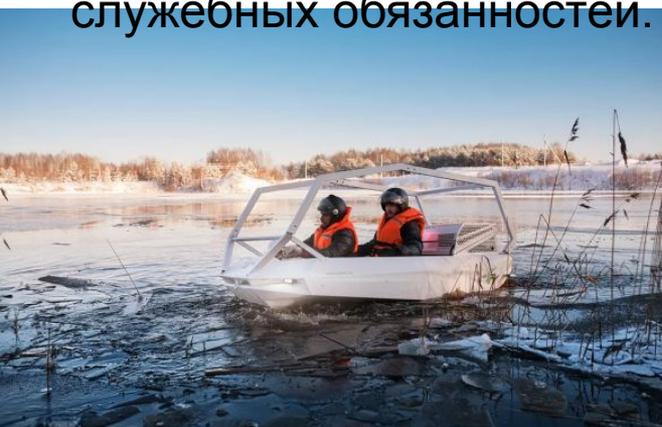


Разработка комплекта дистанционного управления транспортным средством высокой проходимости

Эксплуатация транспортных средств высокой проходимости

Транспортные средства высокой проходимости используются преимущественно в регионах с наиболее экстремальными условиями. Из-за подобных условий эксплуатации, операторы такой техники часто подвергаются опасности во время работы. Перевод на систему дистанционного управления является перспективным вариантом решения проблемы. Это позволит обезопасить водителя при выполнении его служебных обязанностей.



Система дистанционного управления

Система рулевого управления

Система управления трансмиссией

Система управления зажиганием

Система управления дросселем

Управление тормозной системой

05.13.06

Е.С. Козин канд. техн. наук, Г.А. Софронов

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,
Тюмень, kozines@tyuiu.ru, sofonov.george@yandex.ru

ВНЕДРЕНИЕ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ

В статье рассматривается внедрение прототипа системы дистанционного управления в конструкцию рулевой системы вездехода «Пелец». Представлена трехмерная модель внедряемой системы, указан принцип ее работы. Рассмотрена схема подключения электронных компонентов системы, выполненных на базе микроконтроллера Arduino, а также программный код управления, реализованный в среде программирования Arduino IDE. Разработанная система позволит повысить безопасность перевозочного процесса и расширить сферу применения указанного транспортного средства.

Ключевые слова: рулевая система, дистанционное управление, вездеход, микроконтроллер, безопасность перевозок, транспортно-технологические средства.

По оценкам экспертов рынок беспилотных транспортных средств специализированного применения в 2020 году имел объем более 600 млрд. долларов и, ввиду своей новизны, открыт для различных исследований. При этом согласно Дорожной карте НТИ «Автонет» подобные проекты имеют высокий потенциал для внедрения в производство: данные решения могут быть востребованы нефтегазовым сектором, МЧС, логистическими компаниями, Министерством обороны и т.п. [1]. Кроме того, Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года также предусматривает расширение доли транспорта без водителя и проведение исследований в этом направлении. Одним из распространенных транспортных средств специализированного применения являются компактные вездеходы «Пелец», которые являются объектом исследования в настоящей работе [2]. Из-за условий использования транспортных средств высокой проходимости персонал часто подвергается опасности во время работы. Перспективным вариантом обеспечения безопасности водителя может служить перевод на систему дистанционного управления.

Систему дистанционного управления вездеходом «Пелец» можно поделить на 5 составляющих: систему управления зажиганием, систему управления трансмиссией, систему рулевого управления, систему управления газом, управление тормозной системой.

Целью работы является повышение эффективности эксплуатации вездехода путем внедрения мехатронной системы дистанционного управления направлениям движения и повышение на этой основе безопасности перевозочного процесса.

Научная новизна исследования заключается в определении закономерностей влияния природно-климатических факторов и условий эксплуатации на процессы технической эксплуатации транспортных средств высокой проходимости, оснащенных системами дистанционного и автономного управления.

В рамках первого этапа научной работы для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

1. разработка модели системы дистанционного управления с использованием систем автоматизированного проектирования;
2. создание прототипа системы и его внедрение в лабораторное транспортное средство высокой проходимости «Пелец»;
3. тестирование работы прототипа системы с использованием программируемого микроконтроллера.

Цель и задачи

Целью исследования является повышение эффективности эксплуатации вездехода путем внедрения системы дистанционного управления (ДУ) и повышение на этой основе безопасности перевозочного процесса.

Были поставлены следующие задачи:

1. Разработка модели системы дистанционного управления с использованием систем автоматизированного проектирования;
2. Создание системы ДУ, установка которой не требует изменения конструкции штатной системы управления трансмиссией вездехода;
3. Расчёт параметров компонентов системы для создания прототипа, её монтаж и тестирование на транспортном средстве высокой проходимости «Пелец».

Научная новизна и практическая значимость

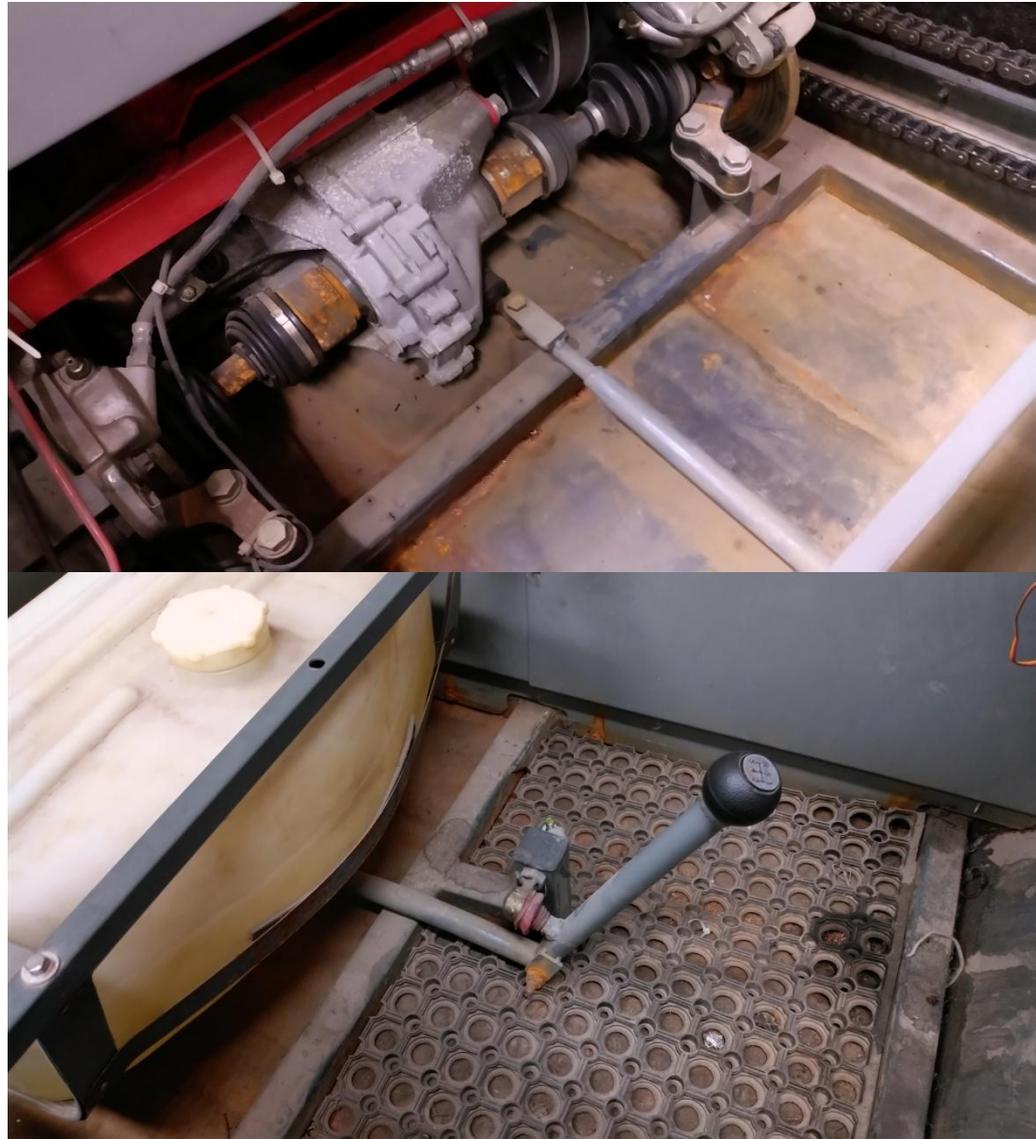
Научная новизна исследования заключается в определении закономерностей влияния природно-климатических факторов и условий эксплуатации на процессы технической эксплуатации транспортных средств высокой проходимости, оснащенных системами дистанционного и автономного управления.

Практическая значимость: спроектированная модель системы ДУ в дальнейшем послужит образцом для создания аналогичных систем для другой техники с похожей системой управления. Данная система будет установлена на вездеход «Пелец» и использоваться для тестирования возможностей транспортной техники высокой проходимости, переведённой на ДУ, а так же различных программ, предназначенных для повышения уровня автоматизации управления машиной.

Устройство трансмиссии

Снегоболотоход «Пелец Cruiser 640» оборудован бесступенчатым вариатором и механической трёхвальной 5-ступенчатой коробкой переключения передач с нейтралью и задним ходом. Коробка передач конструктивно объединена в единый трансмиссионный блок с главной передачей и дифференциалом. Все передачи переднего хода с синхронизаторами.

Управление переключением передач происходит через выносной рычаг, связанный с КПП при помощи тяги.



Добавить слайд с конструкцией системы рулевого управления

- Почему то ты про нее незаслуженно забыл

Технические характеристики системы дистанционного управления приводом КПП и системы рулевого управления

Электрическое питание ЭПП осуществляется от бортовой сети АТС:

- Номинальное напряжение: 12 В;
- Рабочее напряжение: 11...15 В.

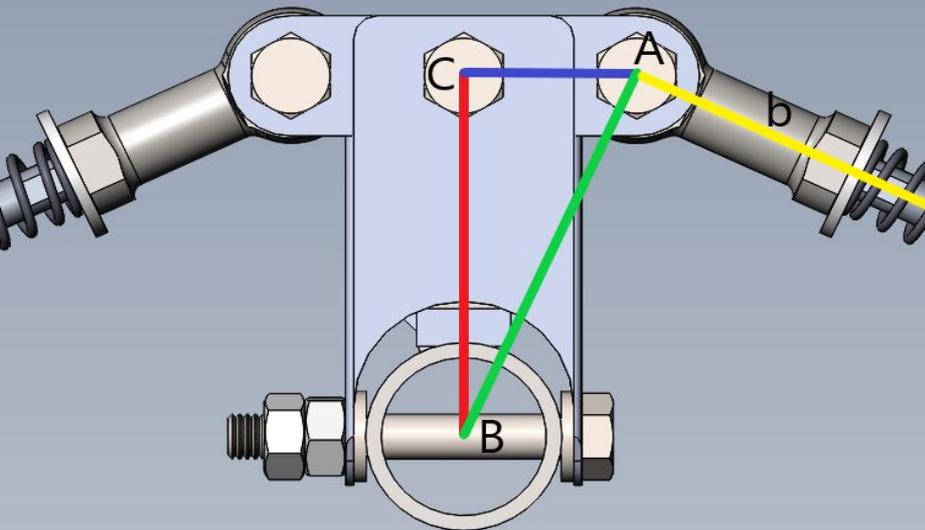
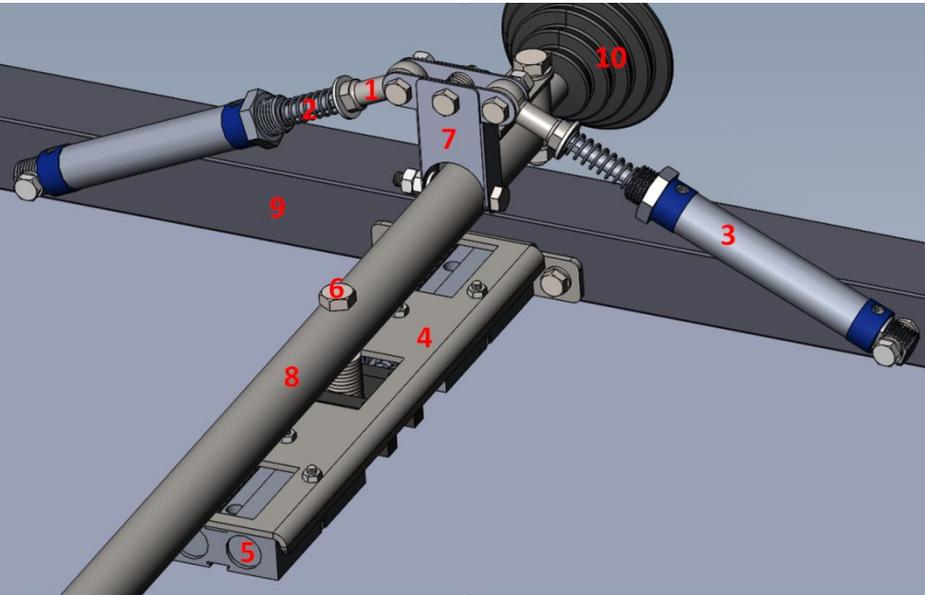
Пневматическое питание ЭПП осуществляется от установленного компрессора:

- Номинальное давление воздуха: 0,7 Мпа (7 атм);
- Рабочее давление воздуха: 0,6...0,8 Мпа (6...8 атм).

Т.к. трансмиссия данного вездехода оснащена вариатором, сцепление на нём отсутствует. Таким образом система дистанционного управления КПП состоит из трёх блоков:

- Исполнительный механизм КП (ИМКП);
- Блок управления (БУ);
- Блок клапанов и соединителей с элементами подвода воздуха (БКС).

Конструкция электропневматического привода



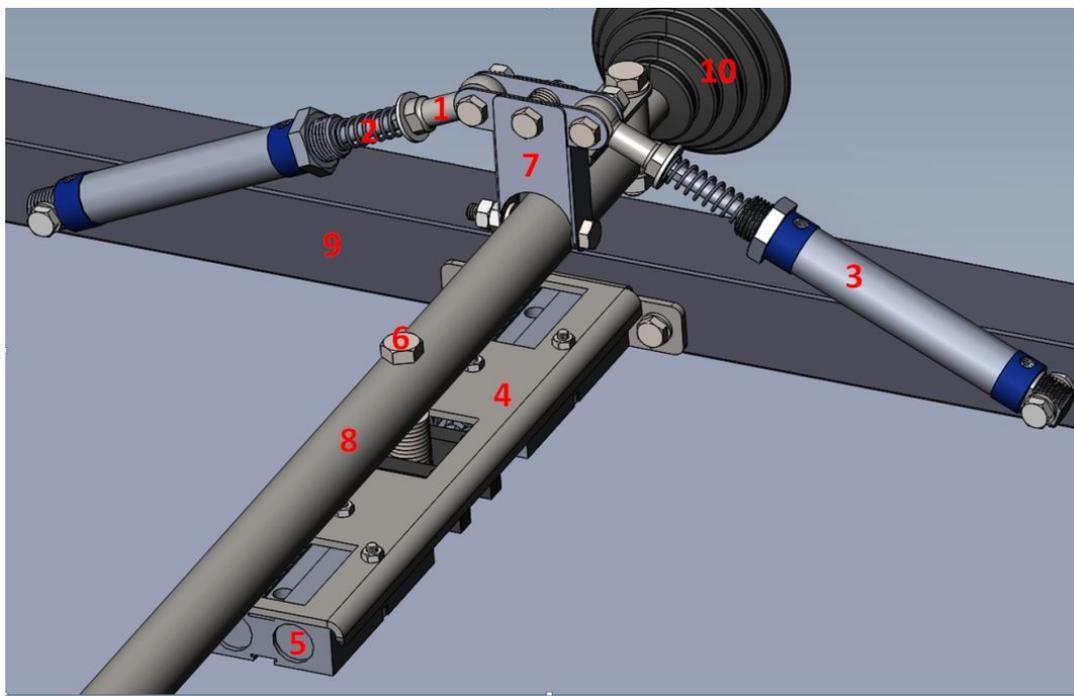
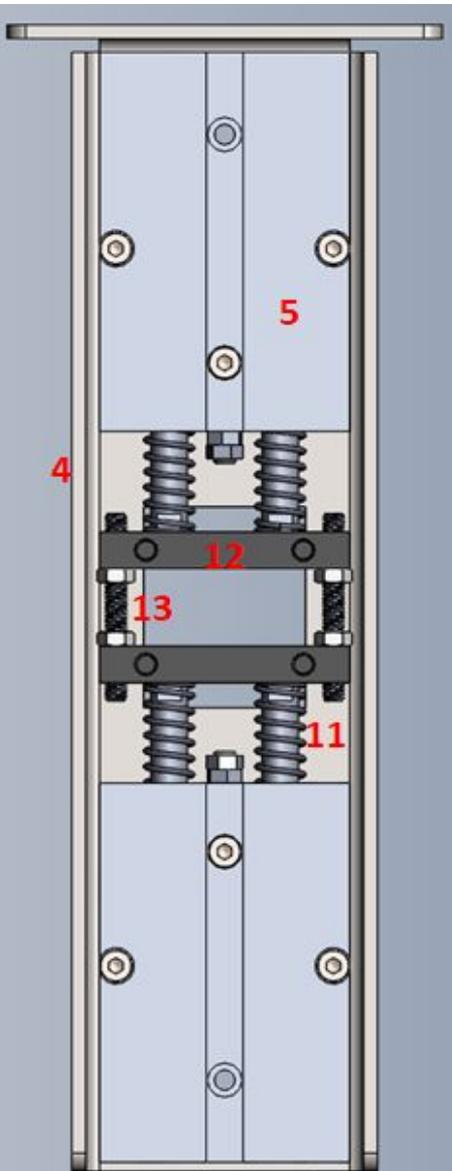
Устройство ИМКП представлено сборкой из пружин, пневмоцилиндров и элементов их крепления.

Для обеспечения качания рукоятки КПП (10) к тяге (8) крепится, сохраняя относительную подвижность, Т-образная конструкция (7), выполненная из двух пластин и трубы прямоугольного сечения. К этой конструкции с двух сторон в свободные пазы через шаровые шарниры (1) крепятся штоки пневмоцилиндров (ПцК) (3). Подобный ход позволит погасить их радиальные и линейные перемещения поперёк прямого хода при включении передачи. На сами штоки устанавливаются центрующие пружины 1086-0783 (2). Основание пневмоцилиндров крепится к раме вездехода.

Конструкция электропневматического привода

Включение/выключение передач выполняют двухштоковые пневмоцилиндры (ПцВ) (5), установленные в корпус (4). Передача движения от цилиндров на тягу (8) происходит посредством болта (6). Площадки (12) пневмоцилиндров соединены при помощи шпилек и гаек (13) на расстоянии 16-18 мм. На их штоках также установлены пружины 1086-0782 (11), предназначенные для центровки рукоятки КПП в нейтральное положение и предотвращения непредвиденного включения передачи.

Вся конструкция ИМКП крепится к раме вездехода.



Блок управления

БУ построен на базе платы Arduino UNO, которая осуществляет управление всей системой. Помимо него в БУ так же входит блок реле и радиоприёмник, выполненный на базе МК SI4463. Блок управления предназначен для обработки получаемых сигналов с пульта управления и кнопки переключения режима управления и формирования управляющих сигналов на БКС. Блок реле - это рабочий орган БУ, который предназначен для управления пневмораспределителями. Все элементы БУ имеют питание от бортовой сети АТС.

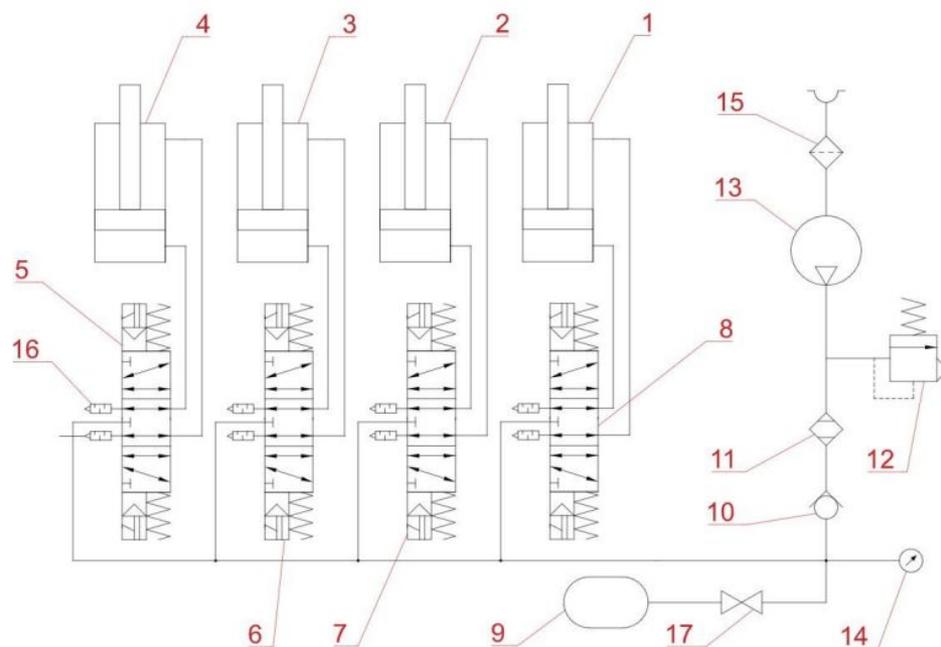
Можно добавить принципиальную схему, нарисованную в
freetzing

Устройство пневмосистемы (БКС)

В разработанной системе ЭПП используются пять линейные трех позиционные пневмораспределители (5-8) с открытым центром. Каждый из распределителей управляет одним из ПцК (1, 2) или ПцВ (3, 4).

Воздух в систему подаётся от компрессора (13), предварительно прогоняя его через воздушный фильтр (15). После компрессора установлен осушитель (МАЗ, ПАЗ, КАМАЗ), в корпус которого уже встроен обратный клапан (10) и предохранительный клапан (12). Осушитель (11) снижает влажность воздуха и тем самым опускает допустимый нижний температурный порог эксплуатации системы, а так же продлевает её срок службы. Кроме этого в системе предусмотрен ресивер (9) для накопления пневмоэнергии и вентиль (17), позволяющий провести техобслуживание без сброса давления. Пневмоглушители (16) установлены для снижения шума, возникающего при работе ЭПП.

Манометр (14) оснащён датчиком давления, который включает компрессор, когда показания манометра опускаются ниже 6 атм. и выключает его по достижению отметки в 8 атм. Так осуществляется автоматическая подпитка воздухом.



Алгоритм работы

Программа построена таким образом, чтобы обеспечить максимальное количество возможных действий, при минимальном наборе внутренних функций, а так же экономию воздуха.

Цикл работы построен следующим образом:

1. Система фиксирует нейтральное положение рычага КПП
2. После поступления команды система подбирает подходящую функцию для переключения передачи
 - 2.1. Функции переключения 1-2, 3-4 передачи.
 - 2.2. Функция включения нейтрали.
 - 2.2.1. Функция включения передачи из нейтрального положения, активируется если требуется переключения между иными парами передач (2-3, 4-5, 1-R и тд.).
3. Фиксация включённой передачи.



Выводы

- С использованием САПР SolidWorks 2019 была разработана трехмерная модель элементов системы управления трансмиссией транспортного средства высокой проходимости и определены элементы конструкции внедряемой системы дистанционного управления;
- Произведён расчёт всех необходимых компонентов для создания первого прототипа системы и её монтажа на транспортное средство высокой проходимости «Пелец Cruiser 640»;
- Разработан прототип системы рулевого управления и управления приводом КПП. Произведен монтаж части указанных элементов системы на лабораторное транспортное средство.
- В отличие от многих известных систем дистанционного управления для работы разработанной системы не требуется наличие каких-либо датчиков. Их можно установить, но только в качестве дополнительного отслеживающего оборудования.