

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 004.896:631.171:636

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-3-15-22>

Направления развития искусственного интеллекта в биомашинных системах для животноводства

В.В. Кирсанов

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; г. Москва, Россия

kirvv2014@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2549-4070>

Аннотация. Управление сложными биомашинными системами в животноводстве возможно с помощью технологий искусственного интеллекта. Наличие у машин функции «искусственного сознания» для адаптивного взаимодействия с биологическими объектами (животными) позволит более точно учитывать их нейрокогнитивные способности, рефлексы, преднамеренность поведения, возникновение «машинобоязни» на начальном этапе приучения к технологии и др. Цель исследований – повышение качества управления сложными биотехническими системами в животноводстве на основе использования технологий искусственного интеллекта. Рассмотрена дискуссионная проблема необходимости наличия в будущем у машин сильного искусственного интеллекта. Предположили, что физические (рычаг, колесо, механизм, машина) и когнитивные (калькулятор, смартфон, компьютер и др.) «усилители» человеческого функционала вновь должны объединиться в новой умной машине в виде сильного интеллекта и универсальных физических возможностей (робот + сильный ИИ = искусственный человек). Рассмотрена принципиальная схема эволюционного развития физических (механизация, автоматизация и роботизация) и когнитивных (информатизация, алгоритмизация, цифровизация, искусственный интеллект) «усилителей» человека. Предложена структурно-функциональная схема управления животноводческой фермой как сложной биомашсистемой «Человек-машина-животное-продукция-окружающая среда» с использованием ИИ. Выделены три критериальные группы оценки качества функционирования данной биомашсистемы: 1) показатели качества управления технологическими процессами в локальных биомашсистемах доения, кормления и др.; 2) показатели геномной оценки, продуктивности и физиологического состояния животных; 3) экономические и экологические показатели качества управления фермой в целом. На основе алгебры логики получены соответствующие структурно-функциональные модели их построения.

Ключевые слова: животноводство; биомашсистема; искусственный интеллект; искусственное сознание; механизация; автоматизация; роботизация; структурно-функциональная схема управления; критериальная группа; показатели качества

Для цитирования: Кирсанов В.В. Направления развития искусственного интеллекта в биомашинных системах для животноводства // Агроинженерия. 2025. Т. 27, № 3. С. 15-22. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-3-15-22>

ORIGINAL ARTICLE

Ways of developing artificial intelligence in biomachine systems for animal husbandry

V.V. Kirsanov

Federal Scientific Agroengineering Centre VIM; Moscow, Russia

kirvv2014@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2549-4070>

Abstract. The control of complex biomachinery systems in livestock farming is possible with the help of artificial intelligence technologies. The ‘conscious artificial intelligence’ function for adaptive interaction with biological objects (animals) can take into account more accurately their neurocognitive abilities, reflexes, intentionality of behaviour, occurrence of ‘machine fear’ at the initial stage of accustoming to the technology and others. The research aim is to improve the quality of controlling complex biotechnical systems in livestock farming based on artificial intelligence technologies. The author considered the controversial problem of the need for strong artificial intelligence in future machines. An assumption was made that physical (lever, wheel, mechanism, and machine) and cognitive (calculator, smartphone, and computer, etc.) ‘boosters’ of human functionality should unite again in a new smart machine in the form of strong intelligence and universal physical capabilities (robot + strong AI = artificial human). The paper presents a principal diagram of evolutionary development of physical (mechanization, automation,

and robotization) and cognitive (informatization, algorithmicization, digitalization, and artificial intelligence) 'boosters' of a human being. The author proposes a structural and functional chart of livestock farm management as a complex biomass system 'Man-Machine-Animal-Product-Environment' with the use of AI. Three criterion groups of quality assessment of this biosystem functioning have been identified: 1) quality indicators of technological process control in local biosystems of milking, feeding, etc.; 2) indicators of genomic evaluation, productivity and physiological state of animals; 3) economic and ecological indicators of farm management quality as a whole. Logic algebra helped obtain the corresponding structural and functional models of their construction.

Keywords: animal husbandry; biomachine system; artificial intelligence; artificial consciousness; mechanization; automation; robotization; structural-functional control chart; criterion group; quality indicators

For citation: Kirsanov V.V. Ways of developing artificial intelligence in biomachine systems for animal husbandry. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2025;27(3):15-22 (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-3-15-22>

Введение

Управление сложными биомашинными системами в животноводстве предполагает использование систем искусственного интеллекта (ИИ) для лучшего взаимодействия и адаптации звеньев единой системы «Человек-машина-животное-продукция-окружающая среда» [1]. На сегодняшний день активно внедряются различные системы видеонаблюдения и аналитики, способные анализировать поведение биологических объектов, их биометрические характеристики и др. При этом для повышения качества обслуживания животных и получаемой от них продукции машина в определенной степени должна обладать искусственным «сознанием», включающим память – предысторию обслуживания животного с его результатами, идентификацию физиологических и биометрических параметров, намерений и других актов поведения. Отдельно машинными алгоритмами должны фиксироваться аномальные акты поведения и физиологического состояния животных с целью их недопущения или минимизации появления. При этом важно обеспечить биологическую защиту самих животных от «неправильных действий» машин, и наоборот: «машина» должна вовремя распознать «аномальные» акты поведения животного и предотвратить возникновение внештатных ситуаций.

Современная теория сознания, автором концепции которой является Джон Локк, формулирует сознание как акт восприятия, происходящего в собственном разуме человека [2]. По мнению Стюарта Сазерленда, определения термина «сознание» на данный момент не существует, поскольку данное явление неуловимо и невозможно отследить его эволюцию [3]. Философская наука выделяет 4 основных направления сознания: знания в целом, преднамеренность, интроспекция, основанный на ощущении опыт.

Таким образом, искусственное сознание машины должно взаимодействовать с животными с учетом их нейрокогнитивных способностей с целью создания в локальной биомашинной системе оптимальных условий для выполнения конкретных технологических

процессов доения, кормления, обеспечения микроклимата и др. В настоящее время существует достаточно большое количество сенсоров, позволяющих оценить физиологические характеристики животных и их состояние: датчики идентификации, двигательной активности, половой охоты, пульсометры, болусы и др. [4] Совокупная информация от сенсоров, обработанная нейросетевыми алгоритмами, дает достаточно много сведений о животном, о его суточных биоритмах и др. В роботизированных системах самообслуживания животные «добровольно» удовлетворяют свои потребности в корме, воде и доении на основе выработанных рефлексов поведения, что в дальнейшем используется машинными алгоритмами для активизации данных процессов (подкормка животных концентратами в доильном роботе и вкусовыми улучшителями корма на кормовом столе, регулирование подачи воздуха к местам наибольшего скопления животных и др.).

Развитие локальных процессных биомашинных систем может происходить по пути совершенствования систем контроля биомеханики и двигательной активности животных, повышения качества выполнения технологических процессов, технической готовности машин на основе дистанционного телекоммуникационного контроля и управления производством и др. На первом этапе необходимо провести факторную оценку контролируемых качественных и количественных показателей по каждой подсистеме: человеку-оператору доильных установок, животному как «самостоятельной биологической машине» и обслуживающим ее техническим средствам. Ранжирование должно проводиться по показателям назначения (производительность, продолжительность цикла обслуживания), экономного использования энергии ($\text{kВт} \cdot \text{ч/т}$), конверсии корма, надежности и безопасности выполнения технологических процессов, обеспечения безопасности и комфорта содержания животных, получения экологически безопасной качественной продукции от животных и др. [5]. Телекоммуникационные средства связи могут обеспечить комплексный системный контроль биомашинной системы, включающей в себя

человека-оператора, животных – объектов обслуживания машин и исполнительных технических средств. При этом потоки животных, минимальные пути и траектории их перемещения к местам обслуживания (корму, воде, доильным залам, зооветпунктам и др.) не должны пересекаться.

Тактильные ощущения животных – такие, как дискомфорт подстилки, микроклимат, некачественный корм, слишком теплая или слишком холодная вода, нарушение вакуумного режима при доении и др., должны регулироваться централизованно или локально с местных постов обслуживания. Особое значение имеет контроль биологических циклов в реперных точках в периоды половой охоты, искусственного осеменения, приема родов, лечения заболеваний и др. Отдельные из них могут носить жизнеугрожающий характер и требуют особого контроля и внимания.

Таким образом, критериями оценки при создании и проектировании систем искусственного машинного интеллекта могут служить инстинктивные бессознательные и условно-рефлекторные акты поведения животных, выработанные технологиями и человеком, которые позволяют осуществлять прогнозирование поведения биологических объектов, приучать их к выполнению своих жизненных потребностей в определенные промежутки времени и в определенных местах, удобных человеку, машине или системе в целом. К таким моментам можно отнести приучение животных к актам дефекации в определенном месте, доению роботом, движению по заданной траектории с помощью управляемых технологических расколов, селекционных ворот, коридоров и др. [6].

Особое значение имеет первичный опыт, который сопровождается значительными стрессами у животных, формированием машинобоязни или страхов перед другими статусными животными в их половозрастной иерархии. Следовательно, технологии должны иметь адаптивные механизмы постепенного бесстрессового приучения, например, к доильному роботу: сначала присутствует человек, который подключает доильные стаканы, а затем это делает робот [7]. Коллаборация человека и машины (робота) поможет преодолеть негативные последствия стресса у животных. Очевидно, что развитие интеллектуальных систем управления машинами должно идти в направлении повышения степени очувствления их рабочих органов по отношению к биологическим объектам: вымени и соскам коровы, кожным покровам, конечностям и др.

Цель исследований: повышение качества управления сложными биотехническими системами в животноводстве на основе использования искусственного интеллекта.

Материалы и методы

Вопросам методологии развития искусственного интеллекта посвящены работы многих российских и зарубежных ученых. Эта проблема является всеобъемлющей и дискуссионной. Могут ли машины научиться думать и мыслить, как люди, иметь собственное искусственное сознание, которое может эволюционировать [8], или искусственный интеллект представляет собой более или менее сложные алгоритмы функционирования, заложенные человеком? Человеческое сознание может анализировать внешние ситуации, собственное состояние, замечать недостатки других и т.д. В машине, несмотря на обилие датчиков, отдельные подсистемы могут «не знать» о том, что происходит в других системах. Основатели современной информатики Алан Тьюринг и Джон фон Нейман считают, что машины в конечном счете смогут имитировать все возможности человеческого мозга включая сознание. Футурологи также предсказывают появление сознания у роботов через несколько десятилетий. Отсюда можно заключить, что сильный искусственный интеллект со временем должен будет обладать искусственным сознанием, хотя и сегодня «не думающий» слабый искусственный интеллект благодаря высокой скорости обработки данных может производить достаточно сложные вычисления и с успехом применяться в различных областях науки и техники.

Различные механизмы и машины можно считать усилителями физического функционала человека. Очевидно, что с помощью искусственного интеллекта повышаются его когнитивные возможности для управления сложным, насыщенным машинами технологическим пространством. В когнитивной деятельности человека так же, как и в физической, вначале необходимо заменить рутинный умственный труд слабым искусственным интеллектом. При этом мыслительный процесс остается за человеком, но постепенно он также будет осваиваться и роботами.

Таким образом, первоначально объединенные в человеке физические и когнитивные функции, разделившись в физических и когнитивных усилителях человеческих возможностей в процессе эволюции (колесо, рычаг, калькулятор, компьютер и др.), вновь должны объединиться в новой умной машине в виде сильного интеллекта и универсальных физических возможностей (робот + сильный ИИ = искусственный человек). Конечно, во всем нужно руководствоваться здравым смыслом, и не все технологии требуют на сегодняшний день применения сильного искусственного интеллекта. С распознаванием образов, сортировкой продукции, биометрией

животных, аномальными актами развития и поведения биологических объектов может вполне хорошо справляться обученный слабый искусственный интеллект. Возникает резонный вопрос о том, зачем тогда нужен сильный искусственный интеллект, если все равно решение по ключевым вопросам развития технологий и научной деятельности будет принимать человек, – только ради самого процесса познания работы человеческого мозга? Конечно, в построении вычислительной техники на основе нейроморфных технологий этот вопрос является принципиально важным и необходимым. А в производстве агропродукции достаточно ли только применения слабого искусственного интеллекта и нужно ли чрезмерно усложнять технологии, создавая «думающие» машины? Скорее всего это вопрос времени, экономики и дальнейшего эволюционного

развития машинных технологий на основе рационального использования в них систем искусственного интеллекта.

При равенстве стоимости человеческого труда и роботов предпочтение будет отдаваться последним. Перед Россией стоит амбициозная задача войти в ТОП-25 развитых стран по использованию промышленных роботов. Вместе с тем, по мнению Илона Маска, избыточная роботизация и автоматизация на практике могут и не привести к ожидаемым результатам, поскольку значительно удорожает процесс производства [9].

Результаты и их обсуждение

Схема эволюционного развития физических и когнитивных «усилителей» человека представлена на рисунке 1.

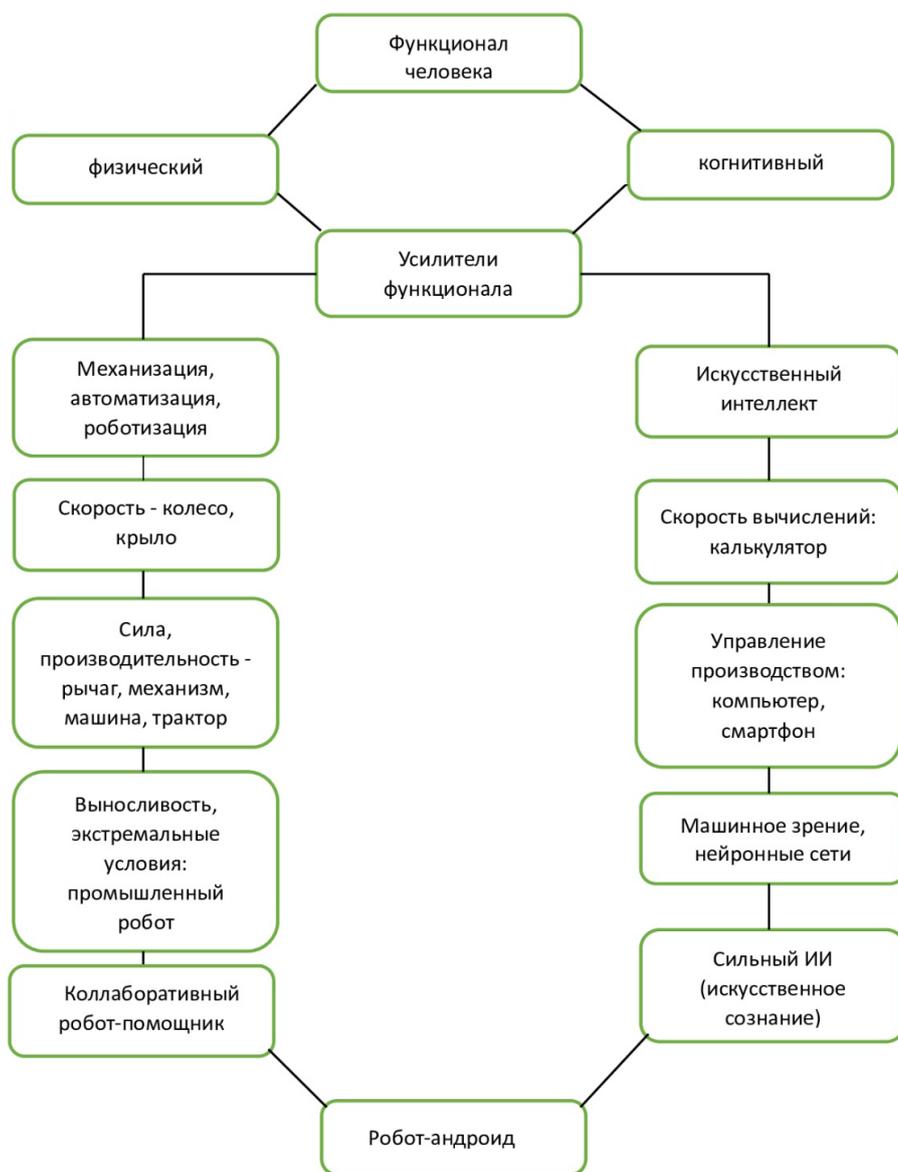


Рис. 1. Схема трансформации физических и когнитивных «усилителей» человеческого функционала

Fig. 1. Transformation diagram of physical and cognitive 'boosters' of human functionality

В процессе развития технического прогресса можно выделить два основных направления: первое – это механизация, автоматизация и роботизация как «усилители» физического функционала человека, благодаря которым возросли скорость, производительность и безопасность материального производства, а также возможность быстрого перемещения человека в пространстве и времени (автомобили, самолеты и др.); второе – информатизация, алгоритмизация, цифровизация и искусственный интеллект, ускоряющие и повышающие качество обработки информационных потоков. Эти два направления тесно взаимосвязаны, поскольку рост производительности труда повышает интенсивность обработки материальных потоков, а те в свою очередь способствуют росту информационных потоков, которые требуют обработки большого объема вычислений и применения соответствующих высокопроизводительных ЭВМ.

Таким образом, в процессе промышленной революции происходят своеобразное «отзеркаливание» физических и когнитивных возможностей человека в средствах механизации, автоматизации и информатизации и их постепенное слияние в человекоподобных роботах-андроидах (гуманоидах) (рис. 1).

Будет это направление тотальным или будет развиваться только в отдельных сферах обслуживания – покажет время. Но уже сейчас и в процессе материального производства (роботы-манипуляторы, беспилотники), и в сферах информационного обслуживания активно внедряются роботизированные технологии (автоответчики, запись к врачу, обслуживание в МФЦ), что позволяет сделать вывод о постепенном вытеснении рутинного человеческого труда машинным в различных сферах человеческой деятельности. В когнитивной сфере человек пытается познать самого себя, работу головного мозга и возможности создания нейроморфного компьютера, природоподобных технологий и др. [10].

В растениеводстве и животноводстве в ближайшей перспективе, очевидно, будет преобладать слабый ИИ в виде нейросетей, объединенных с различными биометрическими датчиками, идентифицирующими и контролирующими поведение и физиологическое состояние животных, растений и др. Преобладающим направлением развития ИИ будут алгоритмические программы, контролирующие и согласующие взаимодействие живых биологических объектов и обслуживающих их механизмов и машин. При проведении геномной оценки возможны ускорение селективного отбора животных и создание прогнозных моделей их продуктивных процессов (моделей лактации и др.).

Примерная структурная схема управления животноводческой фермой как сложной биомашинной системой «Ч-М-Ж-П-ОС» с использованием ИИ

представлена на рисунке 2. Контроль работы операторов (Ч), машин (М) и оборудования, участвующих в выполнении технологических процессов доения, кормления, управления микроклиматом и др., осуществляется локальными цифровыми информационно-управляющими системами ЛИУС_м, которые взаимодействуют с информационно-управляющей системой ЛИУС_ж, осуществляющей оперативный контроль качества продукции (П), физиологического состояния животных (Ж), биометрии и бонитировочных характеристик, а также исследования генома животных для улучшения селекционно-племенной работы. Экономика и управление предприятием в целом, взаимодействие с поставщиками и переработчиками, контроль окружающей среды (ОС), подготовка побочной продукции животноводства осуществляются интеллектуальной информационно-управляющей системой фермы ИИУС_ф. Функционал ИИ и данных подсистем подробно описан и проанализирован в работе [11].

Для управления животными в будущем возможно создание животных-киборгов. Такому животному может быть задан соответствующий правильный (эталонный) алгоритм поведения, которого будут придерживаться другие животные. Как будет управляться такое животное-киборг – с помощью вживленных чипов или полностью быть механическим роботом – покажет будущее [12].

Очевидно, что качественное повышение уровня управления биомашинной животноводческой фермы возможно на основе применения искусственного интеллекта и методов многокритериальной оценки. В соответствии с управляющей структурой биомашинной системы фермы можно предложить следующие критериальные группы ее оценки: $K_{\text{ЛИУС}_m}$, $K_{\text{ЛИУС}_ж}$, $K_{\text{ИИУС}_ф}$.

Критериальная группа $K_{\text{ЛИУС}_m}$ включает в себя показатели качества управления технологическими процессами в локальных биомашинных системах доения, кормления и др. При этом обеспечивается контроль качества работы операторов ($K_{\text{оп}}$) и контроль соответствующих групп машин по видам технологических процессов ($K_{\text{м}}$), что можно записать в виде логических соотношений:

$$K_{\text{ЛИУС}_m} = [\sum_{\text{оп}} j \in (j_{\text{оп}1} \dots j_{\text{оп}n}) \vee \sum (K_{\text{оп}1} \dots K_{\text{оп}n})] \wedge [\sum_{\text{м}} j \in (j_{\text{м}1} \dots j_{\text{м}n}) \vee \sum (K_{\text{м}1} \dots K_{\text{м}n})], \quad (1)$$

где $\sum_{\text{оп}}$, $\sum_{\text{м}}$ – количество типажей операторов и групп машин (доение, кормление и др.) соответственно; $(j_{\text{оп}1} \dots j_{\text{оп}n})$ – количество операторов j -типа (дояры, скотники и др.); $(K_{\text{оп}1} \dots K_{\text{оп}n})$ – показатели качества работы операторов j -типа; $j_{\text{м}1} \dots j_{\text{м}n}$ – количество машин j -типа (оборудование для микроклимата, доильные установки, кормораздатчики и др.); $K_{\text{м}1} \dots K_{\text{м}n}$ – показатели качества работы машин j -типа (производительность, время цикла обслуживания, показатели

надежности, экономного использования энергии и др.); \forall, \wedge – логические операторы исключительной дизъюнкции и соединения.

Показатели критериальной группы $K_{ЛИУСж}$ учитывают продуктивность, физиологическое состояние и геномную оценку животных:

$$K_{ЛИУСж} = [\sum_{ж} \in (j_{ж1} \dots j_{жп}) \vee \sum (K_{ж1} \dots K_{жп})] \wedge [\sum_{п} \in (j_{п1} \dots j_{пп}) \vee \sum (K_{п1} \dots K_{пп})] \wedge [\sum_{гж} \in (j_{гж1} \dots j_{гжп}) \vee \sum (K_{гж1} \dots K_{гжп})], \quad (2)$$

где $\sum_{ж}$ – количество половозрастных групп животных; $j_{ж1} \dots j_{жп}$ – количество животных конкретной

половозрастной группы; $K_{ж1} \dots K_{жп}$ – показатели физиологического состояния конкретной половозрастной группы; $\sum_{п}$ – количество видов получаемой продукции животноводства; $j_{п1} \dots j_{пп}$ – количество выпускаемой продукции данного вида; $K_{п1} \dots K_{пп}$ – показатели качества продукции данного вида; $\sum_{гж}$ – количество половозрастных групп животных, подлежащих геномной оценке; $j_{гж1} \dots j_{гжп}$ – количество показателей, определяемых при геномной оценке различных половозрастных групп животных; $K_{гж1} \dots K_{гжп}$ – качественные показатели геномной оценки различных половозрастных групп животных.

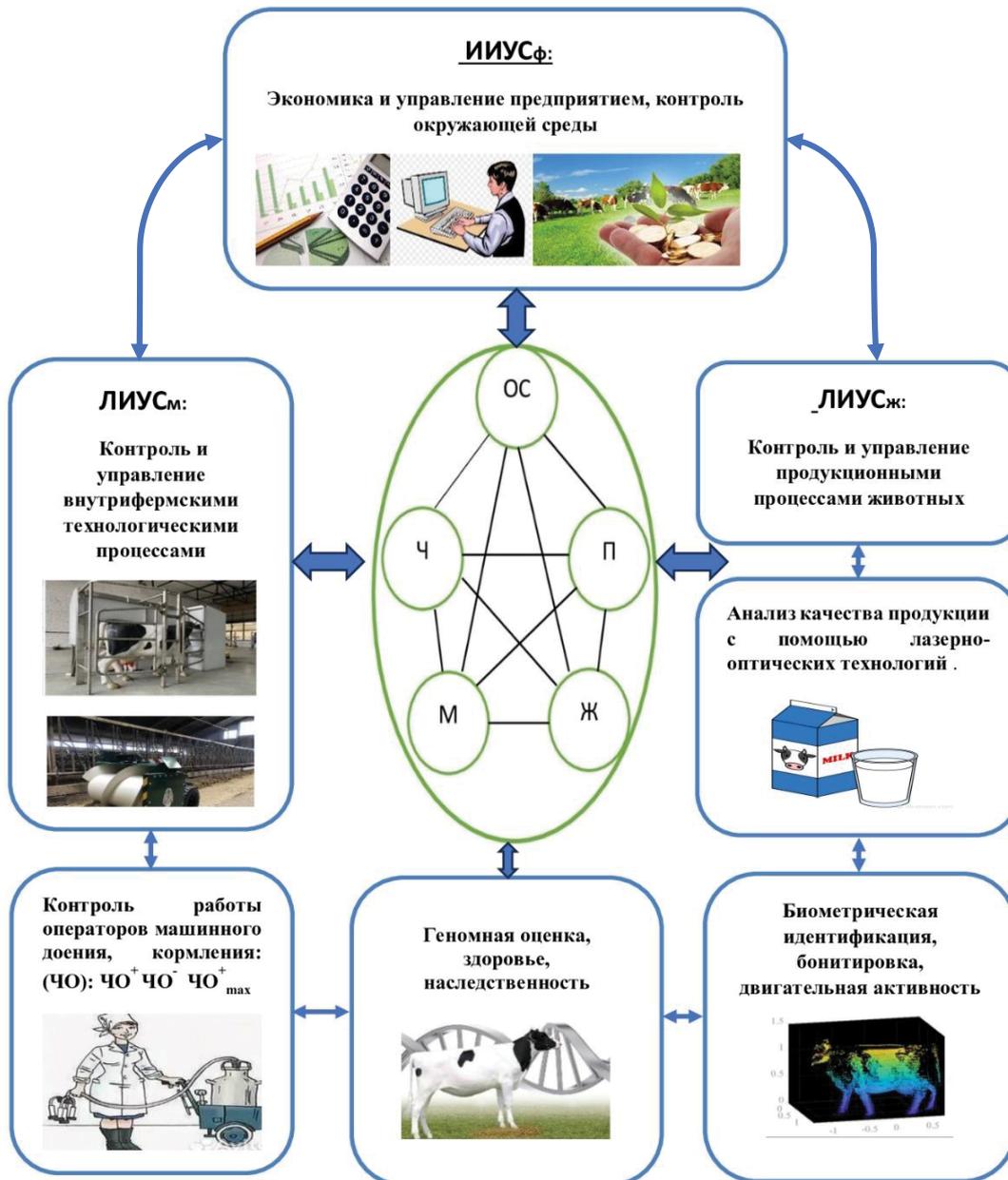


Рис. 2. Структурно-функциональная схема управления животноводческой фермой как сложной биомашинной системой «Ч-М-Ж-П-ОС» с использованием ИИ
 Fig. 2. Structural-functional control chart of a livestock farm as a complex biomachine system 'Man-Machine-Animal-Product-Environment' with the use of AI

Показатели критериальной группы $K_{ИИУСФ}$ включают в себя контроль качества управления фермой в целом (экономика, экология предприятия и окружающей среды, логистика основной и побочной продукции и др.):

$$K_{ИИУСФ} = [\sum_{пк} \in (j_{пк1} \dots j_{пкп}) \vee \sum(\Theta_{пк1} \dots \Theta_{пкп})] \wedge [\sum_{пм} \in (j_{пм1} \dots j_{пмп}) \vee \sum(\Theta_{пм1} \dots \Theta_{пмп})] \wedge [\sum_{эк} \in (j_{эк1} \dots j_{экп}) \vee \sum(K_{эк1} \dots K_{экп})], \quad (3)$$

где $\sum_{пк}$ – количество видов выпускаемой конечной продукции животноводства; $j_{пк1} \dots j_{пкп}$ – количество выпускаемой конечной продукции данного вида; $\Theta_{пк1} \dots \Theta_{пкп}$ – экономические показатели выпускаемой конечной продукции данного вида (себестоимость, рентабельность, оптовая цена и др.); $\sum_{пм}$ – количество видов выпускаемой побочной продукции животноводства; $j_{пм1} \dots j_{пмп}$ – количество выпускаемой побочной продукции данного вида; $\Theta_{пм1} \dots \Theta_{пмп}$ – экономические показатели выпускаемой конечной побочной продукции данного вида (себестоимость, рентабельность, оптовая цена и др.); $\sum_{эк}$ – группа экологических показателей животноводческого предприятия; $j_{эк1} \dots j_{экп}$ – количество контролируемых экологических показателей определенного вида; $K_{эк1} \dots K_{экп}$ – экологические показатели функционирования животноводческого предприятия (выбросы парниковых газов, концентрация вредных веществ в почве и воде, потребная площадь для утилизации побочной продукции, наличие санитарно-защитных зон и др.).

Выводы

1. Рассмотрев схему эволюции физических и когнитивных «усилителей» человеческого функционала

при создании антропоморфных роботов и основные направления использования слабого и сильного искусственного интеллекта в биомашинных системах для животноводства, предложили схему управления этими системами на основе использования искусственного интеллекта.

2. Представленная расширенная структурно-функциональная схема управления животноводческой фермой (сложной биомашсистемой «Человек-машина-животное-продукция-окружающая среда») включает в себя технологии искусственного интеллекта для обеспечения адаптивного управления материальными и информационными потоками и гармоничного взаимодействия машинных и биологических подсистем.

3. Для качественной и количественной оценки функционирования биомашсистемы животноводческой фермы предложили три критериальные группы показателей, учитывающих качество управления технологическими процессами в локальных биомашсистемах доения, кормление, геномную оценку, продуктивность и физиологическое состояние животных, экономические и экологические показатели качества управления фермой в целом.

4. К основным задачам, решаемым с помощью искусственного интеллекта, можно отнести контроль качества работы операторов, прогностические модели развития животных и их производственных процессов (кривые лактации), логистические задачи управления входящими и исходящими материальными потоками (экономика предприятия), контроль и прогнозирование функциональной надежности техники и др.

Список источников

1. Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. Биомашсистемы, функциональные системы и категорная теория систем // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2017. № 2 (26). С. 32-43. EDN: YTNKTT
2. Шевцов К.П. Мера души: сознание и память в концепции Джона Локка. Эпистемология и философия науки. 2012. Т. 34, № 4. С. 191-203. EDN: PJCURB
3. Балин В.Д. Сознание – научная категория или психическое явление? // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12 «Психология. Социология. Педагогика». 2009. № 4. С. 94-99. EDN: MBWABD
4. Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Хакимов А.Р., Юрочка С.С. Оценка поведенческих реакций у крупного рогатого скота // Аграрная наука. 2024. № 1. С. 75-80. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-75-80>
5. Кирсанов В.В. Структурнофункциональные модели построения автоматизированных и роботизированных молочных ферм нового поколения // Сельскохозяйственные

References

1. Chernoiivanov V.I., Sudakov S.K., Tolokonnikov G.K. Biomachine systems, functional systems and categorical theory of systems. *Vestnik Vserossiyskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Mekhanizatsii Zhivotnovodstva*. 2017;2(26):32-43. (In Russ.)
2. Shevtsov K.P. Measure of the soul: consciousness and memory in the concept of John Locke. *Epistemology & Philosophy of Science*. 2012;34(4):191-203. (In Russ.)
3. Balin V.D. Consciousness – scientific category or psychological phenomenon? *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. Series 12. Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika*. 2009;4:94-99. (In Russ.)
4. Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Khakimov A.R., Yurochka S.S. Evaluation of behavioral responses in cattle. *Agrarian science*. 2024;(1):75-80. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-75-80>
5. Kirsanov V.V. Structural and functional models for building new generation automated and robotic dairy farms. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2022;16(1):4-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-1-4-9>

машины и технологии. 2022. Т. 16, № 1. С. 4-9. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2022-16-1-4-9>

6. Харламов А.В., Коваленко В.П. Особенности поведения мясных коров с телятами на естественных и улучшенных пастбищах // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 1. С. 103-113. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-1-103>

7. Владимиров Ф.Е., Базаев С.О., Юрочка С.С., Хакимов А.Р. Техничко-технологическая оценка доильных роботов различных производителей // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2024. Т. 71, № 2. С. 70-76. EDN: ZXMDGA

8. Дубровский Д.И. Задача создания общего искусственного интеллекта и проблема сознания // Философские науки. 2021. Т. 64, № 1. С. 13-44. <https://doi.org/10.30727/0235-1188-2021-64-1-13-44>

9. Банников С.А. Мировые тренды роботизации и перспективы ее развития в России // BENEFICIUM. 2023. № 2 (47). С. 6-12. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).6-12](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).6-12)

10. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Природоподобные технологии: новые возможности и новые вызовы // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89, № 5. С. 455-465. <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895455-465>

11. Кирсанов В.В., Кирсанов С.В. Структура и функционал искусственного интеллекта для управления биомашсистемой животноводческой фермы // Техника и технологии в животноводстве. 2023. № 2 (50). С. 32-39. EDN: QGUSOK

12. Черноиванов В.И., Алексеев А.Ю., Толоконников Г.К., Гуров О.Н. Агрокиборг как биомашсистема: философские аспекты // Философия науки. 2022. № 4 (95). С. 75-97. EDN: TXQXEN

Информация об авторе

Кирсанов Владимир Вячеславович, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, профессор; Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ; 109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5; kirvv2014@mail.ru; SPIN-код: 3983-5253, AuthorID: 342616; <https://orcid.org/0000-0003-2549-4070>

Статья поступила 23.01.2025, после рецензирования и доработки 02.04.2025; принята к публикации 04.04.2025

6. Kharlamov A.V., Kovalenko V.P. Peculiarities of behavior and productivity of beef cows with calves on natural and improved pastures. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(1):103-113. (In Russ.) <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-1-103>

7. Vladimirov F.E., Bazaev S.O., Yurochka S.S., Khakimov A.R. Technical and technological assessment of milking robots from various manufacturers. *Electrical Engineering and Electrical Equipment in Agriculture*. 2024;71(2):70-76. (In Russ.)

8. Dubrovsky D.I. The task of the creation of artificial general intelligence and the problem of consciousness. *Russian Journal of Philosophical Sciences*. 2021;64(1):13-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.30727/0235-1188-2021-64-1-13-44>

9. Bannikov S.A. Global robotization trends and prospects for its development in Russia. *Beneficium*. 2023;2(47):6-12. (In Russ.) [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).6-12](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).6-12)

10. Kovalchuk M.V., Naraikin O.S., Yatsishina E.B. Nature-like technologies: new opportunities and new challenges. *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk*. 2019;89(5):455-465. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895455-465>

11. Kirsanov V.V., Kirsanov S.V. The artificial intelligence's structure and functionality for the biomachsystem managing on livestock farm. *Machinery and Technologies in Livestock*. 2023;2(50):32-39. (In Russ.)

12. Chernov Ivanov V.I., Alekseev A.Yu., Tolokonnikov G.K., Gurov O.N. Agrocyborg as a biomachine system: philosophical aspects. *The Philosophy of Science*. 2022;4(95):75-97. (In Russ.)

Author Information

Vladimir V. Kirsanov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng), Professor; Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutsky Proezd Str., 5; kirvv2014@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2549-4070>

Received 23.01.2025; Revised 02.04.2025; Accepted 04.04.2025