

Коллектив Волгоградского ГАУ готов не только организовывать, но и участвовать в мероприятиях, направленных на дальнейшее развитие сотрудничества с Республикой Беларусь, сближение и взаимопонимание молодого поколения наших стран. Ведь Единое экономическое пространство призвано усилить конкурентоспособность образовательных систем Российской Федерации и Республики Беларусь, что позволит создать крупный евразийский образовательный конгломерат, способный конкурировать, как это было в 60-80-х гг. XX века, с европейской (а тем более американской!) образовательными системами.

Сегодня можно констатировать, что период разъединения, так называемого «цивилизационного развода» с его трагическими последствиями, далеко позади. Устойчиво превалирует дух интеграции, пришло время трезвой оценки, корректировок и крупного поворота навстречу друг другу особенно в сфере образования и молодежной политики для создания очень мощного интеграционного образовательного объединения [4]. В этом наше будущее!

Получение прочных знаний, освоение современных инновационных технологий, передовых методов исследований и модернизированных способов коммуникации, их использование в профессиональной деятельности новыми поколениями граждан наших государств должны стать той плодородной почвой, на которой растет, цветет и плодоносит дерево мира, сотрудничества и благополучия наших народов.

#### Литература

1. Абрамов Р.А. Межстрановая интеграция университетов России и Белоруссии как механизм развития национальных инновационных систем союзного государства, М.: 2017 [https://revolution.allbest.ru/pedagogics/00799645\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/pedagogics/00799645_0.html).
2. Абрамов Р.А., Забазнова Н.М., Халатенкова Е.Ю. Управление качеством системы высшего образования как фактор повышения профессиональной востребованности выпускников // Современное образование. 2016. №3. С. 1-10.
3. Ванько Ю.В. Организационно-педагогические условия интеграции образовательных систем России и Беларуси : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 : Москва, 2002 175 с. РГБ ОД, 61:03-13/80-х; <http://www.dslib.net/obw-pedagogika/organizacionno-pedagogicheskie-uslovija-integracii-obrazovatelnyh-sistem-rossii-i.html>.
4. Петровский П. С., Сутырин В.В. Доклад: Проблемы развития образовательного пространства в Союзном государстве Беларуси и России. Минск - Москва: Российско-белорусский экспертный клуб, 2017.

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ПО СОЗДАНИЮ «УМНОЙ» МОЛОЧНОЙ ФЕРМЫ**  
**Передня В.И.<sup>1</sup>**, д.т.н., профессор, **Бакач Н.Г.<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент,  
**Цой Ю.А.<sup>2</sup>**, член-корр. РАН, профессор

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва, Российская Федерация

В предлагаемой в работе концепции умной фермы показано, что указанных представлений согласно сложившихся представлений недостаточно для обеспечения соответствующей эффективной основы цифровизации экономики, включая АПК, а требуется более глубокое определение «умной» фермы на основе теории биомашсистем и категорной теории систем, развивающее и качественно отличающее её от указанного традиционного общепринятого понятия. Предлагаемое концепцией использование современного системного подхода и решателей биомашсистем значительно увеличивает продуктивность фермы. Приведены конкретные мероприятия и технологии начального этапа создания умной фермы согласно представленной концепции.

Переход к цифровой экономике рассматривается в качестве ключевой движущей силы экономического роста, применительно к производству молока, завязанной на цифровые технологии РФ и РБ.

Среди других отраслей сельского хозяйства помимо важной роли в жизни человека молочная отрасль наиболее социально значима для укрепления и развития сельских территорий во всех регионах.

Разработка и освоение новых автоматизированных и роботизированных технических средств в сочетании с модернизацией и цифровизацией существующей системы машин позволит оптимизировать затраты и сократить сроки реализации проекта «умной» фермы, создаст потенциальные условия для расширения масштабов применения цифровых технологий в молочной отрасли.

Для функционирования «умной» фермы необходимы следующие условия:

- информатизация всех процессов, производимых на ферме с использованием элементов BigData;
- минимизация неопределенностей, в том числе, и влияния «человеческого» фактора;
- максимальный учет природно-климатических и социально-экономических особенностей региона;
- наличие подготовленных кадров.

Рассмотренное общепринятое понятие умной фермы в настоящей концепции дополняется двумя важнейшими факторами, представляющими качественное отличие предлагаемого понятия умной фермы от вышеуказанного и дающего значительные дополнительные возможности поднятия эффективности производства молочных ферм.

Первым из этих факторов является требование строго системного построения как самой фермы, так и ее функционирования с соблюдением законов категорных биомашсистем, включающих наличие системообразующего фактора по П.К.Анохину, установленных им системных принципов иерархии и изоморфизма, а также возможности применения категорных вычислительных методов для расчетов и прогнозирования деятельности фермы. Вторым фактором является использование интеллектуальных решателей предлагаемых в теории биомашсистем, позволяющих строить новые алгоритмы, не заложенные при создании подсистем управления. Подобные алгоритмы для управления фермой реализуют, в частности, возможности автономности управления в условиях неопределённости.

**Цель исследования.** Целью исследования является разработка концепции создания умной молочной фермы в сложившемся общепринятом понимании. Для чего привлекается современный системный подход и интеллектуальные технологии биомашсистем.

**Методы исследования.** Применены информационные методы исследования, включая аналитические, статистические методы обработки и анализа информации, методы современного системного подхода.

**Использование наряду с известными эффективными технологиями и решениями строго системного построения умной фермы.**

Как объект анализа, ферма по своей структуре представляет собой эргатическую человекомашинную систему, дополненную третьим элементом – животным, точнее, расширенную эргатическую систему по Цюю.Ю.А. [1], являющуюся частным случаем общих биомашсистем [2].

Для осуществления процесса получения продукции на ферме по В.П. Горячкину необходимым условием являются источник энергии - корм, приемник энергии - животное и аккумулятор энергии - молоко, мясо и др. [3]

К этому необходимо добавить достаточное условие - наличие потребителя, оплачивающего продукцию, создавая обеспечивающую доходность фермы прибыль или по П.К. Анохину системообразующий фактор, который как и в биомашсистемах организует компоненты системы в направлении достижения результата и фактически формирует целостную систему.

Рассматриваемая 4-х звенная система функционирует в конкурентной среде, где имеются и другие производители. В этих условиях главной целью управления фермой является обеспе-

чение ее доходности, что является ключевым и системообразующим фактором для ее устойчивого развития. По оценке Минсельхоза РФ использование цифровых технологий в АПК за счет точечной оптимизации затрат и более эффективного распределения средств позволит повысить рентабельность производства, в том числе снизить расходы почти на четверть.

По Я. Гулсену, известному в Западной Европе менеджеру по молочным фермам, жизнедеятельность и продуктивность коров зависит от 7 факторов: корм - вода, свет - воздух, здоровье, отдых – спокойствие. К этим факторам нужно добавить доение [4], которое в результате воздействия человека эволюционировало в условно приобретенный рефлекс, точнее согласно теории функциональных систем по П.К.Анохину-К.В.Судакову в отдельную функциональную систему с результатом «выдоенности» животного. Обеспечение необходимых и достаточных условий производства и управления перечисленными факторами и составляют суть подсистемы управления молочной фермы, как расширенной эргатической системы или биомашсистемы.

Исходя из доходности фермы и факторов ее определяющих [5], структура молочной фермы как расширенной эргатической системы может быть представлена в следующем виде (рисунок 1).

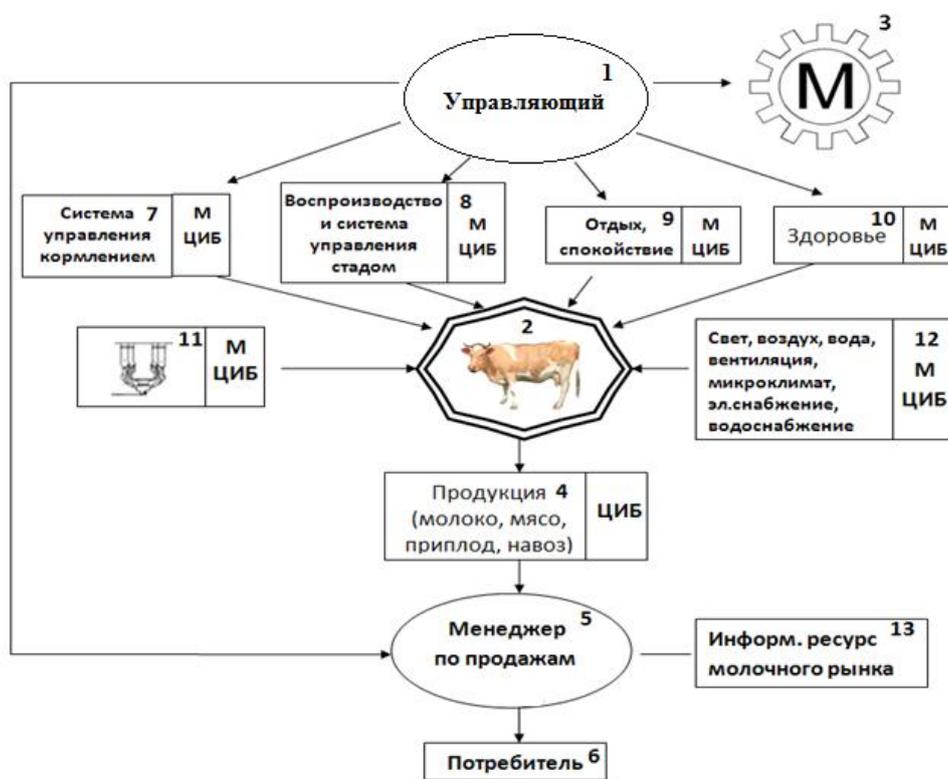


Рисунок 1 – Структура молочной фермой, как расширенной эргатической системы:

1 – управляющий, менеджер; 2 – животное; 3 – машина; 4 – продукция (молоко, мясо, приплод, навоз); 5 – менеджер по продажам; 6 – потребитель; 7 – корм; 8 – воспроизводство стада; 9 – отдых, спокойствие; 10 – здоровье; 11 – доильная установка; 12 – оборудование коровника (вентиляция, свет, воздух, вода, электроснабжение)

Из схемы видно, что задачи управления носят многоплановый характер, начиная от управления отдельными машинами и процессами и задачами по принятию решений в условиях волатильности факторов, определяющих как продуктовый, так инфраструктурный рынок.

Согласно ранее упомянутой 3-х звенной интерпретации процесса по В.П. Горячкину определяющими блоками системы управления будут: система кормления («источник энергии»), воспроизводство стада или система управления стадом («приемник энергии») и доение, как блок, регистрирующий конечные результаты. Согласно прогноза [6] в перспективе части управления эпигеном и микробиомом на ферме, стада будут рассматриваться как суперорганизмы, а исследование стад как наблюдательных единиц приведёт к управлению скотом раз-

ного возраста и этапов производства. Существует целый ряд алгоритмов и программ по оптимизации рационов кормления, некоторые из них входят в систему управления стадом.

Представление «данных в цифровой форме является ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности».

Каждый фактор, определяющий жизнедеятельность и функционирование фермы, как расширенной эргатической системы «человек-машина-животное», представлен в виде отдельного блока, содержащего в том, или ином виде (датчик, техническое устройство и т.д.) цифровой информационный блок (ЦИБ), соединенный информационными каналами с ПК лица принимающего решения (ЛПР). Оснащение этими блоками (ЦИБ) является первоочередной задачей.

База данных формируется в виде функциональных файлов по каждому из основных факторов. Соответственно по каждому из них, в зависимости от задач анализа, разрабатываются комплекс алгоритмов и программное обеспечение, а так же выходные формы. Результаты анализа полученных данных дают основание для принятия решения.

В общем случае все материальные потоки (корм, молоко, навоз, вода, ГСМ и т.д.) должны быть измерены и доведены до сведения менеджера для анализа и принятия решения. Анализ существующих технологических решений и системы машин показывает их несоответствие этим требованиям. Однако большая часть из них может быть адаптирована к цифровым технологиям путем их модернизации с учетом ситуационной неопределенности, что позволит существенно сократить затраты и сроки реализации проекта и системы машин.

Необходимость учесть в какой-то степени неопределенности позволит упорядочить и облегчить переход к практической реализации рассматриваемых вопросов [7].

К белой ситуации, когда неопределенность информации  $H_{и} = 0$ , можно отнести технологические процессы полностью обеспеченные соответствующими датчиками входных сигналов и параметрами функционирования процесса. Например, при наличии датчиков освещенности может быть полностью автоматизировано управление освещением в зависимости от половозрастных групп животных и уровня естественной освещенности.

Задачи, связанные с неопределенностью субъективного характера: отсутствие достаточной информации или как указано в работе [8] гносеологическая неопределенность. Например, на большинстве ферм нет датчиков освещенности, скорости движения воздуха, содержания углекислого газа, аммиака, температуры воздуха. Это не позволяет управлять микроклиматом и освещенностью. В принципе этот класс неопределенности может быть удален за счет установки соответствующих датчиков. В этом случае управление этими процессами может быть реализовано в виде автоматических систем.

- задачи управления, связанные с частичной неопределенностью объективного характера ( $H_{и} > 20\%$ ). Применительно к ферме это природно-климатические условия и катаклизмы, которые могут повлиять на количество и качество заготавливаемого корма, кризисные явления могущие повлиять на стоимость энергии и ГСМ, цены на продукцию. К этому же классу относится неопределенность, вызванная зависимостью от действия других субъектов управления (смена владельца, учредителей, партнеров и др.), а также «человеческим» фактором исполнителей.

- управление в условиях неопределенности, вызванной нечеткостью "целей, ограничений, при которых последствия возможных действий неизвестны" ( $H_{и} = 100\%$ ). При проектировании эргатических человеко-машинных систем, необходимо, по мнению Л.Заде, основоположника теории нечетких множеств, учитывать то, что «элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств, для которых переход от «принадлежности к классу» к непринадлежности не скачкообразен, а непрерывен» [9].

Представленная схема на рис. 1 дает лишь общие начальные представления о системе, но не может служить формальным объектом для последующего моделирования и вычислений по управлению. Перечисленные неопределенности и их характер, возникающие в процессе управления не позволяют к тому же использовать существующие классические методы оптимального управления. Тем не менее, выход имеется и состоит в использовании новых современных подходов в теории систем и искусственном интеллекте, что предусмотрено настоящей концепцией.

Важнейший вопрос, которому в концепции уделено соответствующее внимание, относится к чёткому применению современного системного подхода к построению умной фермы. Новые методы теории биомашсистем и категорной теории систем, подытоженные в монографии [10], существенно продвинули системный подход, впитав достижения теории функциональных систем по П.К.Анохину-К.В.Судакову, новые виды исчислений, обобщающие классические подходы в искусственном интеллекте, и новые разделы математической теории поликатегорий.

Формальный способ представления подобных рисунок 1 систем и подсистем позволяющий провести с последующим анализом и детализацией точный математический расчет предоставляет категорная теория систем, предложенная в [11]. На начальном этапе разработки каким-либо способом, зависящим от природы системы, определяют составляющие систему подсистемы. Далее определяются связи между подсистемами, а также входы и выходы самой составной системы, входы и выходы подсистем, какие входы соединены с какими выходами. На схеме подсистемы изображаются овалами со стрелками входов и выходов. Другими словами каждой подсистеме сопоставляется на схеме полистрелка поликатегории, которая моделирует систему. Никаких других элементов кроме полистрелок подсистем, а также свёрток, определяющих связи подсистем между собой и с внешними системами на схеме не содержится, поскольку поликатегория суть набор полистрелок и свёрток.

На рисунке 2 размещена первоначальная категорная схема, соответствующая обычной схеме, приведенной на рисунке 1.

Подчеркнем, что связи подсистем отвечают и учитывают указанный на схеме (оплата потребителей) системообразующий фактор получения максимальной прибыли фермой в условиях конъюнктуры рынка, ограничений правового характера (законы, налоговая система и т.п.), погодных условий и ряда других факторов, проявляющихся во взаимодействии других систем с умной фермой, как системой. Эти внешние факторы с точки зрения системного подхода отвечают включению умной фермы как подсистемы в вышестоящую систему, воздействие которой на умную ферму отражают упомянутые внешние факторы. Изучение и учет этих воздействий принят как обязательный этап реализации концепции при построении умной фермы и является частью реализации современного системного подхода. Сюда же включаются другие требования системного построения, детально описанные в цитируемых монографиях.

Таким образом, начальное построение схемы системы отвечает строгой методике и является шагом к математическому моделированию системы с возможностью вычислений в дальнейшем в рамках теории свёрточных поликатегорий.

После определения подсистем и свёрток наступает этап детализации каждого из входов и выходов полистрелок, описание самих полистрелок и их связей (свёрток). Если удаётся точно построить систему с подсистемами как полиграф поликатегории, то становится возможным провести вычисления и получить точный результат, касающийся свойств системы, ее эволюции и так далее.

Предлагаемый системный подход к управлению фермой, основанный на синтезе накопленного наукой и практикой опыта и нового нейроинформационного подхода с позиции нейроинформатики, теории поликатегорий и использования описываемых далее решателей из теории биомашсистем, позволит уменьшить вероятность ошибочных и недостаточно эффективных действий в управлении со стороны руководства, то есть позволит уменьшить влияние человека при принятии решения.

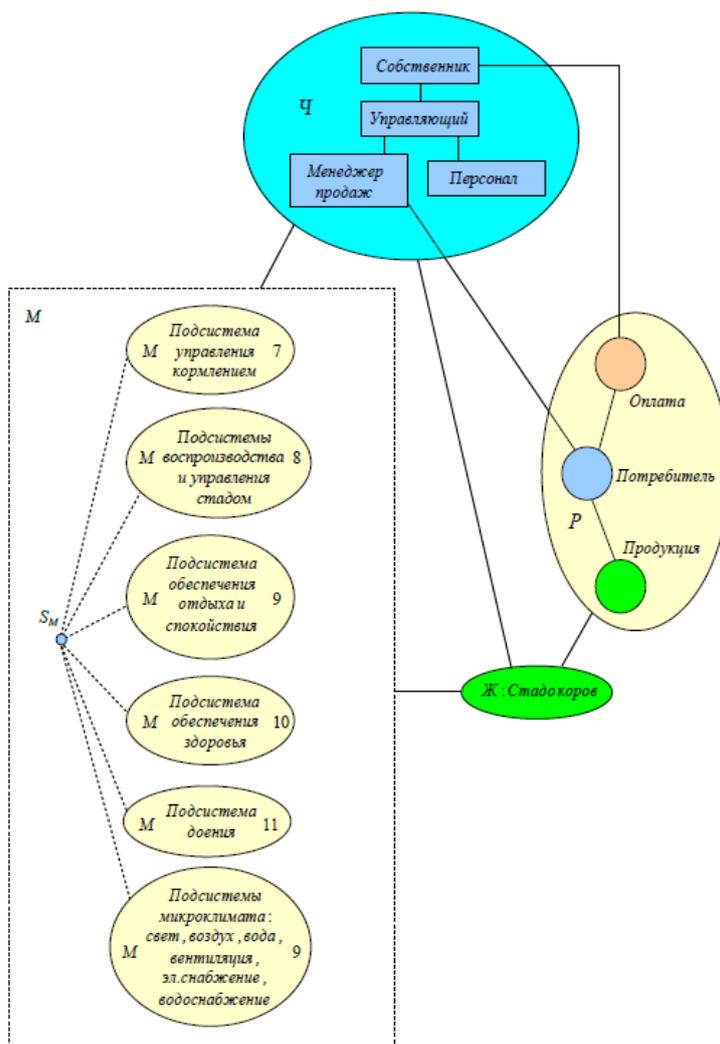


Рисунок 2 – Начальная категорная схема молочной фермы, как биомашсистемы,  $S_M$  свертка формирующая из подсистем 7-12 подсистему М

**Использование наряду с известными эффективными технологиями искусственно-го интеллекта новых типов решателей подсистем управления умной фермы.**

Категорный подход позволяет структурировать схему управления с позиции ее формализации и последующего моделирования и организации контроля и оценки функционирования объектов и подсистем. Как уже отмечалось, в процессе функционирования фермы возникают разноплановые неопределенности, требующие соответствующей управленческой реакции. Решение подобных задач требует разработки новых алгоритмов, соответствующих возникающей задаче. Для этих целей подсистема управления умной фермой будет дополняться новыми видами решателей, используемыми в теории биомашсистем.

Это означает, что для истинно умных предприятий и умной фермы, в том числе, перечисленных технологий не хватает. В первую очередь это выражается в неспособности вырабатывать новые алгоритмы поведения для машин и управленческих программ в ситуациях с неопределённостью или ситуациях, не учтённых в машинах изначально. Следовательно, более умными будут фермы, снабженные такими технологиями, которые могут справиться с указанными неопределенными или не учтенными заранее ситуациями. Построение автономных интеллектуальных систем управления является одной из главных целей теории биомашсистем, для такого построения здесь используются новые типы решателей (блок Поста и др.), опирающиеся на различные принципы, в частности, на универсальные исчисления порождающие другие исчисления. Таким образом, в предлагаемой концепции умной фермы используются интеллектуальные автономные подсистемы управления биомашсистем.

В результате предлагаемая концепция использует более глубокое понятие умной фермы, опирающееся на теорию биомашсистем и категорную теорию систем. Качественными отличиями предлагаемого понятия от традиционного понятия умной фермы (даже снабжённой системой датчиков и расширенными способами обработки информации и т.п.) являются:

(а) жесткое построение умной фермы как системы (как правило, биомашсистемы) и подсистемы в вышестоящей по категорной иерархии системе и

(б) реализация достаточно высокой степени автономности в интеллектуальных блоках подсистем управления умной фермой, например, реализация блоков Поста и биоблоков, используемых в теории биомашсистем.

Вместе с тем концепция содержит требование использования современных средств цифровизации, включая показавших свою эффективность технологий нейронных сетей глубокого обучения, анализа больших данных и так далее.

Правильность выбора изложенного общего тренда направленности построения умной молочной фермы, затрагивающего наиболее существенное в повышении продуктивности, именно построение и поддержание подсистемы управления, иллюстрируется следующими практическими примерами влияния человеческого фактора и уровня управления на работу системы.

Так наш анализ показал, что неудачная попытка внедрения на государственном уровне беспривязного содержания коров в СССР в 1958-1963 гг. и 1974-1984 гг. также объясняется человеческим фактором [14].

Иллюстрацией являются также данные по работе молочных ферм в рамках одного из районов Ярославской области

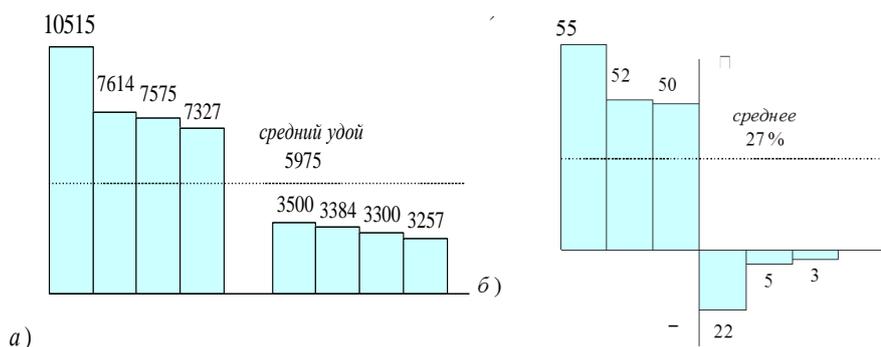


Рисунок 3 – Данные по работе молочных ферм в 2016 году по одному из районов Ярославской области:  
а) – удой, кг/год; б) рентабельность хозяйства

Из приведенных диаграмм видно, что при потенциально одинаковых информационных и когнитивных ресурсах, природно-климатических условиях наблюдается большой разброс, как по удою, так и по рентабельности молочных ферм. Так при среднем удое по району 5975 кг/год, пять хозяйств имеют удой менее 4000 кг/год, а четыре хозяйства свыше 7000 кг/год. При среднем по району уровню рентабельности 27% , три лучших хозяйства имеют рентабельность выше 50%, а три хозяйства убыточны. Чем объяснить такой разброс? Ответ очевиден: только разным уровнем и качеством управления. При двухзвенной наиболее распространенной на сегодня организационной схеме управления (менеджер - управляющий - владелец фермы) предполагающая интеллектуальный потенциал система управления «умной фермой» обеспечит также контроль и оценку эффективности управленческих решений.

#### Направления и мероприятия внедрения интеллектуальных технологий и оборудования для умной молочной фермы.

Для реализации концепции предполагается дальнейшая детальная разработка дорожной карты построения умной молочной фермы с полным раскрытием и использованием методов теории биомашсистем, а также реализация мероприятий по внедрению и модернизации имеющихся технологий цифровизации. В данной статье отведено место перечню конкретных первоначальных мероприятий по модернизации указанных технологий.

Основным фактором в себестоимости молока занимают корма, которые порой составляют 55% и более от общих затрат на молочно-товарных фермах. Стоимость машин и оборудования не превышает 15% от общих затрат, а зарплата обслуживающего персонала составляет около 13 % [15].

Обеспечение необходимых и достаточных условий для производства и управления факторами, определяющих жизнедеятельность и продуктивность животных и составляют суть интеллектуальной молочной фермы. По мнению специалистов к этим факторам в первую очередь относятся полнорационное кормление и способ содержания.

В качестве приоритетных направлений выделяются следующие разработки [14,15]:

1) создание интеллектуальных автоматизированных средств для оценки количества, качества и состава кормов начиная с уборки и хранения. Реализация этого направления позволит организовать уборку кормов в оптимальные сроки, корректировать рацион кормосмесей.

2) разработка интеллектуальной технологии переработки фуражного зерна путем высокоградиентного механического и ферментативного воздействия, что позволит превратить высокомолекулярные соединения клетчатки, крахмала и других составляющих зерна, в низкомолекулярные легкоусвояемые формы. Предлагаемый метод позволит в 1,5-2 раза повысить усвояемость по сравнению с традиционными технологиями (дробление, плющение, экструдирование и др.);

3) роботизированные средства для приготовления и раздачи полнорационные кормосмеси с возможностью дозирования высокоэнергетических компонентов различным половозрастным группам;

4) автоматизированные доильные модули с почетвертным выдаиванием и мониторингом качества молока для технического переоснащения функционирующих доильных залов;

5) автоматизированные доильные аппараты с АСУ ТП для линейных доильных установок с молокопроводом;

6) безхлорная технология и средства для нейтрализации (обеззараживания) биоматериалов с использованием нейтрального анолита с получением его из любой воды, что позволит обеспечить дезинфекцию и стерилизацию оборудования, строений, транспорта, скотомогильников, высокоэффективных даже по сибирской язве и африканской чуме.

7) создание автоматизированной технологии и оборудования с использованием технического зрения для проведения бонитировочных работ с обработкой и предоставлением данных в электронном или бумажном виде;

8) разработка комплекта датчиков и программно-аппаратных средств для оценки физиологического состояния животных;

9) автоматизированный контроль качества молока в потоке на доильных установках (белок, жир, соматика);

10) технология и бесконтактный аппаратно-программный комплекс видеодиффракционной идентификации заболеваний вымени и суставов у коров.

Востребованность и эффективность практической реализации направлений обусловлена, в частности, тем, что за годы перестройки в хозяйствах по ряду причин образовался дефицит квалифицированных зоотехнических и ветеринарных кадров, особенно среднего звена. Например, из-за отсутствия кадров и трудоемкости, сегодня разрешено не проводить промеры при бонитировке скота для записи в племенных книгах. Все перечисленные направления предусматривают измерение и получение необходимой информации в цифровом виде с идентификацией номера животного. Это позволяет при наличии интернета осуществлять централизованно сбор, обработку и интерпретацию цифрового материала в специальных региональных центрах, укомплектованных квалифицированными специалистами (рисунок 5).

### **Научно-практические выводы и предложения.**

В предлагаемой в работе концепции показано, что ограничиться в цифровизации отрасли молочного производства подобными умными фермами недостаточно. Предлагается более глубокое понятие умной фермы, опирающееся на теорию биомашсистем и категорию тео-

рию систем. Качественными отличиями предлагаемого понятия от традиционно понимаемой умной фермы (даже снабжённой системой датчиков и расширенными способами обработки информации и т.п.), существенно развивающее это традиционное понимание умной фермы, являются:

(а) жесткое построение умной фермы как системы (как правило, биомашсистемы) и подсистемы в вышестоящей по категорной иерархии системе и

(б) реализация достаточно высокой степени автономности в интеллектуальных блоках подсистем управления умной фермой, например, реализация блоков Поста и биоблоков, используемых в теории биомашсистем.

Эти ключевые качества, в частности, означают построение умной молочной фермы как категорной биомашсистемы. Вместе с тем, предлагаемая концепция создания умной молочной фермы содержит требование использования современных средств цифровизации, включая показавшие свою эффективность вышеуказанные технологии нейронных сетей глубокого обучения, анализа больших данных и так далее.

Помимо обоснованного нового понимания «умной фермы», более адекватного для решения задачи ускоренного развития молочной отрасли, в концепции приведены рекомендации по конкретному построению умной молочной фермы на начальном этапе реализации.

#### Литература

1. Черноиванов В.И. Биомашсистемы: возникновение, развитие и перспективы // Биомашсистемы, 2017, Т.1. №1. С.7-58.
2. Биомашсистемы. Теория и приложения / под ред. Чернованова В.И., М.: Росинформагротех, 2016, том 1 , 228 с., том 2, 214 с.
3. Горячкин В.П. Общая схема процессов. Собрание сочинений, Т. IV, М.: Сельхозгис, 1940.
4. Цой Ю.А. Восемь факторов для системы управления умной фермой / в кн. Биомашсистемы. Теория и приложения, том 2, М.: Росинформагротех, 2016, С.128-131.
5. Передня В. И. Инновационные технологии и оборудование для технологического переоснащения молочно-товарных ферм. Академические чтения, посвященные 85-летию со дня рождения И.С. Нагорского, Мн. 2016г. С. 12-20.
6. J. Hulsen, Bauen für die Kuh. Für Vorträge und Stalltrainings, Vetvice, 2010, s.48.
7. Invited review: Learning from the future – A vision for dairy farms and cows in 2067. Britt J.H. et al. Journal of Dairy Science , May 2018, Volume 101, Issue 5 , 3722 - 3741.
8. И.Н. Розенберг. Управление в условиях неопределенности/ Современные технологии управления, 3 7, 2017, номер статьи 7902.
9. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений/ МЗ4 «Математика сегодня» ( Сборник статей пер. с англ.), М.: Знания, 1974, С. 5-49.
10. Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. Биомашсистемы, функциональные системы, категорная теория систем. М.: НИИ нормальной физиологии им.П.К.Анохина РАН, ФНАЦ ВИМ РАН, 2018. 446 с.
11. Толоконников Г.К. Математическая категорная теория систем / в кн. Биомашсистемы. Теория и приложения, том 2, М.: Росинформагротех, 2016, С.22-114.
12. Жданов А.А. Интеллект не как совокупность рефлексов, а как свобода выбора // Биомашсистемы, 2018. Т.1. №1. С. 143-152.
13. Корнеев В.М. Основы теории авиационных эргатических систем. - Ульяновск, 2015. - 273 с.
14. Цой Ю.А., Баишева Р.А. Ретроспективный анализ и сравнительная оценка беспривязного и привязного содержания коров. Мифы и реалии. // Вестник ВНИИМЖ. 2018. №3(31).
15. Передня В.И. Техническое и технологическое обеспечение получения конкурентоспособного молока. Инновационные ресурсосберегающие технологии для производства биобезопасных комбикормов и конкурентоспособного молока. М.: 2018 с. 3-24.