

**Савельев Николай Вячеславович, Савельев Алексей Николаевич, Фроликов Даниил
Алексеевич**

*¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения» (ФГАОУ ВО ГУАП), г. Санкт-
Петербург, Россия, saveliev@guap.ru*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Аннотация Использование мобильной робототехники встречается во многих отраслях, таких как: автомобилестроение, авиастроение, легкая и тяжелая промышленность, сельское хозяйство, медицина, транспортная, МЧС, полиция и другие отрасли. При этом в некоторых из них есть потребность использовать универсальную мобильную робототехническую платформу, вместо нескольких специализированных платформ, в которых реализовано возможность установки и замена навесного оборудования, например такого как тепловизор, различные камеры, датчики и в том числе установка различных рабочих органов, так и системы перемещения для возможности преодолевать дороги с различным покрытием и различные препятствия.

Ключевые слова: проектирование, платформы, робототехника, датчики.

В различной технической литературе [1 – 2], в том числе и в ГОСТ 60.0.0.4—2019 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения», робот – это перепрограммируемый исполнительный механизм, обладающий определенным уровнем автономности и предназначенный для выполнения перемещения, манипулирования или позиционирования. Подобие человеку может выражаться в ее движениях, в способах решения интеллектуальных задач и поведении. Робототехнические устройства можно разделить на две большие группы – стационарные и мобильные.

В данной статье рассмотрено проектирование мобильной платформы, для выполнения задач наземной робототехники.

Перемещение мобильных роботов может происходить в различных условиях, по различным покрытиям, в различных средах в том числе опасных и вредных для человека, совершать различные операции по сбору информации или выполнять технологические операции рабочим органом, заменяя человека.

Мобильные роботы различаются по виду, конструкции, способу перемещения, условиям работы и т.п. Обобщенная классификация по виду мобильных роботов приведена на рисунке 1.

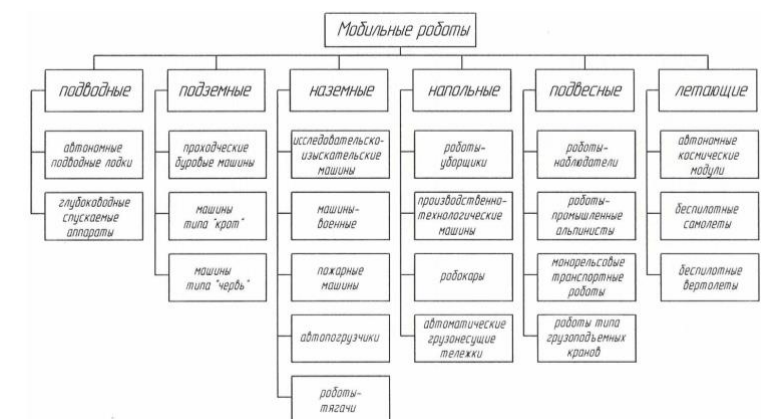


Рисунок 1 — Классификация мобильных роботов по виду

На рисунке 2 приведена классификация по способу перемещения.

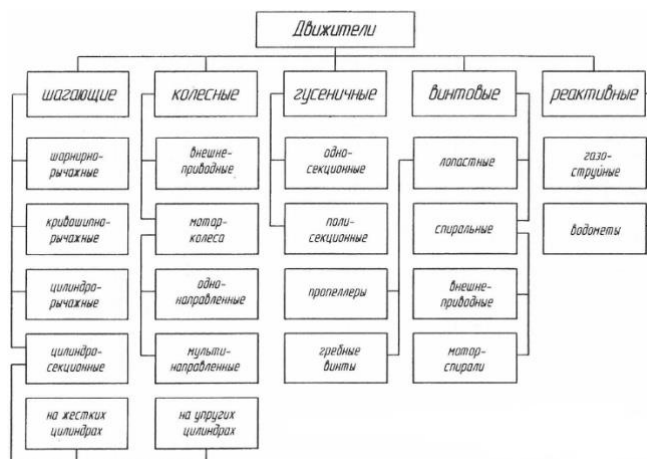


Рисунок 2 — Классификация мобильных роботов по способу перемещения

Проектируемую мобильную робототехническую платформу предполагается использовать в разных отраслях, таких как: складское хозяйство, автоматизированная передаточная тележка в цехах, в МЧС для спасательных и поисковых операций, в промышленности для обнаружения неисправности в работе оборудования и т.п. Поэтому, при проектировании, мы будем ориентироваться на то, что универсальная мобильная платформа будет относиться к напольному, наземному и подземному виду, согласно классификации, с установкой различного навесного оборудования и рабочих органов.

В связи с тем, что проектируемая мобильная робототехническая платформа будет перемещаться по разным поверхностям, и преодолевать различные преграды то ходовая часть у нее будет колесная с возможностью установки гусениц, что дает возможность отказаться от поворотного устройства. Для повышения проходимости предполагаем установку на каждое колесо индивидуальный привод.

Разработанная структурная схема системы управления, показанная на рисунке 3, состоит из четырех основных блоков.

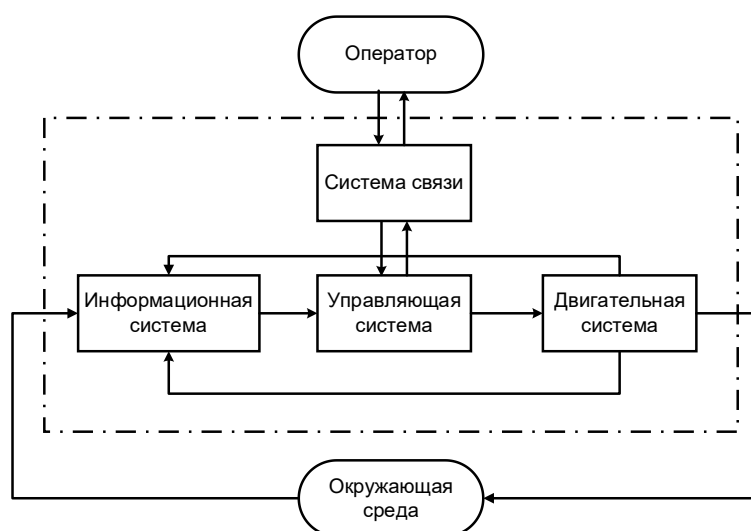


Рисунок 3 – Структурная схема универсальной мобильной робототехнической платформы

В качестве привода, входящего в блок «двигательная система», выбираем электрические двигатели постоянного тока с планетарными редукторами, так же сюда будет относиться модули навесного оборудования для выполнения различных технологических операций.

К блоку «Информационная система» относятся различные датчики, для сбора информации об окружающей среде и передачи ее в блок «Управляющая система» для обработки и выдачи управляющих команд в блок «Двигательная система» и в блок «Система связи» для передачи информации, при необходимости, оператору. Так как проектируемая универсальная мобильная робототехническая платформа будет работать как в автоматическом режиме, так и с возможностью ручного управления то для управляющей системы выбираем отладочную плату на базе микроконтроллера ESP32.

Проектирование универсальной мобильной робототехнической платформы осуществлялось в САД системе Компас3D. Проектирование начинаем с корпуса с размещением в нем всех необходимых компонентов, при этом закладываем в конструкцию модульность, с возможностью дальнейшего расширения функциональных возможностей. Для этого корпус проектируем не цельным, а разбиваем его на две части. При этом обе части одинаковые по всем параметрам. Спроектированный корпус показан на рисунке 4.

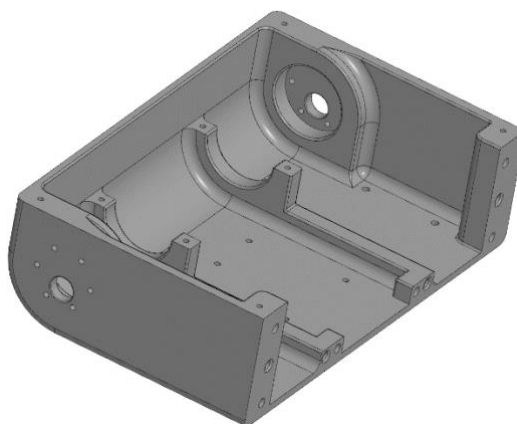


Рисунок 4 – Половина корпуса универсальной мобильной робототехнической платформы

Корпус в сборе, с установленным оборудованием, двигателями с редуктором, аккумулятором, крепежом, показан на рисунке 5.

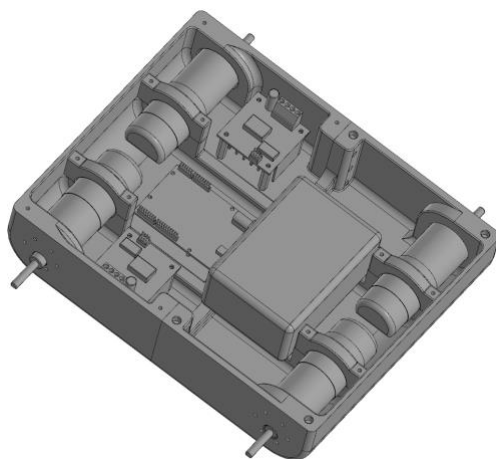


Рисунок 5 – Корпус, универсальной мобильной робототехнической платформы, в сборе

Далее была спроектирована верхняя часть корпуса, состоящая из двух частей. Спроектированная и установленная на корпус верхняя часть показана на рисунке 6.

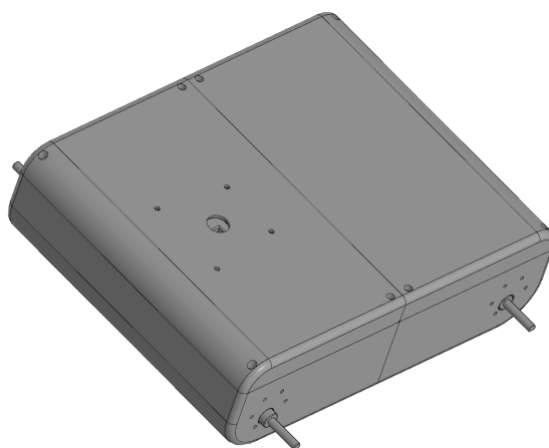
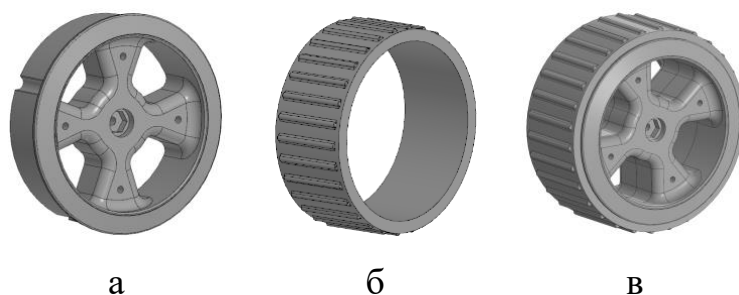


Рисунок 6 – Корпус, универсальной мобильной робототехнической платформы, с установленными верхними частями

При подборе колес возникли сложности связанные с диаметром колеса и покрышкой на него, поэтому было принято решение спроектировать колесо и покрышку. Обод колеса было решено проектировать составным, из двух

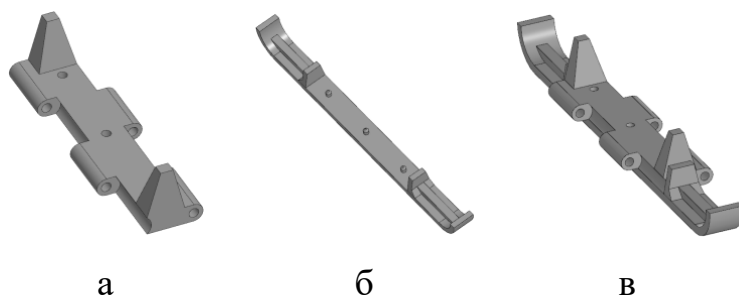
одинаковых половин, Спроектированная половина обода, покрышка и колесо в сборе показано на рисунке 7.



а – половина обода; б – покрышка; в – колесо в сборе

Рисунок 7 – Колесо универсальной мобильной робототехнической платформы

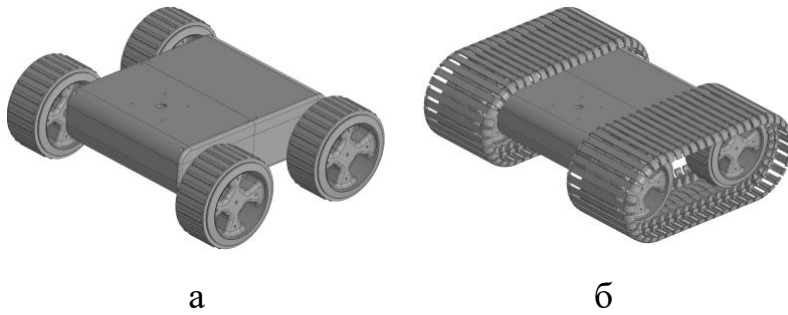
Траки гусениц проектировались под ранее спроектированное колесо с покрышкой. Спроектированный трак показан на рисунке 8 а. Для увеличения проходимости, например по снегу, было принято решение оснастить траки гусениц накладками, спроектированная накладка показана на рисунке 8 б, собранный трак с накладкой на рисунке 8 в.



а – половина обода; б – покрышка; в – колесо в сборе

Рисунок 7 – Трак и накладка гусеницы универсальной мобильной робототехнической платформы

Сборка, универсальной мобильной робототехнической платформы, на колесах показана на рисунке 8 а, и на рисунке 8 б показана сборка на гусеницах.



а – сборка на колесах; б – сборка на гусеницах

Рисунок 8 – Сборка универсальной мобильной робототехнической платформы

Спроектированные детали корпуса, крепежа, гусениц и накладок для них и другие детали изготовлены из пластика методом 3D печати. Собранный мобильный робот показан на рисунке 9.

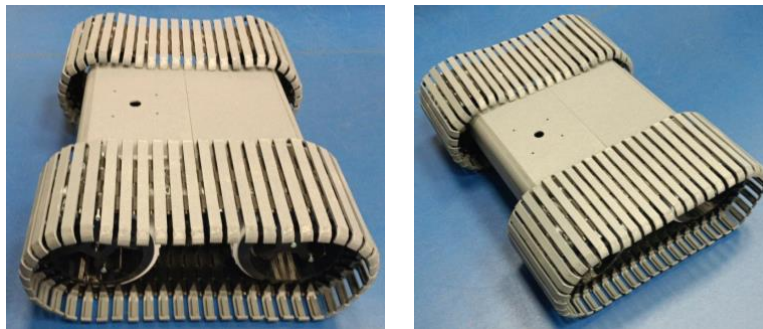


Рисунок 9 – Собранный прототип универсальной мобильной робототехнической платформы

Тестирование мобильного робота показало, что он уверенно передвигается на колесном шасси по твердой поверхности преодолевая препятствия, при этом при надетых гусеницах он уверенно преодолевает препятствия из сыпучих и рыхлых поверхностей. Проектирование и изготовление универсальных мобильных робототехнических платформ позволит решать задачи, где нет необходимости в специализированных решениях.

Литература

1. Машков, К. Ю. Состав и характеристики мобильных роботов: учебное пособие / К. Ю. Машков, В. И. Рубцов, И. В. Рубцов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2014. - 75 с. - ISBN 978-5-7038-3866-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2163603>.

2. Корсунский, В. А. Мобильные противопожарные и шахтные роботы: учебное пособие / В. А. Корсунский, В. Н. Наумов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2014. - 58, [2] с.: ил. - ISBN 978-5-7038-3887-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2038218>.

3. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учебник / В. С. Зарубин. - 3-е изд. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2010. - 497 с. - (Математика в техническом университете. Вып. XXI). - ISBN 978-5-7038-3194-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2009703>

4. Черепашков, А. А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении : учебное пособие / А. А. Черепашков, Н. В. Носов. - Санкт-Петербург : Проспект науки, 2024. - 592 с. - ISBN 978-5-906109-61-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2134399>

5. Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления: учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 428 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0386-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1167744>