

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

ВЕЛАЗ

1. Формулировка задачи (условия)

Добыча полезных ископаемых связана с повышенной опасностью проведения работ. Для повышения безопасности ведения горных работ крупные компании разрабатывают оборудование, которое будет работать в автономном режиме на горных предприятиях. Одним из важных технологических процессов горного производства является транспортирование полезного ископаемого. На карьерах для этого используют большегрузные автосамосвалы. Процесс транспортирования включает погрузку, перемещение и разгрузку. Процесс усложняется большими габаритами автосамосвалов и ограниченными размерами дорог, погрузочных и разгрузочных площадок.



МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

Кейс "БЕЛАЗ: работа автономного самосвала" был разработан совместно со специалистами ТД «БЕЛАЗ» и соответствует современным требованиям горного производства по роботизации процессов транспортирования различных грузов на горных предприятиях.

В рамках данного кейса участникам предлагается разработать транспортную систему, предназначенную для перевозки грузов, которая будет включать погрузочное устройство в зоне погрузки, автосамосвал и зону разгрузки.

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Главной задачей является разработка транспортной системы, имитирующую погрузку автосамосвала, перемещение и разгрузку полезных ископаемых в условиях карьера.

Предлагается разработать устройство любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

- Транспортная система включает в себя: погрузочное устройство механического типа любой конструкции, автосамосвал с возможностью автоматической разгрузки, зона разгрузки.
- Погрузочное устройство может быть выполнено в виде манипулятора, канатного подъемника или любого иного механического подъемного устройства, изготовленного участниками олимпиады. Погрузочное устройство располагается в зоне погрузки, размеры которой определяются участниками в зависимости от типа и конструкции погрузочного устройства. Погрузочное устройство должно снабжаться средством автоматического определения (например, видеокамерой), что на площадку погрузки заехал автосамосвал. Погрузочное устройство способно выбрать в определенном порядке один из грузов, размещенных на складе в зоне погрузки в произвольном порядке, установленном участниками, захватить его и погрузить его в кузов подъехавшего автосамосвала. После погрузки погрузочное устройство возвращается в исходно положение.
- Автосамосвал изготавливается с беспроводным телеуправлением и автоматическим управлением. Автосамосвал полностью спроектирован и изготовлен участниками олимпиады, представляет собой самодвижущуюся платформу на колесах с кузовом специальной формы, который позволит размещать в себе один из грузов, а также разгружать его наиболее быстро на разгрузочной площадке. Сумма габаритов автосамосвала не превышает 1200 мм по сумме длины, высоты и ширины. Предполагается перемещение автосамосвала с места стоянки (любое место на испытательном полигоне) в ручном режиме телеуправления на площадку зоны

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

погрузки. После погрузки автосамосвал должен оценивать, нет ли перегруза для осуществления перемещения. Для этого он снабжен датчиком определения массы груза. Если груз допустимый, то автосамосвал перемещается в автоматическом режиме в зону разгрузки, где производит выгрузку груза. После чего, в ручном режиме телеуправления возвращается в зону погрузки. Если в автосамосвал погружен груз большей массы (определяется участниками команды), чем допустимая, то отправляется сигнал в систему управления (на экране компьютера происходит оповещение оператора о перегрузке), после чего оператор дистанционно осуществляет разгрузку автосамосвала в зоне погрузки, не допуская его движения в перегруженном режиме. После этого может быть снова запущено погрузочное устройство.

- Зона разгрузки указана жюри в произвольном месте полигона в пределах 4–6 м от зоны погрузки. Зона разгрузки не превышает размеров 500 мм x 500 мм. На полигоне она будет выделена цветным скотчем, наклеенным на полу. Местоположение зоны разгрузки можно определять любыми датчиками, маяками, координатным способом.
- Транспортируемые грузы (не менее трех) должны быть разной массы. Один из грузов должен быть массой, превышающей допустимую для данного автосамосвала. Грузы имитируют наполненные контейнеры, которые должны загружаться в кузов автосамосвала. Грузы можно изготовить самостоятельно, а можно использовать готовые. По габаритам каждый груз должен свободно помещаться в кузове автосамосвала. Для визуального отличия грузов их можно маркировать разным цветом.
- При разработке транспортной системы могут использоваться как готовые электротехнические модули (Arduino, Raspberry и др.), так и разработана собственная электротехническая схема (изготовление печатной платы, пайка компонентов и др.).
- Дополнительно должна быть предусмотрена возможность аварийной остановки работы элементов транспортной системы в ручном режиме (может быть реализована любым способом кроме ручного отключения питания).
- Специальных требований к питанию транспортной системы не предъявляется.

3. Порядок испытаний устройства

Работоспособность устройства проверяется в процессе **3-х испытаний**:

- В рамках 1 испытания участники располагают грузы около погрузочного устройства (на складе зоны погрузки) в базовом порядке, установленном участниками команды.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

Автосамосвал с произвольного места стоянки в ручном режиме при помощи системы телеуправления перемещается и устанавливается на площадку зоны погрузки. Система распознавания погрузочного устройства автоматически определяет, что автосамосвал располагается в зоне погрузки, выбирает один из 3 грузов, захватывает его любым способом и перемещает его в кузов автосамосвала, после чего возвращается в исходное положение. Автосамосвал определяет, что груз допустимый, и в автономном режиме перемещается в зону разгрузки. В зоне разгрузки автосамосвал разгружается любым способом без применения внешних устройств. Груз должен остаться в пределах, ограниченных скотчем. После чего оператору отправляется сигнал о том, что самосвал готов к следующей операции. Оператор в ручном режиме возвращает автосамосвал в зону погрузки. Далее операции повторяются. В случае погрузки недопустимого (завышенного) груза автосамосвал подает сигнал о перегрузе и оператор вручную запускает процесс разгрузки прямо на площадке погрузки. После выполнения аварийной разгрузки оператор отправляет сигнал на возобновление процесса загрузки.

- В рамках 2 испытания жюри выставляют грузы в произвольном порядке (меняют местами в пределах склада зоны погрузки). Порядок выполнения испытаний тот же, что и в 1 испытании.
- В рамках 3 испытания грузы расставлены произвольно в пределах склада зоны погрузки. Порядок тот же, что и в 1 испытании, но автосамосвал возвращается из зоны разгрузки в зону погрузки в полностью автономном режиме.
- На проведение каждого испытания дается 1 попытка. Жюри по своему усмотрению может предоставить возможность проведения второй попытки испытания при наличии незначительных сбоев в работе транспортной системы и их оперативном (до 3 минут) исправлении.

4. Рекомендованные материалы для выполнения.

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, перчатка, болты, леска, нить, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

5. Требования к оформлению результатов решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

- a. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- b. Цель и задачи работы.
- c. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- d. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- e. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- f. Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:
 - i. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram)
 - ii. Диаграмма автомата (state machine diagram)
 - iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram)
 - iv. Диаграмма компонентов (component diagram)
- g. Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, так и отдельный ее частей), чертежи каждой отдельной части устройства, а также сборочный чертеж всего разработанного устройства. 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- i. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде электрической принципиальной схемы, монтажной схемы (при наличии разработанной топологии печатной платы).
- j. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
- k. Код разработанного программного обеспечения. Должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

- m. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- n. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- o. Список литературных источников.

6. Процедуры (этапы) решения

1. Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
2. Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.
3. Проектирование устройства (эскиз устройства, проектирование кинематической системы, UML-диаграммы).
4. Проектирование 3D-модели устройства, его составных частей и корпуса.
5. Проектирование электротехнической системы устройства.
6. Проектирование алгоритмов работы программного обеспечения.
7. Разработка кинематической, электротехнической систем устройства.
8. Разработка программного обеспечения.
9. Прототипирование, изготовление и сборка устройства.
10. Тестирование и отладка устройства.
11. Подготовка документации.

7. Требуемые знания для решения задачи

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №12
"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"**

3. Навыки работы с системами автоматизированного проектирования для 3D-моделирования и проектирования радиоэлектронных средств.
4. Навыки работы с микроконтроллерной техникой и периферийными устройствами, а также навыки монтажа электрических схем.
5. Навыки работы с системами контроля версий.
6. Навыки командой работы.
7. Навыки представления результатов работы.,

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №12

"БЕЛАЗ: работа автономного самосвала"

8. Материалы для подготовки

- Tinkercad — это бесплатное веб-приложение для 3D-проектирования, работы с электронными компонентами и написания программного кода. URL: <https://www.tinkercad.com/>
- TinkerCad создание схем и Arduino проектов. URL: <https://arduino-tex.ru/news/1/izuchaem-arduino-bez-arduino-c-pomoshchyu-tinkercad-i-ego-servisov.html>
- Моделирование на UML. URL: <http://book.uml3.ru/>
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
- Саймон Монк Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами . - СПб.: Питер, 2017.
- Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi. URL: <https://lesson.iarduino.ru>
- Raspberry GPIO. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-gpio/all>
- Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 240 с.: ил. - (Электроника)
- OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. URL: <https://opencv.org/>
- Instructables — это веб-сайт, специализирующийся на созданных и загруженных пользователями самостоятельных проектах URL: <https://www.instructables.com>
- Все о прототипировании. URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base>
- База знаний Амперки: инструкции и подсказки по Arduino и Raspberry Pi, оригинальные проекты, схемы распиновки модулей и datasheet'ы, теория электричества для начинающих и другая полезная информация. URL: <http://wiki.amperka.ru/>
- T-FLEX CAD — российская система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе параметрические возможности 2D и 3D моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами. URL: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>
- Программное обеспечение для 3D-моделирования и конструирования от Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/education/students>
- КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. URL: <https://kompas.ru/solutions/education/>
- Система контроля версия GitHub. URL: <https://github.com/>
- Система контроля версия GitLab. URL: <https://about.gitlab.com/>
- Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>
- Towards Data Science. URL: <https://towardsdatascience.com/>
- Все об Арудино. URL: <https://cloud.arduino.cc/>