ства снековой продукции. Разработанный продукт отвечает устойчивому тренду роста сегмента полезных снеков (7–9% годовых) [1] и отличается высокой пищевой ценностью: крапива служит источником белка (до 4%) [3], а ботва свёклы – клетчатки [4]. Оптимальная рецептура №1, получившая 50% предпочтений фокус-группы и соответствующая ГОСТ 35059-2024 [5], имеет себестоимость порции 180 г – 23,58 руб. [6]

Список использованной литературы

1. Анализ рынка снеков в России в 2021–2025 гг, прогноз на 2026–2030 гг [Электронный ресурс] / BusinesStat // РБК Магазин исследований. – 2026. – Режим доступа: https://marketing.rbc.ru/research/ (дата обращения: 13.03.2026).
2. Дайджест «Плодоовощная продукция»: в России выросло производство тепличных овощей [Электронный ресурс] / Центр Агроаналитики. – 2025. – Режим доступа: https://specagro.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
3. Алиева, С. М. Природное сырье в рационе кур-несушек / С. М. Алиева, Р. Ш. Ибрагимов, Р. Р. Ахмедханова // Евразийский Союз Ученых. – 2014. – № VI. – С. 82–83.
4. Врач рассказала о пользе листьев свеклы [Электронный ресурс] // ФАРМКОНТРОЛЬ. – 2025. – Режим доступа: https://www.pharmcontrol.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
5. ГОСТ 34146–2017. Чипсы. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2017. – 12 с.
6. Анализ рынка картофельных чипсов в России – 2026. Показатели и прогнозы [Электронный ресурс] / Tebiz Group. – 2026. – Режим доступа: https://tebiz.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
7. Донской сельхозпроизводитель поставляет чипсовый картофель в Москву, Петербург и другие города России [Электронный ресурс] // Эксперт ЮГ. – 2026. – Режим доступа: https://expertsouth.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).

УДК 636.4.087.61

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОДОДВИГАНИЯ КОРМОВ

М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор,
В.И. Ветушко, старший преподаватель,
К.В. Горецкий, аспирант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Пушкин, Российская Федерация
martan-rs@yandex.ru

Аннотация. Современные технологии автоматизации в аграрной сфере стремительно развиваются, и одним из ключевых направлений является роботизация

процессов животноводства, в том числе систем пододвигания кормов. Для повышения эффективности выполнения этих задач принципиально важным является внедрение систем позиционирования, которые обеспечивают точность, надежность и безопасность работы роботизированных установок.

Abstract. Modern automation technologies in the agricultural sector are rapidly evolving, and the robotization of livestock farming processes – including feed-pushing systems – represents a key area of development. To enhance the efficiency of these tasks, the implementation of positioning systems is crucial, as they ensure the accuracy, reliability, and safety of robotic unit operations.

Ключевые слова. пододвигание кормов, автоматизация животноводства, системы позиционирования.

Key words. feed pushing, livestock farming automation, positioning systems.

Актуальность

Системы позиционирования играют ключевую роль в автоматизации процессов в сельском хозяйстве, особенно в контексте роботизированных установок для пододвигания кормов [1, 2]. С увеличением потребностей в эффективном управлении ресурсами и оптимизации процессов кормления животноводческих комплексов, разработка и внедрение высокоточных систем позиционирования становится ключевым фактором, определяющим производительность и экономическую целесообразность роботизированных систем (рисунок 1) [3, 4].

Результаты исследований

В современных роботизированных комплексах, предназначенных для пододвигания кормов, применяются различные системы позиционирования, выбор которых определяется условиями эксплуатации и требуемой точностью навигации. Классификация таких систем охватывает как глобальные, так и локальные методы определения координат. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) обеспечивают высокую точность позиционирования на открытых пространствах за счет приема сигналов со спутников, однако их эффективность снижается в условиях закрытых помещений или на территориях с плотной застройкой [5, 6]. Альтернативой выступают инерциальные навигационные системы (ИНС), которые рассчитывают перемещение на основе показаний акселерометров и гироскопов; будучи полностью автономными, они подвержены накоплению погрешности в процессе длительной работы. Для работы в ограниченных пространствах предпочтительны системы локального позиционирования, использующие

стационарно установленные датчики – лазерные дальномеры, ультразвуковые сенсоры, индуктивные элементы (взаимодействующие с металлическими пластинами) или техническое зрение, что позволяет достичь субсантиметровой точности в пределах малой зоны [7]. Наибольшую надежность демонстрируют комбинированные системы, интегрирующие данные разных технологий, например, ГНСС и ИНС, что позволяет взаимно компенсировать их недостатки и минимизировать ошибки позиционирования [8].

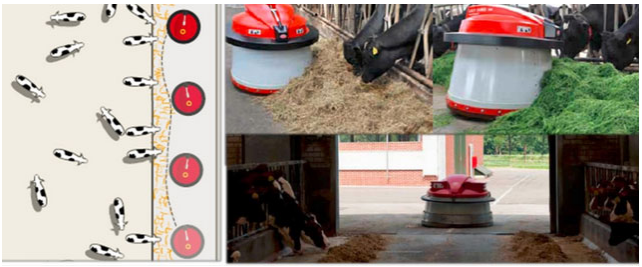


Рисунок 1 – Робот-пододвигатель корма
и траектория его проезда по кормовому столу [5, 6, 8]

При проектировании таких установок необходимо учитывать специфику рабочей среды: габариты помещения, поголовье животных, физико-механические свойства корма и конфигурацию препятствий. Применение систем позиционирования открывает ряд технологических преимуществ. В первую очередь, это оптимизация маршрутов движения: использование точных навигационных данных позволяет роботу строить энергоэффективные траектории, причем инерциальные системы способны адаптировать маршрут в реальном времени к изменениям обстановки. Интеграция с компьютерным зрением наделяет робота способностью распознавать и обходить препятствия, что особенно актуально для динамичной среды животноводческих ферм. Развитие адаптивных алгоритмов на базе искусственного интеллекта позволяет, анализируя данные о местоположении и поведении животных, прогнозировать потребность в пододвигании корма и своевременно корректировать режим работы [9, 10].

В конечном счете автоматизация процесса снижает долю ручного труда, высвобождая персонал для выполнения других задач, а также способствует сокращению потерь корма за счет его равномерного распределения.

Наряду с очевидными достоинствами, внедрение сложных навигационных систем сопряжено с определенными ограничениями. Ключевым барьером остается высокая стоимость оборудования и интеграции, требующая значительных капиталовложений. Кроме того, существует технологическая зависимость от стабильности внешних сигналов – например, ухудшение приема ГНСС может напрямую влиять на эффективность работы установки. Наконец, для поддержания заявленной точности необходимы регулярное техническое обслуживание и калибровка сенсорного оборудования, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Заключение

Системы позиционирования играют ключевую роль в роботизированных установках для пододвигания кормов, обеспечивая высокую степень автоматизации и эффективность выполнения задач. Выбор подходящей системы зависит от множества факторов, включая условия эксплуатации, специфику животноводческой фермы и бюджетные ограничения. Предварительный анализ показывает, что для робота, перемещающегося в пределах животноводческого помещения, наиболее оптимальным подходом является использование ультразвукового датчика и/или сочетания индуктивного датчика и металлических пластин.

Список использованной литературы

1. Михайлов Ф.М. Система автоматического подталкивания корма на фермах КРС / Ф.М. Михайлов, М.А. Керимов // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург-Пушкин, 24-26 марта 2021 года. Том Часть 1. – СПб.: СПбГАУ, 2021. – С. 317-319.

2. Kerimov M. Convergent technologies as conceptual basis for formation of powder industry in agribusiness / M. Kerimov, O. Ognev, I. Belinskaia // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26-28.05.2021. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 1317-1324. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF290.

3. Кокунова И.В. Цифровизация и интеллектуализация современного сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев, А.И. Орехов // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации: материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 октября 2025 г. – В.Луки: ВГСХА, 2025. – С. 87-91.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023612424 РФ. Теоретико-прикладные основы функционирования поточно-технологических линий в животноводстве: заявл. 02.02.2023: опубл. 02.02.2023 / В.А. Ружьев, В.И. Ветушко, Л.А. Кулешова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

5. Патент на полезную модель № 216972 U1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02, A01K 29/00. робот-пододвигатель: № 2023100828: заявл. 17.01.2023: опубл. 13.03.2023 / М.А. Керимов, В.А. Смелик, К.В. Горецкий, Ф.М. Михайлов; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

6. Керимов М.А. Системное описание и схемотехническое решение роботапододвигателя кормов на животноводческих фермах / М.А. Керимов, К.В. Горецкий // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов IV Международной научно- практической конференции, Киров, 16 ноября 2022 г. – Киров: ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», 2022. – С. 100-104.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025691388 РФ. Сельскохозяйственный ровер: системы технического зрения: заявл. 14.11.2025: опубл. 14.11.2025 / В.А. Ружьев, А.В. Антипов, А.И. Фомичев, К.С. Титов; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

8. Патент на полезную модель № 235112 U1 РФ, МПК A01K 5/02. Роботпододвигатель : заявл. 14.04.2025: опубл. 20.06.2025 / М.А. Керимов, К.В. Горецкий; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

9. Керимов М.А. Оптимизация многосвязных систем с учетом неопределенности исходной информации // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 48. – С. 10-13.

10. Керимов М.А. Разработка и использование моделей биотехнологических систем в прикладных научных исследованиях / М.А. Керимов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 4. – С. 19–25. – DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-4-19-25.

УДК 631.363

АНАЗИЗ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЛЮКОЗИНОЛАТОВ В РАПСОВОМ ЖМЫХЕ

С.А. Дрозд, канд. техн. наук, доцент,
Д.С. Кочев, Д.А. Лазаренко
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
drozd.s.a.sm@bsatu.by

Аннотация. Проанализированы современные методы снижения содержания глюкозинолатов в рапсовом жмыхе как белковом компоненте комбикормов.

Abstract. Analyses modern methods for reducing glucosinolate content in rapeseed cake used as a protein component of compound feeds.

Ключевые слова: рапсовый жмых, глюкозинолаты, детоксикация, комбикорма, питательная ценность.

Keywords: rapeseed cake, glucosinolates, detoxification, compound feeds, nutritional value.