
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
869—
2023

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Варианты использования для автоматизации управления процессами

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 ноября 2023 г. № 54-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: info@tc164.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	2
4 Общие требования	4
5 Варианты использования искусственного интеллекта для автоматизации управления процессами	5
6 Классификация СИИУПЖ	5
7 Условия эксплуатации и требования к надежности СИИУПЖ	7
8 Функциональные требования к СИИУПЖ	8
Приложение А (справочное) Пример системы мониторинга крупного рогатого скота на основе датчиков-болюсов в рубце животных	9
Приложение Б (справочное) Пример искусственного интеллекта для управления биомашсистемой животноводческой фермы	10
Приложение В (справочное) Кроссплатформенная технология автоматического позирования колесных роботов на основе интеллектуальной системы технического зрения	13
Библиография	14

Введение

В настоящее время системы искусственного интеллекта для автоматизации управления технико-технологическими средствами сельского хозяйства находят широкое применение. Однако для их массового применения на объектах животноводства, требуется провести обобщение и дать классификацию основных понятий, определить структуру и направления применения искусственного интеллекта при обслуживании животных в рамках комплексного понятия «биомашсистемы», как сложно организованной системы «человек-машина-животное». Основным отличием данной системы является наличие крупных мобильных биологических объектов (животных), требующих постоянного физиологического и этологического контроля и эффективного технологического обслуживания (содержания, кормления, доения и др.) и контроля качества получаемой от них продукции (молоко, мясо и др.)

Настоящий стандарт является частью комплекса стандартов по установлению требований применения современных технологий в сельском хозяйстве, а именно в животноводстве.

Целью настоящего стандарта является определение вариантов использования искусственного интеллекта в животноводстве и общих требований, которые должны быть удовлетворены в процессе разработки и эксплуатации систем искусственного интеллекта для управления процессами в животноводстве (СИИУПЖ).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Варианты использования для автоматизации управления процессами

Artificial intelligence in animal husbandry. Use cases for process control automation

Срок действия — с 2024—01—01
до 2025—07—01**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт распространяется на системы искусственного интеллекта для автоматизации управления процессами в животноводстве (СИИУПЖ).

1.2 Настоящий стандарт определяет принципы проектирования СИИУПЖ.

1.3 Настоящий стандарт устанавливает требования к системам искусственного интеллекта, применяемым на технико-технологических средствах сельскохозяйственного производства отрасли агропромышленного комплекса (АПК) — животноводства (см. [1]).

1.4 Настоящий стандарт устанавливает требования к обеспечению и поддержанию надлежащего уровня эксплуатационной безопасности искусственного интеллекта в животноводстве, которыми следует руководствоваться при разработке, создании, внедрении, испытаниях и эксплуатации подобных систем.

Примечание — Целью настоящего стандарта является определение вариантов использования искусственного интеллекта в животноводстве и общих технических требований, которые должны быть удовлетворены в процессе разработки и в процессе эксплуатации СИИУПЖ.

Требования настоящего стандарта направлены на повышение эффективности контроля физиологического состояния и этиологии животных, управления автоматизированными и роботизированными средствами обслуживания животных, обеспечение экономической стабильности, экологической безопасности, эффективности производства продукции животноводства и менеджмента в животноводческих хозяйствах.

1.5 Настоящий стандарт регламентирует применение систем искусственного интеллекта для управления процессами в животноводстве (СИИУПЖ) на основе:

- создания и применения интеллектуальных алгоритмов обслуживания (самообслуживания) животных в локальных биомашсистемах (ЛБМС) доения, кормления, обеспечения микроклимата и др. с использованием технологий машинного обучения для контроля качества и управления входящими и исходящими материальными потоками (корм, вода, молоко, воздух, свет, навоз, побочные продукты и др.) и обслуживаемыми биологическими объектами (животными) с созданием комфортной среды для их обитания (см. [2] — [4]);

- построения моделей устойчивого развития и реализации производственных процессов внутри биомашсистемы животноводческой фермы: данные о продуктивности отдельных животных, их продукционных и генетических потенциалах на основе геномной оценки, бонитировочных (в том числе массо-габаритных) характеристиках, возможных наследственных заболеваний, продолжительности хозяйственного использования и др. (см. [4], [5]);

- моделей взаимодействия с окружающей средой: локальные метеостанции, контроль группового поведения животных на пастбищах, контроль экологической ситуации; управление себестоимостью продукции и экономикой предприятия в целом;

- регламентирования функций и алгоритмов обслуживания (самообслуживания) животных в ЛБМС (см. [4]), получения качественной продукции и утилизации продуктов их жизнедеятельности;
- создания, применения и регламентирования интеллектуальных алгоритмов и технико-технологических средств менеджмента в животноводческих хозяйствах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 33707 (ISO/IEC 2382:2015) Информационные технологии. Словарь

ГОСТ ISO 12100 Безопасность машин. Основные принципы конструирования

ГОСТ Р 59277—2020 Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта

ГОСТ Р 59853 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 70462.1 (ISO/IEC TR 24029—1:2022) Информационные технологии. Интеллект искусственный. Оценка робастности нейронных сетей. Часть 1. Обзор

ГОСТ Р ИСО 3534-1 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей

ГОСТ Р ИСО 4254-1 Машины сельскохозяйственные. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению

ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546 Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 автоматизация производства: Процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам.

3.2 тактическое управление процессами: Последовательность действий, включающая в себя: осуществление мониторинга окружающей обстановки, объектов инфраструктуры и участников технологического процесса, своевременное реагирование на окружающие объекты и события и планирование оперативных управляющих воздействий.

3.3 автоматизированная система управления процессами; АСУП: Система, состоящая из комплекса аппаратных и программных средств, в совокупности способных выполнять всю задачу управления процессами в длительном режиме вне зависимости от того, ограничена ли она конкретными условиями эксплуатации.

3.4 высокий уровень автоматизации управления процессами: Уровень автоматизации управления, при котором управление может передаваться от системы автоматизированного управления человеку-оператору, а в случае его неготовности принять управление на себя.

3.5 базовый набор управляющих воздействий на процессы: Совокупность управляющих воздействий на физические исполнительные механизмы, которые управляют техническими средствами и технологическими процессами.

3.6 скорректированный набор управляющих воздействий: Набор оперативных изменений в базовый набор управляющих воздействий на процессы, формируемый системой искусственного интеллекта на основе интерпретации входных данных об ситуационной обстановке и процессах.

3.7 безопасность автоматизированного управления: Состояние, характеризующее совокупностью параметров, включающих функциональные характеристики СИИУПЖ, и технологий, обеспечивающих недопустимость или минимизацию риска причинения вреда жизни человеку-оператору, обслуживаемых биологическим объектам (животным) и окружающей среде.

3.8 надежность СИИУПЖ: Свойство СИИУПЖ сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения, транспортирования и утилизации.

3.9 степень автономности: Уровень автоматизации управления, при котором все процессы управления осуществляются в автоматическом режиме, а человек-оператор отсутствует.

3.10 входные данные о состоянии сельскохозяйственных объектов: Текущие данные об объектах, которыми управляет система искусственного интеллекта, источниками которых являются бортовые камеры, радары, лидары, датчики физиологического состояния и двигательной активности животных, базы данных о половозрастных группах животных, рационах кормления, алгоритмах функционирования машин и оборудования и других источников.

3.11

искусственный интеллект: Комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение, поиск решений без заранее заданного алгоритма и достижение инсайта) и получать при выполнении конкретных практически значимых задач обработки данных результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека.

Примечание — Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных, анализу и синтезу решений.

[ГОСТ Р 59277—2020, пункт 3.18]

3.12

система искусственного интеллекта: Техническая система, в которой используются технологии искусственного интеллекта.

[ГОСТ Р 59277—2020, пункт 3.40]

Примечание — Обязательно включают в свой состав одну, или более, подсистему, каждая из которых может реализовывать алгоритм искусственного интеллекта.

3.13

технологии искусственного интеллекта: Комплекс технологических решений, направленных на создание систем искусственного интеллекта.

[ГОСТ Р 59277—2020, пункт 3.44]

3.14

алгоритм (algorithm): Конечное упорядоченное множество точно определенных правил для решения конкретной задачи.

[ГОСТ 33707—2016, статья 4.39].

3.15

датчик: Конструктивно обособленное устройство, содержащее один или несколько первичных измерительных преобразователей.

Примечания

1 Датчик может дополнительно содержать промежуточные измерительные преобразователи, а также меру.

2 Датчик может быть вынесен на значительное расстояние от устройства, принимающего его сигналы.

3 При нормированном соотношении значения величины на выходе датчика с соответствующим значением входной величины датчик является средством измерений.

[ГОСТ Р 8.673—2009, статья 3.3]

Примечание — Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

3.16

глобальная навигационная спутниковая система; ГНСС: Навигационная спутниковая система, предназначенная для определения пространственных координат, составляющих вектора скорости движения, поправки показаний часов и скорости изменения поправки показаний часов потребителя ГНСС в любой точке на поверхности Земли, акватории Мирового океана, воздушного и околоземного космического пространства.

[ГОСТ Р 52928—2010, статья 1]

3.17 локальные биомашсистемы; ЛБМС: Процессные биомашсистемы «человек — машина — животное», локализованные по месту обслуживания животных и типу используемых (получаемых) материальных продукционных потоков.

3.18 доение: Процесс получения молока от сельскохозяйственных животных (коров, коз, овец, кобыл).

3.19 бонитировочные характеристики: Показатели для индивидуальной оценки животных, которая устанавливает продуктивные и племенные качества животных путем оценки их по комплексу признаков (происхождению, продуктивности, экстерьеру, живому весу и качеству потомства).

Примечание — Основные бонитировочные показатели по [5] (из каждой позиции для примера можно выбрать по одному-двум):

12 индексов телосложения: длинноногости, растянутости, перерослости, костистости, большеголовости, массивности, мясности, тазо-грудной, грудной, шилозадости, сбитости, широколобости;

18 основных промеров крупного рогатого скота: длина головы, длина лба, наибольшая ширина лба, высота в холке, высота спины, высота поясницы, высота крестца, глубина груди, прямая длина туловища, косая длина туловища, косая длина зада, ширина груди за лопатками, ширина зада в маклоках, ширина таза в тазобедренных сочленениях, ширина зада в седалищных буграх, обхват груди за лопатками, обхват пясти, полуобхват зада;

6 категорий типа телосложения: превосходный (90 баллов и более), отличный (элита-рекорд), хороший с плюсом (элита), хороший (1-й класс), удовлетворительный (2-й класс), плохой (менее 60 баллов).

4 Общие требования

Организация, разрабатывающая программы СИИУПЖ, должна проводить испытания (тестирование, валидацию) программ, идентифицировать, отбирать и поддерживать в рабочем состоянии те программы, которые:

- а) соответствуют размеру и виду животноводческого хозяйства;
- б) способны минимизировать вероятность попадания загрязнителей в продукцию животноводства и удовлетворяют требованиям, установленным в настоящем стандарте;
- в) предусматривают внедрение регуляторных требований, относящихся к защите от загрязнения;
- г) относятся к программам, указанным в настоящем стандарте и рекомендуемым для отрасли животноводства, перерабатывающим предприятиям, получающим конечный продукт, или компетентным органам, принимающим решения.

Организация должна разрабатывать и вести соответствующую документацию, вести методическую работу и предоставлять консультационные услуги:

- а) регуляторных требований, которым должны удовлетворять выбранные программы СИИУПЖ;
- б) разработанных внешними организациями рекомендаций, из состава которых выбраны программы СИИУПЖ;
- в) описания выбранных программ СИИУПЖ и порядка управления программами.

5 Варианты использования искусственного интеллекта для автоматизации управления процессами

Варианты использования искусственного интеллекта в животноводстве подразделяют на следующие сферы:

- FM (farm management) — управление фермой (мониторинг работы фермы, отслеживание и подсчет продукции, определение эффективности производства, финансовый анализ, анализ энергопотребления, интеграция технологий и реализация решений);
- PDM (pest and disease management) — диагностика и профилактика (лечение) заболеваний и контроль поведения животных [диагностика, профилактика и лечение маститов у коров, контроль половой охоты (двигательной активности и изменения высоты положения датчика относительно поверхности пола в помещении или земли на выгульной площадке), приближения родов, аномалий развития опорно-двигательного аппарата и репродуктивных органов] (пример приведен в приложении А);
- адаптивное управление мобильными и стационарными техническими средствами для адресного индивидуально-группового обслуживания животных в ЛБМС доения, кормления, содержания и др. (пример приведен в приложении Б);
- использование технических средств — мобильных и стационарных машин и оборудования для животноводства (молочное и мясное животноводство, свиноводство, скотоводство, овцеводство, птицеводство, в животноводческих комплексах и др.);
- использование технологий машинного обучения для контроля качества входящих и исходящих продукционных и материальных потоков (корм, вода, молоко, воздух, свет, навоз, побочные продукты и др.) (пример приведен в приложении В);
- контроль и управление параметрами микроклимата в животноводческих помещениях (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, концентрация вредных газов);
- финансово-экономический, энергетический и экологический аудит животноводческих предприятий;
- принятие решения по управлению технологическими процессами в животноводстве;
- менеджмент в животноводческих хозяйствах;
- и другие.

6 Классификация СИИУПЖ

6.1 СИИУПЖ классифицируют (см. ГОСТ Р 59277—2020, таблица 1):

- по уровням автоматизации;
- функциям контура управления;
- комплексности и сложности;
- методам обработки информации;
- управлению знаниями, моделям и методам обучения;
- методам достижения интеграции и интероперабельности.

6.2 В зависимости от уровня автоматизации СИИУПЖ подразделяют на следующие виды:

- автоматизированная система — система, состоящая из персонала (водителя, оператора, лица, принимающего решения, оператора машинного доения, ветеринарного врача, зоотехника) и комплекса средств автоматизации контроля деятельности СИИУПЖ, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций (см. ГОСТ Р 59853, ГОСТ 33707);

- автоматическая система — совокупность управляемого объекта и автономной системы искусственного интеллекта, функционирующая самостоятельно, без участия человека (см. ГОСТ Р 59277).

6.3 В зависимости от функций контура управления СИИУПЖ подразделяют на следующие виды:

- системы с обратной связью;
- системы реального времени;
- адаптивные системы;
- системы формирования цели (системы целеполагания);
- системы формирования контура управления и обучения;
- системы обработки измерений;
- системы идентификации и диагностики;
- системы когнитивного моделирования;
- системы логического вывода;

- системы принятия (поддержки) решений;
- экспертно-аналитические системы;
- системы оценки достижения цели;
- ситуационные центры;
- системы прогнозирования;
- прочее.

6.4 В зависимости от комплексности и сложности СИИУПЖ подразделяют на следующие виды:

- многоагентные системы, состоящие из множества взаимодействующих интеллектуальных агентов — могут решить проблемы, которые трудны или невозможны для отдельного агента или для единой (моноклитной) системы (см. [2]);

- системы «Большие данные» (см. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546);

- системы сетевой экспертизы;

- распределенные системы управления — обеспечивают решение проблемы управления на базе распределенной системы знаний в отличие от многоагентных систем, где базы знаний отдельных агентов взаимодействуют;

- системы распределенных ситуационных центров;

- прочее.

6.5 В зависимости от метода обработки данных СИИУПЖ подразделяют на следующие виды:

- нейросети (сверточные, глубокого обучения, рекуррентные и другие);

- обучение на примере;

- эволюционные и генетические алгоритмы;

- муравьиные алгоритмы;

- иммунные вычисления;

- роевые вычисления;

- метод Байеса;

- уменьшение размерности;

- природные вычисления;

- мягкие вычисления;

- кластеризация;

- дерево решений;

- сетевые решения;

- регуляризация;

- аналоговая обработка данных;

- обработка Фурье-образов;

- регрессия;

- решение обратных задач;

- система правил;

- прочее.

6.6 В зависимости от управления знаниями, моделей и методов обучения СИИУПЖ подразделяют на следующие виды:

- процедурные;

- декларативные;

- семантические;

- производственные;

- фреймовые;

- нейросетевые;

- генетические;

- логические;

- онтологический инжиниринг;

- статистические;

- нечеткие знания;

- нечеткая логика;

- многомерное представление (3D, 4D);

- функциональные;

- технологические;

- методологические;

- вероятностные;
- комбинированное обучение;
- непрерывное обучение;
- единовременное обучение;
- прочее.

6.7 В зависимости от методов достижения интеграции и интероперабельности СИИУПЖ подразделяют на следующие виды:

- системы с интеграцией на базе онтологий;
- системы на базе профилирования;
- системы, использующие классификаторы;
- прочее.

7 Условия эксплуатации и требования к надежности СИИУПЖ

7.1 СИИУПЖ эксплуатируются непрерывно с момента их активации до момента их деактивации.

7.2 Требования к надежности СИИУПЖ

7.2.1 СИИУПЖ должны функционировать с минимумом ошибок первого и второго рода при нормальной бесперебойной работе источников входных данных об обстановке и процессах.

Примечание — Определения ошибок первого и второго рода приведены в ГОСТ Р ИСО 3534-1.

7.2.2 При обнаружении неисправностей в работе СИИУПЖ должен быть предусмотрен переход в режим безопасного состояния с уведомлением об этом обслуживающего персонала и инженерно-технической службы фермы.

7.2.3 Если безопасное состояние СИИУПЖ не может быть достигнуто путем перехода к нему за незначительный промежуток времени, разработчиком СИИУПЖ должен быть специфицирован аварийный режим, в том числе остановка процесса.

7.2.4 Если в соответствии с целями безопасности рабочему персоналу или другим лицам, потенциально подвергающимся риску, приводится информация о необходимых действиях, требуется, чтобы такие действия, а также соответствующие средства и элементы управления были определены в концепции функциональной безопасности (см. ГОСТ Р ИСО 4254-1, ГОСТ ISO 12100).

7.3 СИИУПЖ должны обеспечивать заданные показатели надежности при использовании источников входных данных о текущей обстановке в любое время года при допустимых значениях внешних условий (температура воздуха, влажность, скорость ветра и пр.), определяемых самостоятельно каждым производителем СИИУПЖ.

7.4 СИИУПЖ должны обеспечивать доверие к системе искусственного интеллекта — уверенность потребителя, и при необходимости, организаций, ответственных за регулирование вопросов создания и применения систем искусственного интеллекта, и иных заинтересованных сторон в том, что система способна выполнять возложенные на нее задачи с требуемым качеством.

7.5 Требования к информационной безопасности СИИУПЖ должны соответствовать следующим свойствам (см. [1], [6], [7]):

- надежность;
- стабильность;
- восстанавливаемость;
- устойчивость к ошибке;
- защищенность;
- помехоустойчивость;
- точность позиционирования;
- обучаемость.

7.6 Конкретные количественные показатели требований к надежности, робастности и безопасности СИИУПЖ должны быть определены с учетом текущего уровня развития техники и внесены в техническое задание для разработки СИИУПЖ (см. ГОСТ Р 70462.1, ГОСТ Р ИСО 4254-1, ГОСТ ISO 12100).

7.7 Конкретные количественные показатели условий эксплуатации СИИУПЖ должны быть определены с учетом текущего уровня развития техники, внесены в техническое задание для разработки СИИУПЖ и должны соответствовать требованиям к условиям эксплуатации согласно правовым документам (см. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126).

8 Функциональные требования к СИИУПЖ

8.1 СИИУПЖ должна обеспечивать следующие функциональные требования (см. [8] — [11]):

- а) интерпретация входных данных;
- б) планирование базового маршрута содержания и ухода за животными;
- в) интерпретация входных данных о процессах в животноводстве;
- г) контроль качества кормов и получаемой животноводческой продукции;
- д) контроль и управление микроклиматом в помещениях;
- е) мониторинг и контроль состояния животных;
- ж) оперативное управление;
- и) тактическое управление.

8.2 Интерпретация входных данных подразумевает необходимость осуществлять автоматизированный сбор и анализ данных о текущем состоянии и местоположении технико-технологических средств, конечной точки движения, альтернативных маршрутах, характеристиках и состоянии инфраструктуры, и других параметрах.

8.3 Планирование базового маршрута технологических средств на основе входных данных необходимо для разработки оптимального маршрута и соответствующего ему базового набора маневров и управляющих воздействий.

8.4 Оценка обстановки на основе входных данных о ней подразумевает осуществление непрерывной разработки альтернативных скорректированных наборов управляющих воздействий, а также проведение их оптимизации по многофакторному набору критериев, определяющих конечную реакцию СИИУПЖ на каждое технологическое событие (действие).

8.5 Мониторинг и контроль состояния животных, почвы, микроклимата помещений и окружающей среды необходим для своевременного выявления и обработки ошибок (в том числе на аппаратном уровне) в СИИУПЖ, а также для перехода в заданное разработчиком безопасное состояние при их выявлении.

8.6 При остановке высокоавтоматизированного режима работы (независимо от причины) процедура перезапуска системы автоматизированного управления процессом должна осуществляться исключительно лицом, принимающим решение.

8.7 Выработка управляющих воздействий должна быть реализована в виде генерации данных, содержащих информацию о необходимом наборе управляющих воздействий на исполнительные органы управляемой системы.

Приложение А (справочное)

Пример системы мониторинга крупного рогатого скота
на основе датчиков-болюсов в рубце животных

Системы мониторинга здоровья КРС

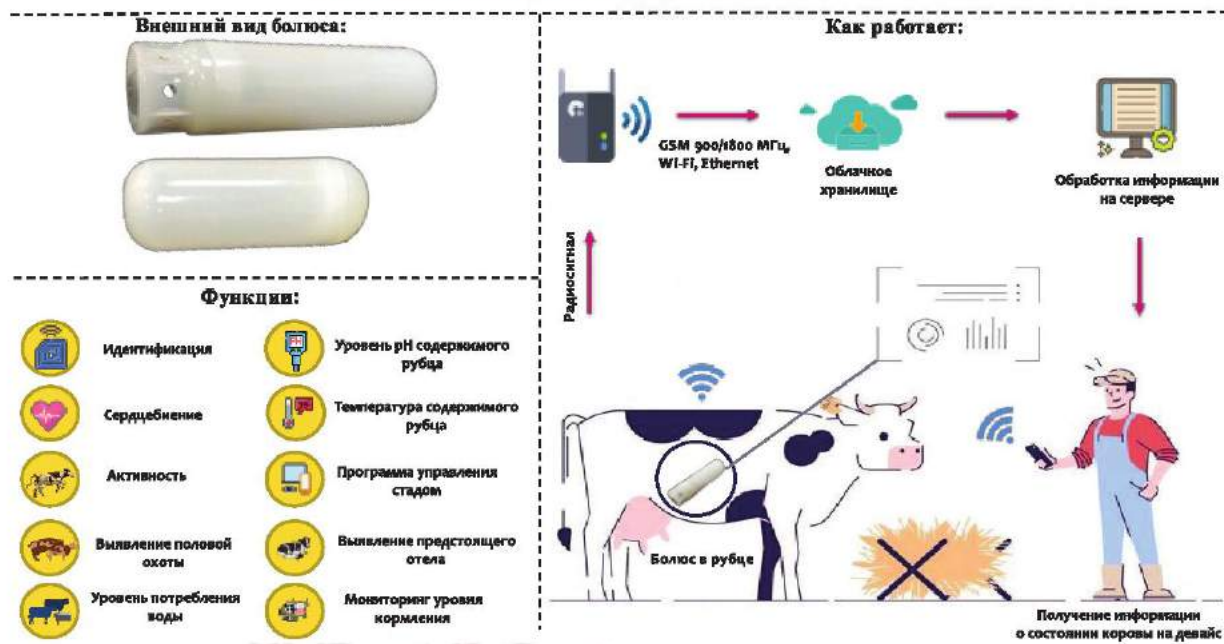


Рисунок А.1 — Системы мониторинга здоровья крупного рогатого скота

Приложение Б
(справочное)

**Пример искусственного интеллекта для управления биомашсистемой
животноводческой фермы**

Б.1 Возможные уровни реализации искусственного интеллекта (ИИ) в животноводстве:

1-й уровень — это контролирующая и регулирующая функции, основанные на знаниях и закономерностях функционирования алгоритмов обслуживания (самообслуживания) животных в ЛБМС, технологиях машинного обучения для контроля качества входящих и исходящих производственных и материальных потоков (корм, вода, молоко, воздух, свет, навоз, побочные продукты и др.);

2-й уровень — это построение прогнозных моделей устойчивого развития производственных процессов внутри самой биомашсистемы: данные о продуктивности отдельных животных, их производственных и генетических потенциалах на основе геномной оценки, массо-габаритных и бонитировочных характеристиках, возможных наследственных заболеваний, продолжительности хозяйственного использования и др.;

3-й уровень — взаимодействие с окружающей средой (локальные метеостанции, контроль группового поведения на выпасах, контроль экологической ситуации: переработка отходов, выбросы парниковых газов; управление экономикой предприятия: прогнозирование закупочной цены, спроса, управление себестоимостью продукции и др.).

Б.2 Данные особенности функционирования ИИ в животноводстве отражены на рисунке Б.1 в виде структурированной схемы ИИ при взаимодействии отдельных звеньев биомашсистемы, представляющих подсистемы «человек-машина-животное».

Подсистема ИИ входит в структуру информационно-управляющей системы фермы ИИУС_Ф с соответствующим программным обеспечением (ПО) и базой данных (БД). В свою очередь подсистема ИИ ИИУС_Ф включает подсистему ИИ ЛИУС_М (мультиагентного управления ЛБМС доения, кормления и др.) и подсистему ИИ ИУС_Ж контроля и управления подсистемой «животное».

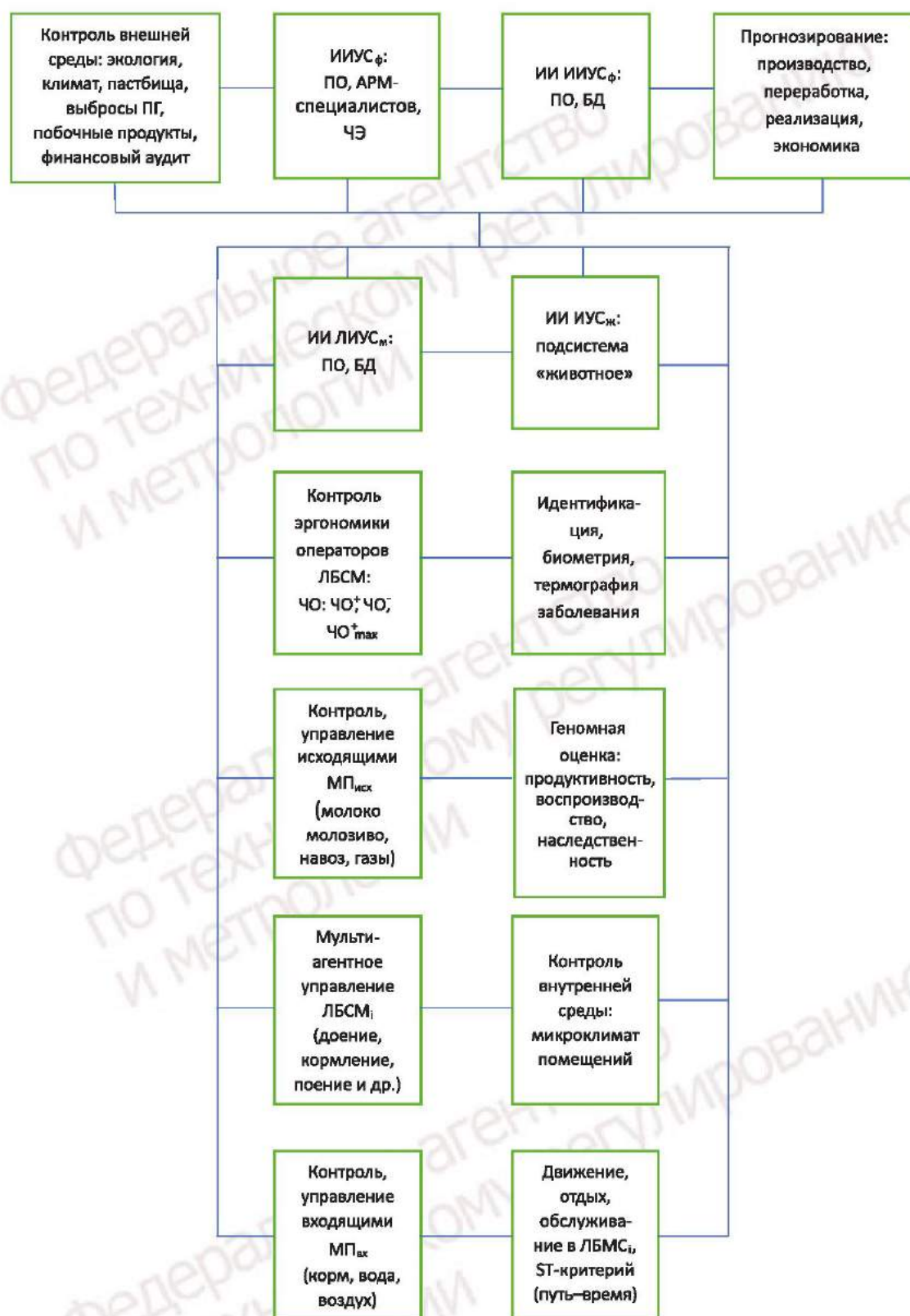


Рисунок Б.1 — Структурная схема искусственного интеллекта для управления биомассовой системой животноводческой фермы

Обозначения, использованные на рисунке Б.1:

ИИУС_ф — информационно-управляющая системы фермы;

ИИ ИИУС_ф — искусственный интеллект информационно-управляющей системы фермы;

ПО — программное обеспечение;

БД — база данных;

АРМ — автоматизированное рабочее место специалиста;

ИИ ЛИУС_м — искусственный интеллект локальной информационно-управляющей системы с мультиагентным управлением;

ЛБМС — локальная биомашсистема;

ИИ ИУС_ж — искусственный интеллект информационно-управляющей системы «животное»;

ЧО — человек-оператор;

ЧО⁺ — добросовестный человек-оператор;

ЧО[−] — человек-оператор, нарушающий функциональные обязанности;

ЧО⁺_{max} — добросовестный человек-оператор, работающий с переутомлением;

ЧЭ — человек-эксперт (специалист-зоотехник, ветврач);

МП_{исх} — исходящий материальный поток;

МП_{вх} — входящий материальный поток;

ST — интегральный критерий обслуживания животных в ЛБМС (перемещение — время).

ИУС_ж контролирует с помощью ИИ местонахождение и перемещения животных (двигательную активность) по интегральному ST-критерию (путь — время): локальные перемещения и время обслуживания животных в ЛБМС и их аномальные значения: повышенное время ожидания обслуживания в доильном зале или доильном роботе, увеличенное число подходов к поилкам, кормовому столу из-за недостатка воды, корма, отсутствие движения у ослабленных животных или недостаточный отдых (менее 14 часов в сутки у высокопродуктивных животных), повышенная двигательная активность коров при половой охоте и др. В ЛБМС, непосредственно, при контактном обслуживании «машиной» контролируется упитанность животных (3D-камерой), проводится тепловизионная термография вымени и конечностей с оценкой их возможных патологий (воспаление вымени, суставов), количество подходов к кормовому столу и поедаемого корма, потребление воды, надой молока, акты урикации и дефекации. Данные сигналы поступают с соответствующих датчиков, расположенных на животных: в ошейниках, в рубце желудка (датчики-болюсы), на хвосте коровы (сигналы об актах дефекации, урикации и приближающихся родах), в информационно-управляющую систему контроля животных ИУС_ж, где информация обрабатывается, выделяются аномальные отклонения показателей, анализируется здоровье животных, их физиологический статус (лактация, запуск, сухостой, роды) и др. За ЧО также должен следить ИИ, контролирующий снижение его функциональных способностей при работе на конвейерах (например, доильных установках «Карусель»), фиксируя утомляемость оператора. При этом можно выделить три составляющих психологического и эргономического статуса ЧО: ЧО⁺ (добросовестное выполнение), ЧО[−] (халатное отношение, недовыполнение функций) и ЧО⁺_{max} (добросовестное выполнение с переутомлением). Данные задачи целесообразно решать на основе математического аппарата нечеткой логики. Таким образом, ИИ — это часть естественного интеллекта человека (ЧО⁺ и ЧЭ), передаваемого машине для реализации полноценного контроля за животными и выполнением механизированных (автоматизированных и роботизированных) технологических операций. Данная функция передается локальным информационно-управляющим системам ЛИУС_м в ЛБМС, которые могут взаимодействовать между собой посредством Интернета вещей, разгружая ЧО и ЧЭ от принятия рутинных оперативных решений при некритичном отклонении производственных показателей крупного рогатого скота (КРС): корректировка рационов кормления, алгоритмов доения и др. При существенных отклонениях (пропуски доения, кормления, аномальное снижение продуктивных показателей на 10 % и более, отклонения в параметрах качества молока: электропроводность, примеси крови, наличие антибиотиков в молоке) подаются тревожные сигналы с соответствующей ЛИУС_м на АРМ специалистов ИИУС_ф и на логистические посты, разделяющие потоки продукции от здоровых и подозреваемых в заболевании животных и отделяющие самих животных для обследования профильными специалистами в отдельном помещении.

Приложение В
(справочное)

**Кроссплатформенная технология автоматического позирования
колесных роботов на основе интеллектуальной системы
технического зрения**

Технология предусматривает сканирование оптических показателей окружающего пространства, алгоритмическую обработку данных и моделирование траектории движения. Реализация описанной технологии достигается посредством двух оптических камер с обработкой видеоряда алгоритмами машинного обучения. Технология обеспечивает точность движения колесных роботизированных технических средств с максимальной погрешностью позиционирования до 0,01 м относительно центра масс колесного робота. Алгоритм работы роботизированного устройства для обслуживания кормового стола приведен на рисунке В.1.



Рисунок В.1 — Алгоритм работы колесного робота обслуживания кормового стола

Библиография

- [1] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2021 г. № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»
- [2] Приказ Минсельхоза России от 21 октября 2020 г. № 622 «Об утверждении ветеринарных правил содержания крупного рогатого скота в целях его воспроизводства, выращивания и реализации» (зарегистрирован в Минюсте России 29 октября 2020 г. № 60628)
- [3] РД-АПК 1.10.01.01-18 Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота
- [4] Черноиванов В.И. Цифровые технологии в АПК // Техника и оборудование для села. 2018. № 5. С. 2—4
- [5] Методические рекомендации по Порядку и условиям проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. Москва. 2020. 36 с.
- [6] Душкин Р. В., Андронов М. Г. Многоагентная транспортная система и V2X-взаимодействие как важный шаг перехода к беспилотному автомобильному транспорту//Транспортное планирование и моделирование: Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, 16—17 апреля 2020 г., СПб.: «Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2020. 184 с., С. 54—65
- [7] Требования к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды (утверждены Приказом Федеральной службы по техническому и экспортному контролю России от 14 марта 2014 г. № 31)
- [8] Stomp M., Leroux M., Cellier M., Henry S., Lemasson A., Hausberger M. 2018b. An unexpected acoustic indicator of positive emotions in horses. PLOS ONE 13, e0197898. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197898>, doi:10.1371/journal.pone.0197898
- [9] Baciadonna L., Briefer E.F., Favaro L., McElligott A.G. 2019. Goats distinguish between positive and negative emotion-linked vocalisations. Frontiers in Zoology 16. URL: <https://doi.org/10.1186/s12983-019-0323-z>, doi:10.1186/s12983-019-0323-z.
- [10] Leliveld L.M., Düpjan S., Tuchscherer A., Puppe B. 2017. Vocal correlates of emotional reactivity within and across contexts in domestic pigs (*sus scrofa*). Physiology & Behavior 181, 117—126. URL: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.09.010>, doi:10.1016/j.physbeh.2017.09.010.
- [11] Sapozhnikova K., Hussein S., Taymanov R., Baksheeva I. 2018. Recognition of expected listeners' emotions based on the artificial intelligence methods, in: 28th International Scientific Symposium «Metrology and Metrology Assurance 2018», p. 297—302. URL: <http://metrology-bg.org/fulltextpapers/443.pdf>.

УДК 004.93.14:006.354

ОКС 35.020

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация управления, СИИУПЖ, технико-технологические средства, классификация, варианты использования, животноводство, общие требования

Федеральное агентство
по техническому регулированию
и метрологии

Федеральное агентство
по техническому регулированию
и метрологии

Федеральное агентство
по техническому регулированию
и метрологии

Федеральное агентство
по техническому регулированию
и метрологии

Федеральное агентство
по техническому регулированию
и метрологии

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 17.11.2023. Подписано в печать 06.12.2023. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru