

4. Теслев С.А. Использование железорудных неофлюсованных окатышей при производстве ферросилиция / С.А. Теслев, Е.П. Теслева // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. – Томск: ТПУ, 2015. – С. 155–158.
5. ГОСТ 1415–93. Ферросилиций. Технические требования и условия поставки: издание официальное: утвержден и введен в действие постановлением комитета РФ по стандартизации, метрологии и сертификации от 2 июня 1994 г. No 160: дата введения 1997-01-01. – Минск.

**РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ПОДТАЛКИВАТЕЛЬ КОРМОВ
ПОВЫШЕННОЙ МОБИЛЬНОСТИ С АКТИВНЫМ ШНЕКОРОТОРОМ**

*А.В. Проскоков^{1б}, к.т.н., доц., А.В. Алексин¹, студент, В.Р. Рашитов^{2а}, директор ООО ЮНИТ
¹Юргинский технологический институт (филиал)
Национального исследовательского Томского политехнического университета,
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
²ООО «Юргинские научно-инженерные технологии»
652065, Кемеровская обл., г. Юрга, пр. Победы 28Б
E-mails: ^аyurga-unit@mail.ru, proskokov@tpu.ru^б*

Аннотация: В данной статье представлено описание конструкции самоходного робота-толкателя для животноводческой фермы. Благодаря улучшенным ходовым характеристикам он способен составить конкуренцию известным аналогам. Автономность самоходного робота толкателя позволяет минимизировать участие человека в работе. Владельцу такого устройства необходимо только проводить техническое обслуживание: внешний осмотр, смазка трущихся деталей, обслуживание аккумуляторной батареи. Для составления программы прохождения робота оператору необходимо провести робота по маршруту, который запоминается и может повторяться многократно. При необходимости в любой момент времени можно вносить изменения в программу.

Ключевые слова: Робот-толкатель, роботизированная ферма, система управления, траектория движения, система позиционирования.

Abstract: This article describes the design of a self-propelled pusher robot for a livestock farm. Thanks to the improved driving characteristics, it is able to compete with well-known analogues. The autonomy of the self-propelled pusher robot allows minimizing human participation in the work. The owner of such a device only needs to carry out maintenance: external inspection, lubrication of rubbing parts, maintenance of the battery. To create a program for passing the robot, the operator needs to guide the robot along a route that is remembered and can be repeated many times. If necessary, you can make changes to the program at any time.

Keywords: Robot pusher, robotic farm, control system, motion trajectory, positioning system.

В условиях современной животноводческой фермы с целью повышения производительности подача свежего корма в кормушки осуществляется круглосуточном режиме с помощью специальных кормораздатчиков. Животные, находящиеся на стойловом содержании при поедании корма выбирают более привлекательные массы, при этом отодвигают большую его часть от себя. Чтобы обеспечить стабильным доступом к кормам постоянно требуется его периодическое подталкивание к животным. Автономность самоходного робота толкателя позволяет минимизировать участие человека в его работе. Владельцу такого устройства необходимо только проводить техническое обслуживание: внешний осмотр, подкачка колес, смазка трущихся деталей, обслуживание аккумуляторной батареи.

Данный продукт позволит механизировать тяжелый ручной труд фермеров и снизить зависимость от человеческого фактора. Применение робота толкателя возможно, как начальный уровень перехода на роботизированные технологии умной фермы.

В целом на рынке имеется довольно большое количество вариантов роботов-толкателей кормов. По принципу смещения можно выделить две основные разновидности: смещение кормов за счет сдвига весом робота, и машины с активным шнекоротором для перемешивания кормов. Рассмотрим технические характеристики некоторых из них.

Известен кормоподталкивающий робот JOZ Moov барабанного типа [1], который имеет систему навигации, состоящую из транспондеров и гироскопа, что позволяет роботу всегда проходить максимально точно свой маршрут. Система связи, установленная на устройстве позволяет управлять движением с помощью беспроводного соединения со станцией управления J-load, что позволяет управлять роботом на компьютере или смартфоне с помощью сервиса JOZ Management Servise. Также возможно управление через пульт.

Робот передвигается при помощи двух приводных колёс и одного опорного. Одним из важных требований такого толкателя – ровный пол по пути маршрута движения.

Известна конструкция подталкивателя кормов Butler Gold [2], представленный на рис.1 который предназначен для автономного перемещения корма посредством вращающегося двухспирального шнекового транспортера, который помогает сохранять свежесть корма, сохраняя его в непрессованном виде. Зарядка аккумуляторов производится на свободно размещаемой напольной станции, которая выдерживает проезд по ней тракторной техники. Подталкиватель может эксплуатироваться при наклоне пола коровника (до 5 градусов), он способен работать в помещениях с различной шириной кормовых проходов, самостоятельно перемещаться не только по коровнику, но и между дворами. Навигация осуществляется по магнитам размером 5 мм установленным в бетонный пол на расстоянии 2 м друг от друга. Маршрут движения один раз программируется в блоке управления роботом. Также этот толкатель является одним из самых тяжелых среди своих представителей.

Наиболее близким к заявляемому является робот-пушер DeLaval – OptiDuo [3] – управляемый робот см. рис.2, который обеспечивает коровам постоянный доступ к свежему корму. Согласно заявленной технологии система позволяет одновременно перемещать корм до момента его перемещения на кормовой стол, благодаря вращающемуся шнеку с двойной спиралью и функцией адаптивного привода. При этом заполняются все места, в которых корм был полностью съеден животными и коровы с более низким рангом не вытесняются к пустым кормушкам. Недостаток – это ограниченное использование только на одном ряду в связи с низкой мобильностью платформы.

Несмотря на широкие возможности представленной выше техники, имеются и недостатки, которые стоит отметить. Все представленные роботы для выполнения программы ориентируются по датчикам, установленным на роботе. Точное местоположение неизвестно, в результате чего часто возникают внештатные ситуации, которые не позволяют продолжить программу с нужного места. К тому же в результате сбоя сигнала, полученного от индуктивного датчика нередко случаи пропуска положения зарядной станции.

Жесткая привязка к датчикам не позволяет обрабатывать несколько пролетов для расширения зоны обслуживания. При этом низкий клиренс не предусматривает проезд через порожки и препятствия.



Рис. 1. Кормовой толкатель BUTLER XL



Рис. 2. Робот-пушер OptiDuo - DeLaval

В Юргинском технологическом институте разрабатывается конструкция нового усовершенствованного роботизированного толкателя кормов рис. 3. Робот толкатель представляет собой мобильную платформу с активным навесным шнекоротором. Рама платформы включает в себя нижнюю часть 10 с двумя установленными ведущими мотор-колесами 3 мощностью до 500Вт, осуществляющими движение робота вперед, назад и повороты с опорным колесом 6, верхнюю раму 4 с исполнительным органом в виде активного шнекоротора 1, отличающегося тем, что имеется возможность подъема от кормового стола для совершения маневров, за счет соединения верхней и нижней рам при помощи подшипников 12 и приводов линейных перемещений 2. Активный шнекоротор содержит электродвигатель 5, передающий вращение на исполнительный барабан через ременную передачу 7. Питание всей системы осуществляется от двух последовательно подключенных свинцовых аккумуляторов 8 с гелевым электролитом. Вся электронная составляющая, осуществляющая включение электроприводов, задание скорости и направления перемещения робота, а также вращение шнекоротора, размещены в шкафу управления 11. При движении вдоль кормовых столов подталкиватель пододвигает корма животным.

На холостом ходу и при повороте шнекоротор приподнимается вверх за счет приводов линейных перемещений и в этом состоянии совершает маневры. Это повышает мобильность подталкивателя, предотвращает износ шнекоротора и экономит энергию аккумуляторных батарей. Во время рабочего хода подталкиватель может повторять рельеф за счет качания приводов линейных перемещений на планке 9.

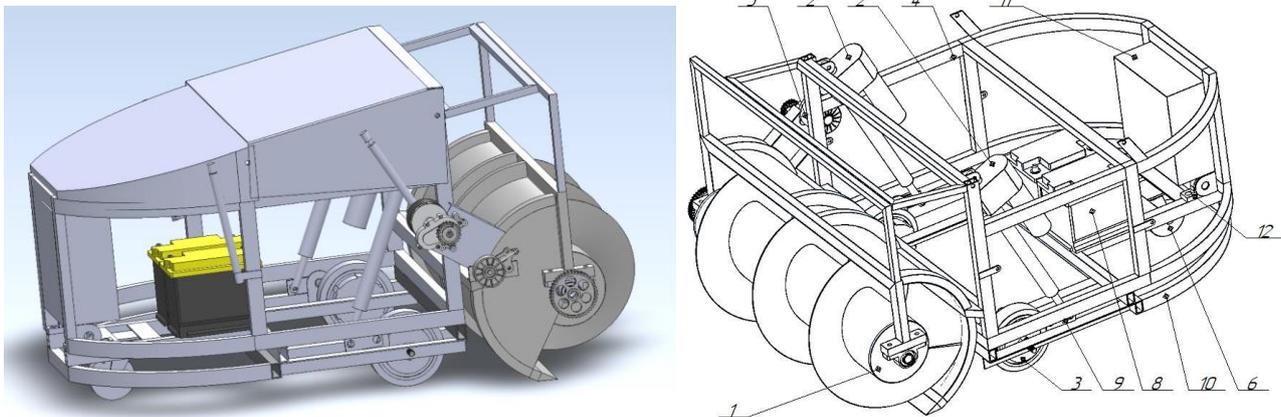


Рис. 3. Общий вид подталкивателя кормов: 1 – шнекоротор; 2 – линейный электропривод; 3 – ведущее мотор-колесо с редуктором; 4 – рама верхняя; 5 – привод шнекоротора; 6 – колесо опорное поворотное; 7 – ремень приводной шнекоротора; 8 – аккумулятор; 9 – планка компенсационная; 10 – рама нижняя; 11 – ящик электрооборудования; 12 – подшипник корпусной

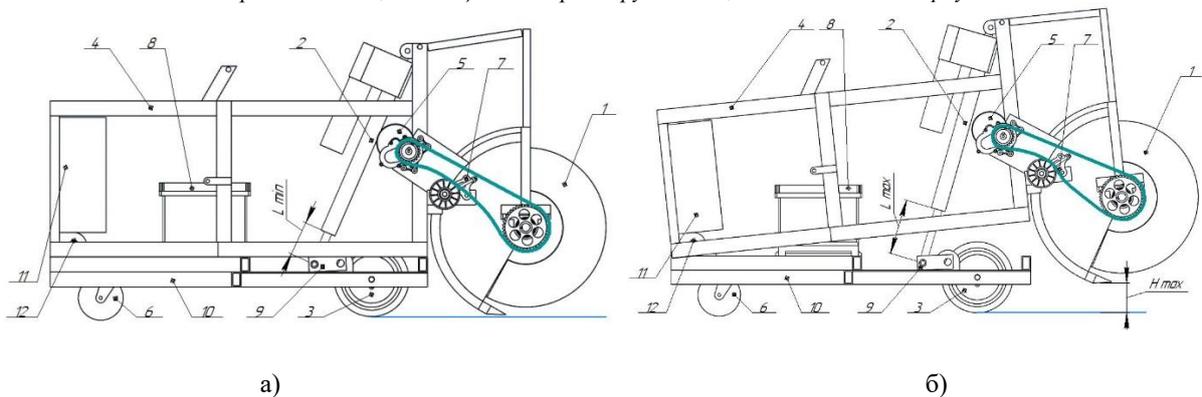


Рис. 3. Подталкиватель кормов: а) рабочее положение шнекоротора; б) транспортное положение шнекоротора

Для организации системы позиционирования в данной работе предлагается система фирмы Marvelmind Robotics [5], изображенная на рис 4. Эта система состоит из не менее четырех ультразвуковых маячков, установленных по периметру участка и одного центрального маячка, установленного на движущемся средстве. Система позволяет определять координаты робота с точностью до 2 см с площадью покрытия до 1000 м². Для корректировки прямолинейности текущего направления движения робот также оснащен электронным гироскопом, акселерометром и электронным компасом, которые размещены в микросхеме модуля MPU6050 от RobotClass. Эти приборы позволяют сохранять прямолинейное направление движения робота в случае проскальзывания ведущих колес с грунтом или несоответствия скоростей вращения колес.

Для успешной реализации проекта основной целью является создание комплексной системы управления роботом, которая позволит усовершенствовать существующие технологии позиционирования мобильной робототехники. Для этого в проекте будут применены системы распознавания графических образов, системы технического зрения с использованием активных электронных датчиков. Новая комплексная система позволит применять робота, оснащенного данной системой позиционирования не только в сельском хозяйстве в закрытых помещениях, но и расширить промышленное применение в качестве транспорта на складских помещениях безлюдных технологий.

Таким образом, в ближайшей перспективе планируется изготовление нового прототипа робота толкателя с активным шнекоротором, который сможет обслуживать до пяти пролетов с животными. Кроме того, в условиях ограничения поставок зарубежных фирм-конкурентов и увеличения стоимости оригинальных комплектующих подобных роботов открывается возможность занятия рынка более ускоренными темпами.



Рис. 4. Комплект ультразвуковых датчиков Marvelmind Robotics

Список использованных источников:

1. JOZ представил нового робота для отрасли животноводства // Главпхарь: сайт. – URL: <https://glavpahar.ru/news/joz-predstavil-novogo-robota-dlya-otrasli-zhivotnovodstva#.html> (дата обращения 10.04.2023). – Текст: электронный.
2. Пододвигатель кормов BUTLER GOLD // Topix Group: сайт. – URL: <https://topixagro.com/catalog/avtomatizaciya-fermy/pododvigatel-korma-butler.html> (дата обращения 10.04.2023). – Текст: электронный.
3. Компания ДеЛаваль представляет свой новый автоматизированный подталкиватель для корма DeLaval OptiDuo. // The dairy news: сайт. – URL: <http://www.dairynews.ru/news/kompaniya-delaval-predstavlyayet-svoynovu-avtomat.html> (дата обращения 10.04.2023). – Текст: электронный.
4. Systems of Geo Positioning of the Mobile Robot / M.V. Momot, A.V. Proskokov, D.N. Nesteruk [et al.] // IOP Conference Series: materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 221 – №. 1. – P. 1–7.
5. Precise ($\pm 2\text{cm}$) Indoor Positioning System for autonomous robots, drones, vehicles and humans // Marvelmind Indoor Navigation System: сайт. – URL: <https://marvelmind.com> (дата обращения 10.04.2023). – Текст: электронный.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.И. Дмитриев, д.ф.-м.н., г.н.с.

Институт физики прочности и материаловедения

Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН)

634055, г. Томск, просп. Академический, 2/4; тел. (3822)-28-68-26

E-mail: dmitr@ispms.ru

Аннотация: В работе приводятся некоторые примеры построения многомасштабных вычислительных моделей, используемых для описания процессов, сопутствующих технологии аддитивного производства (АП), а также изделий, получаемых посредством 3D печати. Представлены модели нано- и макро-масштабов. Полученные данные позволяют спрогнозировать некоторые свойства материалов, получаемых в ходе АП.

Ключевые слова: аддитивное производство, компьютерное моделирование, многомасштабные модели.

Abstract: The paper provides some examples of building multiscale computational models used to describe the processes associated with additive manufacturing (AM) technology and products obtained through 3D printing. Nano- and macro-scale models are presented. The data obtained make it possible to predict some properties of materials obtained using AM.

Keywords: additive manufacture, computer simulation, multiscale models.