

КОНСТРУКЦИЯ МОБИЛЬНОГО АВТОНОМНОГО РОБОТА УБОРЩИКА ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Курочкин И.П., Ключиков А.В.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов

Ключевые слова: агроробототехника, мобильная робототехника, робот уборщик, уборка зернохранилища.

Аннотация. Рассмотрены роботизированные системы, применяющиеся в агропромышленности. Изучены существующие варианты мобильных роботов уборщиков, а также выявлены их недостатки. Предложена модель мобильного робота уборщика для применения при очистке зернохранилища от остатков урожая, обладающая меньшими размерами и возможностью автоматического сброса мусора.

DESIGN OF MOBILE AUTONOMOUS ROBOT CLEANER OF GRANTS

Kurochkin I.P., Klyuchikov A.V.

Saratov state university of genetics, biotechnology and engineering n.a. N.I. Vavilov, Saratov

Keywords: agro-robotics, mobile robotics, cleaning robot, granary cleaning.

Abstract. Robotic systems used in the agricultural industry are considered. The existing variants of mobile cleaning robots have been studied, as well as their shortcomings have been identified. A model of a mobile robot cleaner is proposed for use in cleaning the granary from crop residues, which has a smaller size and the ability to automatically dump garbage.

Введение. На сегодняшний день роботы помогают упростить выполнение различных задач в сфере обслуживания. Применение роботов позволяет внедрять новые высокоэффективные технологии для работы в опасных условиях, агрессивных средах, для перемещения тяжелых и крупногабаритных объектов. Особое место занимают мобильные роботы, которые имеют возможность передвигаться по различным поверхностям и выполнять широкий спектр функций.

Роботы применяются в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Использование автономных роботов для сельского хозяйства позволяет увеличить эффективность производства и сократить затраты на трудовые ресурсы.

В агропромышленности применяются роботизированные системы, например, RoVoPlant – робот для высаживания цветов, модульный роботизированный трактор без кабины управления для сенокоса, LettuceBot2 для прореживания салата, Agrobot для сбора урожая клубники [1].

Возможно расширение сфер применения мобильных роботов уборщиков, например, в сельском хозяйстве для уборки зернохранилищ от остаточного мусора и зерна.

Объект исследования: процесс уборки остаточного мусора роботом уборщиком.

Предмет исследования: промышленный робот-пылесос для очистки зернохранилища с увеличенной емкостью бака.

Основная часть: при создании модели робота были проанализированы аналоги мобильных роботов применяющихся для уборки улиц.

Dustclean – это мобильный робот для уборки, оснащенный щетками и баком для сбора мусора, автономно убирающий городские пешеходные зоны: парки, дороги, площади и территорию промышленных предприятий. Робот работает с использованием предварительно сохраненной информации о местности и дополнительной от датчиков [2]. Недостатками робота являются большие габариты и малый объем бака для мусора.

Робот уборщик Woxiaobai от компании Idriverplus подметает тротуары и улицы городов с функцией поверхностной влажной уборки. В актуальном поколении роботов применяются современные LiDAR-датчики, камеры и ультразвуковые сенсоры для осуществления уборки, автоматического сбора мусора и мойки улиц. Woxiaobai способен подмести и собрать мусор на территории площадью до 4 км² в течение одного часа [3]. Недостатком робота является ограниченное время автономной работы робота – 3 часа.

Проведя анализ существующих роботов уборщиков, были выявлены недостатки, связанные с большими габаритами, малым запасом хода. Предложена конструкция робота уборщика, обладающего меньшими размерами и возможностью автоматического сброса мусора (рис. 1).

В качестве прототипа выбран мобильный робот уборщик WOXIAOBAI, поскольку он имеет конструкцию с поворотным механизмом.

Робот WOXIAOBAI предназначен для удаления грязи и мусора с общественных мест, оснащен передовыми датчиками и технологией компьютерного зрения, которые позволяют ориентироваться в сложных условиях и избегать препятствий в режиме реального времени. Робот имеет большие габаритные размеры и малый запас хода.

Для создания модели робота использована система автоматического проектирования SolidWorks [8]. Модель мобильного робота изображена на рисунке 2.

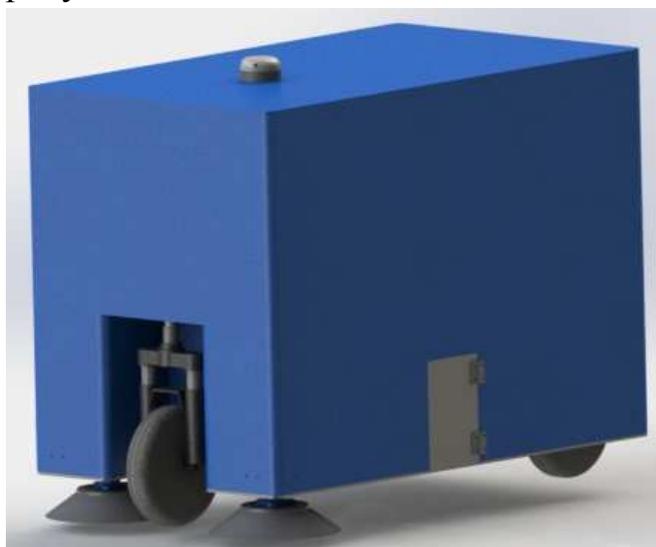


Рис. 1. Конструкция робота уборщика

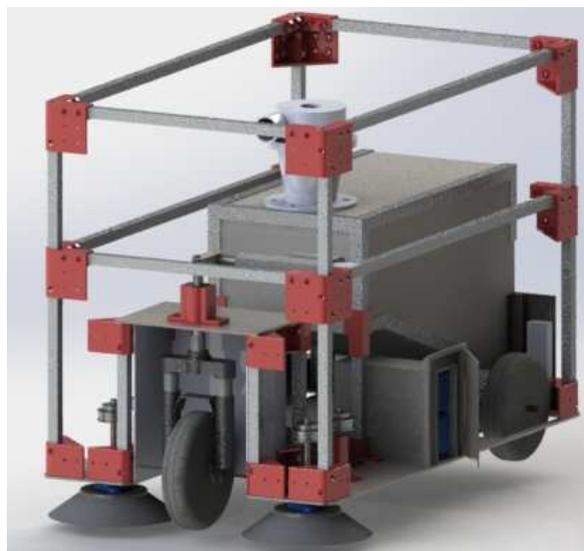


Рис. 2. Модель предлагаемого мобильного робота уборщика

Предложенная модель состоит из основания; каркаса; бака; фильтра циклон; мотор редукторов; подшипниковых узлов; мотор-колес; линейных приводов; щеток; пылесоса; электромагнита; аккумуляторов 36V, 108Ah; микрокомпьютера Orange PI 5; микроконтроллера STM32F407 discovery; микроконтроллеров Arduino; лидара RP Lidar A2; ультразвуковых датчиков; понижающие преобразователи напряжения.

Основание робота сделано из 5 мм листа стали. Каркас робота сделан из алюминиевых профилей 20x20 мм, которые крепятся к основанию уголками, напечатанными на 3D принтере. К уголкам крепится обшивка робота, сделанная из 3 мм листа ABS пластика.

Для выгрузки мусора из бака применяется линейный привод при открытии крышки бака. Система открытия бака изображена на рисунке 3. Завершив опорожнение бака, линейный привод закрывает крышку, а электромагнит фиксирует ее. Для большей герметичности бака используется магнитный уплотнитель. Уровень наполнения контролируется ультразвуковыми датчиками.

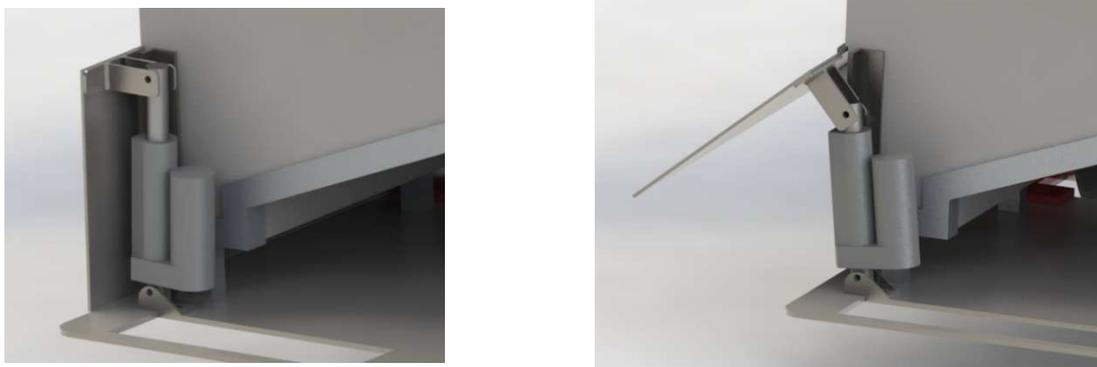


Рис. 3. Система открытия бака

В поворотном механизме робота используется линейный привод (рис. 4). Поворотный механизм состоит из вилки, колеса, подшипников, рычага и линейного привода.



Рис. 4. Поворотный механизм робота уборщика

В механизме вращения щеток используются мотор редуктор и корпус для крепления к основанию робота, шкив, муфта, вал стальной 12 мм, подшипниковый узел, щетка и крепление, напечатанное на 3D-принтере (рис. 5).

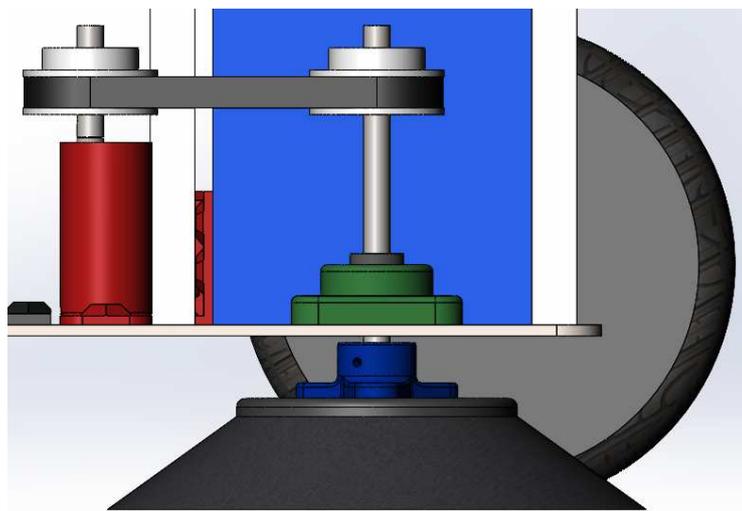


Рис. 5. Механизм вращения щеток

Выводы. Изучив существующие варианты роботов уборщиков, применяющихся для очистки улиц, предложена модель мобильного робота уборщика для очистки зернохранилища от остатков урожая. Модель обладает меньшими размерами в сравнение с существующими роботами уборщиками, а также имеет механизм автоматического сброса мусора из бака.

Список литературы

1. 25 компаний, производящих робототехнику для сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://habr.com/ru/company/robhunter/blog/379641/>.
2. Dustclean -робот для подметания дорог. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.robotechsrl.com/dustclean-en-robot-sweeper/>.
3. IdrivePlus компания, разрабатывающая автономных роботов-дворников и беспилотных автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://m.hightech.plus/2020/09/16/idriverplus-gotovitsya-k-massovomu-proizvodstvu-robotov-dvornikov>.
4. WoXiaoBai [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.molekiu.com/woxiaobai>.
5. Беркаев А.Р., Ненашев А.А., Ключиков А.В. Разработка системы локализации и позиционирования мобильного робота. – 2020. – Т. 12-3. – С. 152-157.
6. Ступина Е.Е., Ступин А.А., Чупин Д.Ю., Каменев Р.В. Основы робототехники: учебное пособие. – Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. – 160 с.
7. Юревич Е.И. Основы Робототехники. 4-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 304 с.
8. Dassault Systèmes (DS) SolidWorks Corp, 2019. – 257 с.

Сведения об авторах:

Курочкин Игорь Павлович – студент;

Ключиков Аркадий Викторович – к.т.н., и.о. заведующего кафедрой «Цифровое управление процессами в АПК».