

деления минимально установленного количества промеров тела. Также, необходимо отметить отсутствие возможности интеграции всех вышеуказанных систем в отечественную систему управления менеджментом стада.

Также во всех существующих на сегодняшний день дистанционных системах отсутствует корреляционная связь между измеренными промерами тела животного и баллом упитанности, что и дает большой процент погрешности при определении живой массы животного.

#### **Список использованных источников**

1. Экстерьер, конституция и продуктивность крупного рогатого скота : учеб. – метод. пособие по дисциплине «Молочное скотоводство» для студентов по специальности 1-74 03 01 «Зоотехния» и слушателей ФПК и ПК / М. М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ. – 2020. – 68 с.
2. Технологическая концепция и конструктивно-технические решения молочно-товарного комплекса нового поколения / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, М. В. Барановский, А. С. Курак // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2022. – № 25-2. – С. 83–93.
3. Определение числовых значений экстерьера с использованием мобильных систем и информационных технологий / И. А. Баранова, С. Д. Батанов, О. С. Старостина [и др.] // Техника и технологии в животноводстве. – 2022. – № 3(47). – С. 16–20.
4. Казакевич П. П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы : монография / П. П. Казакевич, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка ; рец. : Н. А. Садовов, А. Ф. Трофимов ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – 245 с.
5. Инновации на ферме: приложения для взвешивания крупного рогатого скота [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dailymobs.com/ru/innovating-on-farm-applications-for-cattle-weighing/>. Дата доступа : 16.05.2024.

УДК 631.17

**Теплов Д.В.**, директор,

член Совета директоров специализированной техники «Росспецмаш»;

**Тарасова Е.В.**, руководитель направления по внешнеэкономическим связям;

**Шумилова А.С.**, агротехнолог

*ООО «Краснокамский ремонтно-механический завод»,*

*г. Краснокамск, Российская Федерация*

### **РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ СЕНАЖА**

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы внедрения наукоемких кормозаготовительных технологий в условиях современных агропредприятий. Выявлены ключевые барьеры распространения заготовки сенажа в упаковке, связанные с информационными разрывами, человеческим фактором и отсутствием интегрированной системы технического сервиса. На примере скоростного

упаковщика Speedway 120 (Краснокамский РМЗ) показано, как сочетание высокой производительности до 500 т/смену, экономии расходных материалов до 50% и цифрового мониторинга критически важных параметров процесса позволяет преодолеть технологические ограничения, усилить эффект ресурсосбережения и повысить экономическую отдачу кормопроизводства. Обоснована необходимость перехода от простой поставки оборудования к комплексному техническому сервису, включающему агротехнологический надзор, методическое сопровождение и цифровизацию эксплуатации.

**Abstract.** This article examines the implementation of knowledge-intensive forage harvesting technologies in modern agricultural enterprises. Key barriers to the widespread adoption of wrapped silage technology are identified, including information deficits, the human factor, and the lack of an integrated technical service system. Using the example of the Speedway 120 high-speed packer (Krasnokamsk RMZ), it is demonstrated how the combination of high productivity (up to 500 t/shift), up to 50% savings in consumables, and digital monitoring of critical process parameters enables overcoming technological constraints, improving resource efficiency, and enhancing the economic returns of feed production. The study substantiates the need to transition from basic equipment supply to comprehensive technical service, encompassing agrotechnological supervision, methodological support, and operational digitalization.

**Ключевые слова** технический сервис, цифровизация, сенаж в упаковке, линейная упаковка, кормопроизводство, Speedway 120, цифровой мониторинг, ресурсосбережение.

**Keywords:** technical service, digitalization, packaged haylage, linear packaging, feed production, Speedway 120, digital monitoring, and resource conservation.

**Введение.** Внедрение наукоемких технологий в сельское хозяйство и надзор за соблюдением критически важных параметров определяют скорость укоренения инноваций и практическую пользу для агрокомплекса. При эксплуатации нововведений сельхозтоваропроизводители сталкиваются с рядом проблем, в первую очередь обусловленных человеческим фактором: нечетким распределением ответственности, информационными разрывами, высокой загруженностью персонала и отсутствием времени на системную аналитику, укоренившимися устаревшими представлениями о фундаментальных основах растениеводства, а также невозможностью специалистов самостоятельно верифицировать результаты и объективно оценить корректность принимаемых решений [2, 3]. Преодоление данных барьеров требует скоординированных усилий научно-исследовательских организаций и промышленных партнёров, поскольку именно от качества методического сопровождения, обучения кадров и адаптации разработок к локальным условиям производства, зависит реальная экономическая отдача агропромышленного комплекса от цифровой трансформации.

Ресурсосбережение в кормопроизводстве выступает значимым фактором устойчивости агропромышленного комплекса [4]. В условиях

климатической нестабильности и роста цен на энергоресурсы возрастает потребность в гибких, ресурсосберегающих технологиях заготовки объемистых кормов. Технология заготовки сенажа в упаковке известна в России и Беларуси с 80-х годов прошлого века, но на практике доминируют традиционные способы закладки сенажа в траншеях и курганах. Групповая (линейная) упаковка, несмотря на доказанную экономическую целесообразность, остается недостаточно распространенной из-за устойчивого стереотипа о ее низкой производительности и высокой трудоемкости, как в индивидуальной упаковке. При этом реальные барьеры ее внедрения лежат не в области инженерных ограничений, а в сфере организации производственного процесса. Отсутствие агротехнологического сервиса сводит на нет потенциал наукоемкого решения.

В настоящей статье рассматривается комплексный подход к внедрению скоростной линейной технологии заготовки сенажа в упаковке, в котором ключевую роль играет не просто поставка высокопроизводительного оборудования, а интеграция скоростного упаковщика Speedway 120 с системой цифрового мониторинга и сопровождением квалифицированного технического сервиса. На основе анализа технических характеристик агрегата, данных полевых испытаний и лабораторных исследований качества кормов обосновывается тезис о том, что современный сервис, включающий агротехнологический надзор, верификацию параметров в режиме реального времени и методическую поддержку персонала, становится решающим условием успешной коммерциализации инновации. Исследование опирается на материалы производственных испытаний, спецификации машиностроительных предприятий и методологические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации в АПК, демонстрируя, как синергия инженерных решений и организационного сопровождения позволяет преодолеть технологические ограничения и обеспечить стабильное производство кормов экстра-класса.

**Материалы и методы.** Исследование проведено методом системного анализа технологических процессов кормозаготовительного цикла. Сравнительная оценка проводилась между траншеями, индивидуальной упаковкой рулонов и линейной (групповой) упаковкой сенажа в линию. Оценка производительности, материалоемкости и качества кормов осуществлялась на основе спецификаций производителя (Краснокамский РМЗ), данных полевых испытаний и лабораторных анализов готовой продукции. Изучение эффективности технического сервиса включало анализ архитектуры программно-аппаратного комплекса цифрового мониторинга: методов сбора данных (влажность, температура, плотность, масса, геолокация), алгоритмов передачи информации (в режиме реального

времени, через накопитель или локальную сеть), а также механизмов оперативного реагирования на отклонения от регламента. Верификация полученных выводов проводилась путем сопоставления технологических параметров линейной упаковки с требованиями к кормам для высокопродуктивного поголовья и анализа организационно-технических барьеров внедрения в хозяйствах с поголовьем 800–2000 голов.

**Результаты.** Производительность и логистика: скоростной линейный упаковщик Speedway 120 обеспечивает производительность до 120 рулонов в час, что в комплексе с тремя пресс-подборщиками позволяет заготавливать до 500 т сенажа в смену. Данный показатель сопоставим со скоростью закладки в небольшие траншеи на предприятиях с поголовьем до 2000 голов. Складирование готовой продукции возможно на технологических площадках у ферм или на обочинах полей без вывода пашни из оборота. Экономия ресурсов: при линейной упаковке рулоны плотно прижимаются торцами, а упаковка агрострейч пленкой производится только по наружному периметру линии. Это снижает расход дорогостоящей пленки в 2 раза по сравнению с индивидуальной упаковкой, что напрямую влияет на себестоимость единицы корма. Технические характеристики оборудования: масса упаковщика составляет  $2200 \pm 50$  кг. Высокая металлоемкость позволяет выдерживать большой вес рулонов и дает устойчивость при работе с рулонами диаметром до 1,6 м или прямоугольными тюками высокой плотности. Агрегат работает в автономном режиме от бензинового двигателя, вмещает до 4 рулонов одновременно, выгрузка происходит по наклонному скатному столу с боковыми конусными валиками, обеспечивающими стабильность линии на наклонном рельефе. Ширина агрострейч плёнки 750 мм, растяжение до 70% без разрывов благодаря конструкции кареток с разноскоростным вращением валов. Имеется датчик обрыва плёнки. Опционально поставляется гидравлический привод колес для самостоятельного перемещения или разворота машины на поле. Система оптического копирования соседней линии и пульт дистанционного управления (до 100 м) позволяют упаковщику функционировать в автоматическом режиме без оператора. Цифровой мониторинг осуществляется через программно-аппаратный комплекс, который собирает данные по каждому рулону (масса, влажность, температура, давление, координаты) в режиме реального времени. Информация интегрируется с учётными системами (например, 1С), исключая необходимость взвешивания на стационарных весах и минимизируя ошибки учета. При отсутствии связи данные аккумулируются в локальном накопителе и синхронизируются при появлении сети.

**Обсуждение.** Полученные данные подтверждают, что линейная технология заготовки сенажа не является альтернативой траншейному

способу, а представляет собой отдельный вид корма с параметрами, сопоставимыми с концентратами при обменной энергии до 13,33 МДж/кг СВ, сырой протеин до 23,29 % на кг СВ [1]. Данная Технология решает локальные зоотехнические задачи, обеспечивая кормами экстра-класса сверхпродуктивных животных. Производительность в 500 т/смену полностью опровергает стереотип о ее малой производительности. Технология чувствительна к соблюдению регламентов. Последовательность операций (кошение, подвяливание, прессование, транспортировка, упаковка) не терпит нарушений. Отклонение от нормативной плотности или температуры приводит к потере питательности и снижению качества партии до уровня традиционного траншейного сенажа, что нивелирует экономические преимущества. Жесткость регламентов продиктована биохимическими особенностями сырья, а не инженерными ограничениями процесса. В «Технологии КРМЗ: сенаж в линию» этапы заготовки выстраиваются в логичную и технически воспроизводимую последовательность. В условиях неустойчивого летнего климата линейная упаковка сенажа может выступать эффективным «страховым» методом заготовки корма. Легкая техника проходит по увлажненным почвам, где тонут кормоуборочные комбайны. Сенаж в упаковке позволяет начать уборку на 1 – 2 недели раньше обычных сроков растягивая кормосырьевой конвейер, а так же заготавливать корм мелкими партиями в кратковременные погодные «окна» между осадками. Линейная упаковка сенажа дает экономии агротехнич пленки на 50% по сравнению с индивидуальной упаковкой. Сенаж в упаковке по технологии КРМЗ не требует выделения пахотных земель под хранение корма, как курганы и встраивается в стратегию ресурсосбережения. Ключевым условием реализации этого потенциала становится не просто поставка оборудования, а внедрение комплексного технического сервиса, ориентированного на технологическую дисциплину. Программно-аппаратный комплекс телеметрии непрерывно верифицирует критические параметры каждой партии (влажность, плотность, температуру, массу), однако система не блокирует работу агрегата в автоматическом режиме, сохраняя ответственность за принятие решений за человеком. При выявлении отклонений агротехнолог, анализирующий данные в реальном времени, инициирует связь с оператором упаковщика. При необходимости корректировки настроек оператор надевает гарнитуру со встроенной камерой, динамиком и лазерной указкой, а сервисный инженер завода, видя на своём мониторе рабочую зону в режиме реального времени, дистанционно наводит лазер на узлы агрегата и пошагово инструктирует оператора по регулировке. Такой формат удаленного реагирования устраняет информационные разрывы, сокращает время диагностики и устранения нештатной ситуации с нескольких дней до минут и гарантирует стабильное качество упаковки даже при работе с новым

персоналом или в сжатые агрономические сроки. Таким образом, гипотеза о том, что успешная коммерциализация наукоемкой технологии зависит от интеграции оборудования с квалифицированным сервисным сопровождением, полностью подтверждена. Преодоление барьеров возможно при скоординированных усилиях производителя техники и агропредприятия, где цифровой контур выступает основой для превентивного технологического надзора, но не заменяет квалификацию специалистов. Перспективным направлением дальнейших исследований является интеграция систем цифрового мониторинга с предиктивной аналитикой и ИИ-алгоритмами планирования уборочных работ на основе метеопрогнозов, а также разработка экономических моделей внедрения линейной упаковки для хозяйств различной мощности и специализации.

**Заключение.** Интеграция оборудования Краснокамского РМЗ в кормозаготовительный процесс, позволяет достичь технологической устойчивости. За счет цифрового мониторинга и комплексного технического сервиса линейная заготовка сенажа может реализовать свой наукоемкий потенциал и добавить минимум 20% питательности к текущим показателям кормов. Результаты имеют стратегическое значение для снижения себестоимости кормов, минимизации погодных и операционных рисков. Технология готова к внедрению в хозяйствах и особенно ценна в регионах с неустойчивым летним климатом. Ключевое условие успеха заключается в переходе от продажи оборудования к комплексному сервису, включающему цифровизацию, обучение персонала и методическое сопровождение. В перспективе предстоит решить вопросы интеграции кормозаготовительных цифровых систем в единые платформы точного земледелия.

#### **Список использованной литературы**

1. Морозков, Н.А. Качество объёмистых кормов в пермском крае и пути его повышения / Н.А. Морозков, Е.В. Суханова, Н.Е. Завьялова // Пермский аграрный вестник. – №4 (32). – Пермь : ПГАТУ им. акад. Д.Н. Прянишникова, 2020. – С. 59-69.
2. Проблемы внедрения наукоемких технологий / А. В. Баранцев, В. В. Кулямин, В. А. Омельченко, О. Л. Петренко // Труды Института системного программирования РАН. – 2004. – Т. 8, № 1. – С. 9-24.
3. Проблемы и перспективы внедрения наукоемких инновационных технологий в агропромышленном комплексе Казахстана / А. А. Таубаев, Б. М. Жукенов, Е. И. Борисова, Ю. М. Сайфуллина // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2020. – № 3. – С. 106-113.
4. Ши, Ч. Рациональное производство как сущность ресурсосбережения / Ч. Ши, Е. Быковская // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания. – сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2020. – С. 440-443.