизация существующих и строительство новых ферм и комплексов по производству молока и говядины становится основным направлением интенсификации производства продукции животноводства, повышения производительности труда и экологической безопасности. Эффективность мероприятий, как при модернизации (реконструкции), так и при новом строительстве МТК (МТФ), складывается под влиянием огромного числа как положительных, так и отрицательных факторов, степень влияния которых будет индивидуальна для каждого конкретного варианта сочетаний объёмно-планировочных и технологических решений [6, 7]. Поэтому принятие оптимального решения относительно целесообразности проведения реконструкции (модернизации) либо при новом строительстве ферм и комплексов возможно только на основе детального сравнительного анализа элементов, отражающих экономическую, технологическую и производственную эффективность каждого из объектов (аналогичной мощности), либо через оценку удельных затрат того или иного вида ресурса позволяющего оценить экономическую эффективность отдачи вложенных средств при максимальном учёте соответствия технологическим и производственным параметрам.

Целью наших исследований являлась разработка интегрального показателя оценки объёмно-планировочных решений и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока.

Материал и методика исследований. Работа проводилась в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь различных форм собственности путём проведения натурных обследований животноводческих объектов по производству молока с различными объёмно-планировочными и конструктивными технологическими решениями.

В ходе исследований осуществлён сбор эмпирических, производственных и статистических материалов, изучены альбомы проектной документации наиболее распространённых животноводческих объектов. Использовались расчётно-аналитические и эмпирические методы.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе проведена разработка группы показателей, позволяющих выразить экономическую значимость элементов объёмно-планировочных и технологических решений ферм и комплексов по производству молока и говядины, для предварительной сравнительной оценки эффективности

инвестиционных вложений.

Анализ особенностей планировки и конструкции ферм позволяет выделить несколько концептуальных решений для животноводческих зданий с беспривязным содержанием коров (для возможности достоверной оценки оценка проведена по МТФ примерно одинаковой мощности и размерам):

- каркас металлоконструкция, кровля металлоконструкция, размер здания – 78,0×33,0, площадь здания – 2574 м²;

- каркас металлоконструкция, кровля шифер, размер здания – 78,0×33,0, площадь здания – 2574 м²;

- каркас железобетонная рама, кровля шифер, размер здания – 78,0×28,7, площадь здания – 2239 м²;

- каркас железобетонные стойки, кровля шифер, размер здания – 78,0×31,5, площадь здания – 2457 м².

При оценке объёмно-планировочных решений учитывали возможность создания комфортных условий для животных, потребляемые ресурсы для обеспечения технологического процесса и стоимость строительства (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная стоимость строительства коровников на 308 голов в зависимости от видов конструктивных элементов зданий (в базовых ценах 2020 года)

Наименование показателей	Каркас			
	металлоконструкции	металлоконструкции	железобетонная рама	железобетонные стойки
	Кровля			
	металлоконструкции	шифер	шифер	шифер
	Размер здания, м			
	78,0×33,0	78,0×33,0	78,0×28,7	78,0×31,5
1	2	3	4	5
Площадь всего здания, м ²	2574	2574	2239	2457
Удельная площадь на 1 голову, м ²	8,35	8,35	7,26	7,98
Объем всего здания, м ³	18399	18399	9839	14503
Удельный объем на 1 голову, м ³	59,74	59,74	31,94	47,09
Стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб.	924,2	764,4	617,1	641,1

1	2	3	4	5
Стоимость 1 м ² , руб.	359	297	276	261
Стоимость 1 м ³ , руб.	50,2	41,5	62,7	44,2
Стоимость 1 ското-места, тыс. руб.	3,001	2,482	2,001	2,081
Приоритет зданий по стоимости	4	3	1	2

Как показывают данные таблицы, в большинстве сопоставляемых коровников достигается рекомендуемая нормами проектирования плотность размещения животных (8 м² на корову) и приемлемое соотношение мест для отдыха и кормления. Однако в зданиях рамной конструкции как общая, так и удельная, рассчитанная на 1 голову площадь не соответствует оптимальным параметрам. Различие между крайними анализируемыми вариантами составляет 27 %.

Поскольку габариты коровников, особенно ширина зданий, расположение стоек каркаса и угол наклона кровли в большей степени формируют степень концентрации животных и уровень обеспечения нормативного воздухообмена, нами проведён сравнительный анализ по удельным показателям стоимости строительства коровников (1 м³, 1 м²) одинаковой вместимости и аналогичных по технологическому оснащению, но с различными вариантами сочетаний конструктивных элементов. Так, самая бюджетная стоимость одного м³ здания была получена при использовании в строительстве объемно-планировочного решения, выполненного из металлоконструкций и кровлей шифером, что примерно на 34% ниже, по сравнению с вариантом возведения здания МТК с каркасом из железобетонных стоек и аналогичной крышей.

Отношение стоимости 1 м² к 1 м³ при строительстве коровников одинаковой вместимости колебалась в пределах от 4,3 до 5,9 раза для каркасов из железобетонных конструкций до 7,1 раза для конструктивных элементов, выполненных из металлоконструкций.

Детальное рассмотрение составляющих энергоёмкости и энергосодержания при производстве молока позволило объективно сравнить различные варианты сочетаний наиболее распространённых вариантов объемно-планировочных и технологических решений при производстве молока в Республике Беларусь. Анализ данных показал, что самый низкий уровень удельной энергоёмкости производства молока был получен при сочетании группового беспривязно-боксового способа содержания животных основного молочного стада с объемно-планировочным решением, выполненным из металлоконструкций, что примерно на 7-11 % ниже, по сравнению с вариантом сочетания беспривязно-боксового способа содержания животных в зданиях МТФ (К), выполненных из

железобетонных конструкций.

Самое высокое энергосодержание валового продукта при производстве молока (основной, дополнительной и побочной продукции) было получено при сочетании группового беспривязно-боксового способа содержания животных основного молочного стада с объёмно-планировочным решением выполненным из железобетонного каркаса с трёхслойным утеплением, что в среднем на 6 % превышает данный критерий для других рассмотренных вариантов сочетания объёмно-планировочных и технологических решений.

Итоговым критерием оценки экономической эффективности процесса производства молока, отражающим отношение полезного энергосодержания конечного продукта к затратам совокупной энергии является коэффициент биоэнергетической эффективности.

Наилучшие показатели по данному критерию с биоэнергетической точки зрения (единица затраченной совокупной энергии обеспечивает наибольший выход энергии в продукции) получены при варианте сочетания технологии беспривязно-боксового способа содержания животных в каркасном здании коровника, выполненном из металлоконструкций (то есть на единицу затраченной совокупной энергии был обеспечен наибольший выход энергии в продукции) и составили 58,59 %, что на 3,3-8,2 п. п. выше, чем у анализируемых в ходе исследований сочетаний объёмно-планировочных и технологических решений.

Технологическая эффективность наиболее полно проявляется при объединении в единый производственный процесс биотехнические методы стимулирования развития функциональных возможностей и повышения адаптивных способностей животных с зоотехническими приемами, обеспечивающими комфортные условия и сохранения стереотипа содержания в течение всего технологического цикла, что позволяет исключить необоснованные потери продуктивности и способствует более полному проявлению генетического потенциала.

Интегральный критерий (показатель) технологической эффективности объёмно-планировочных и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока и говядины определяется как оптимальное (лучшее из всех возможных) сочетание комплекса факторов, рекомендуемое к применению для обеспечения необходимого уровня интенсивности производства продукции в зависимости от конкретных условий хозяйствования.

Единичные и групповые критерии оценки производственной эффективности в разрезе конструктивных элементов и степени их соответствия поточности и интенсификации процесса производства молока и говядины представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Единичные и групповые критерии оценки технологической эффективности объёмно-планировочных и технологических решений для ферм и комплексов по производству молока

<i>(Групповой) – оценка объёмно-планировочного решения</i>	
<i>материал каркаса (ограждающей конструкции, перекрытий фундамента) (единичный)</i>	
1 полурамные железобетонные конструкции	продолжительные сроки возведения, более теплопроводимый материал
2 полурамные железобетонные конструкции стоечно-балочный	продолжительные сроки возведения, возможность выполнения перекрытий из металла или дерева
3 металлоконструкции	сжатые сроки возведения, экономия 20 % средств на устройстве фундаментов, несущие и ограждающие конструкции специально разработаны для применения в условиях воздействия агрессивной среды, менее теплопроводимый материал, возможность производства монтаж даже в зимнее время
<i>габариты (пропорции) объёмно-планировочного решения (единичный)</i>	
1 полурамные железобетонные конструкции	полурамные железобетонные конструкции с пролетом 21 м устанавливаются с шагом 6 м (узкогабаритное помещение) не обеспечивают оптимальный уровень соотношения внутреннего объёма здания с площадью зон отдыха, навозных и кормовых проходов
2 полурамные железобетонные конструкции стоечно-балочный	с применением стоечно-балочных конструкций позволяет увеличить ширину зданий до 34-36 метров, что позволяет обеспечить оптимальное соотношение внутреннего объёма здания с площадью зон отдыха, навозных и кормовых проходов (широкогабаритное помещение)
3 металлоконструкции	сборные железобетонные конструкции с шириной здания до 35 м (широкогабаритное помещение)
<i>уклон кровли (единичный)</i>	
1 полурамные железобетонные конструкции	угол наклона кровли менее 24 градусов (более высокая вероятность появления тумана в зимнее время, а также риск получения животными теплового удара летом)
2 полурамные железобетонные конструкции стоечно-балочный	применение стоечно-балочных конструкций позволяет увеличить угол наклона кровли до 24 градусов (минимизировать явления, характерные для зданий полурамных железобетонных конструкций: повышенная влажность, тепловой стресс)
3 металлоконструкции	формирование оптимального воздухообмена за счет высоты боковой стенки, высоты в коньке от 9 до 11 м, повышение уклона кровли до 30 градусов

<i>количество рядов в коровнике (единичный)</i>	
1 – 4-рядный	кормовой фронт близок к оптимальному (соотношение мест в корпусе к местам на кормовом столе 1:1...1,1); предпочтительнее в более теплом климате
2 – 6-рядный	оборудование 6-рядного коровника (кормовое ограждение, удаление навоза, шторы, вентиляционные коньки) на 1 голову обходятся на 35 % дешевле в сравнении с 4-рядным; недостаточный кормовой стол (соотношение мест в корпусе к местам на кормовом столе 1,4:1)
3 – 8-рядный	соотношение мест в корпусе к местам на кормовом столе 1:1; вследствие компактности застройки уменьшаются длины навозных каналов, площадь застройки, площадь благоустройства
(Групповой) – оценка зданий по комфортности <i>(приоритет по микроклимату и этиологическим реакциям коров)</i>	
<i>температурно-влажностный режим в различных объёмно-планировочных решениях (единичный)</i>	
1 металлоконструкции	Нижние, средние и верхние критические показатели микроклимата (температура воздуха, °С; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с) являются более комфортными условиями жизнеобеспечения по сравнению с рассмотренными объёмно-планировочными решениями
2 полурамные железобетонные конструкции с трехслойным утеплением «сэндвич-панелями»	Нижние, средние и верхние критические показатели микроклимата (температура воздуха, °С; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с) являются менее комфортными условиями жизнеобеспечения по сравнению с металлоконструкциями, но более комфортными по отношению к железобетонным конструкциям
3 железобетонные конструкции	Нижние, средние и верхние критические показатели микроклимата (температура воздуха, °С; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с) являются наименее комфортными условиями жизнеобеспечения, по сравнению с металлоконструкциями и полурамными железобетонными конструкциями, с трёхслойным утеплением «сэндвич-панелями»

<i>этологические реакции коров в различных объёмно-планировочных решениях</i>	
1 металлоконструкции	Наиболее комфортный для животных суточный ритм, выраженный в %, относительно основных актов поведения коров как приём корма, стояния, бодрствования и лежания в суточной этограмме, характерен для зданий из металлоконструкций
2 полурамные железобетонные конструкции с трехслойным утеплением «сэндвич-панелями»	Комфортный для животных суточный ритм, выраженный в %, относительно основных актов поведения коров как приём корма, стояния, бодрствования и лежания в суточной этограмме, характерен для зданий из металлоконструкций
3 железобетонные конструкции	Наименее комфортный для животных суточный ритм, выраженный в %, относительно основных актов поведения коров как приём корма, стояния, бодрствования и лежания в суточной этограмме, характерен для зданий из металлоконструкций

Формирование групп показателей производилось на основе соблюдения ряда принципов: совместимости единичных факторов технологии, их технологической рациональности и ресурсосбережения при одновременном соответствии зоотехническим и другим нормативным требованиям.

Заключение. Таким образом, совершенствование существующего молочнотоварного производства с переходом на новый уровень рентабельности невозможен без комплексной оценки объёмно-планировочных и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока определяющих формирование оптимальной биотехнологической системы «человек-машина-животное-среда» еще на этапе проектирования.

Разработанный интегральный показатель оценки как объёмно-планировочных решений, так и планируемого технологического процесса производства молока позволяет рассматривать животноводческий объект как единую систему согласованных производственных процессов и операций, реализация которых направлена на получение прибыльной, конкурентоспособной продукции.

Системный анализ технологических и объёмно-планировочных решений при производстве молока позволяет сформулировать основные принципы для разработки критериев их оценки. К ним можно отнести следующие: принцип совместимости объектов технологии; принцип технологической рациональности; принцип ресурсосбережения.

Литература

1. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. Ф. Трофимов [и др.] ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 138 с. – ISBN 978-985-6895-23-7.
2. Второй, В. Ф. Экономико-математическое моделирование адаптивных технологий производства говядины / В. Ф. Второй, В. В. Андреева // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2002. – № 73. – С. 188-197.
3. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока / Н. П. Мишуров ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГНУ «Росинформагротех». – Москва, 2010. – 151 с. – ISBN 978-5-7367-0810-9.
4. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : республиканский регламент / И. В. Брыло, А. Н. Коршун, Ю. А. Пивоварчик [и др.] ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск : Белорусское сельское хозяйство, 2014. – 108 с.
5. Опыт технологической модернизации молочно-товарных комплексов в ООО племзавод «Родина» Ярославской области / В. В. Танифа, В. Л. Лукичѳв, Е. Л. Ревякин, Н. В. Лапин ; ФГБНУ «Росинформагротех». – Москва, 2014. – 48 с. – ISBN 978-5-7367-1065-2.
6. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков В. Н. Тимошенко, А. Ф. Трофимов [и др.] ; рец.: Н. А. Яцко, Н. С. Яковчик ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. - 138 с. – ISBN 978-985-6895-23-7.
7. Попков, Н. А. Промышленная технология производства молока / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 229 с. – ISBN 978-985-6895-24-4.

Поступила 26.03.2025 г.