

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №6
"Копирующий манипулятор защитных камер"

1. Формулировка задачи (условия)

Необходимо разработать и реализовать роботизированный манипулятор с беспроводным дистанционным управлением, копирующий движение рук оператора. Устройство должно обеспечивать функции захвата и точного перемещения объектов в условном трёхмерном пространстве защитной камеры. Важно, что защитная камера является герметичной, поэтому не допускаются использование проводного соединения оператора и манипулятора.

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Защитные камеры для работы с высокоактивными веществами часто называют «горячими камерами» или «горячими лабораториями», в переводе с английского «hot cells». Слово «горячий» в данном случае применяется к понятию радиоактивности: такие помещения требуются для защиты людей от воздействия радиоактивных изотопов. Горячие камеры представляют собой ячейки, сдерживающие радиоактивное излучение, в которых люди без непосредственно присутствия, находясь за достаточной физической защитой от источника радиации, могут управлять дистанционно необходимым оборудованием и выполнять различные операции с ним. Горячие камеры используются как в ядерной энергетике, так и в медицинской радиологии.



Рисунок 1 – Вид горячей камеры
Москва
2022/2023 уч. г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №6
"Копирующий манипулятор защитных камер"**

В рамках кейса Вам предлагается решить приближенную задачу по созданию роботизированного копирующего манипулятора защитной камеры. Сама защитная камера является некоторым условным объёмом с определенными размерами, границы которого нельзя нарушать.

В условный объём горячей камеры помещаются копирующий манипулятор и объекты, с которыми необходимо провести эксперимент. В качестве таких объектов выступают обычные алюминиевые банки объёмом 0,33 л. Достаточно сложные в изготовлении алюминиевые банки без наполнения являются мягкими изделиями, которые легко повредить, помять и даже прорвать при неосторожном обращении. Для выполнения задач кейса Вам будет необходимо выполнить три простые манипуляции с банками, требующие от Вас и от разработанных вами технических средств точности и аккуратности. При неверной постановке банок в условном объёме защитной камеры или их повреждении на этапе испытаний, оценка за проект будет снижена.

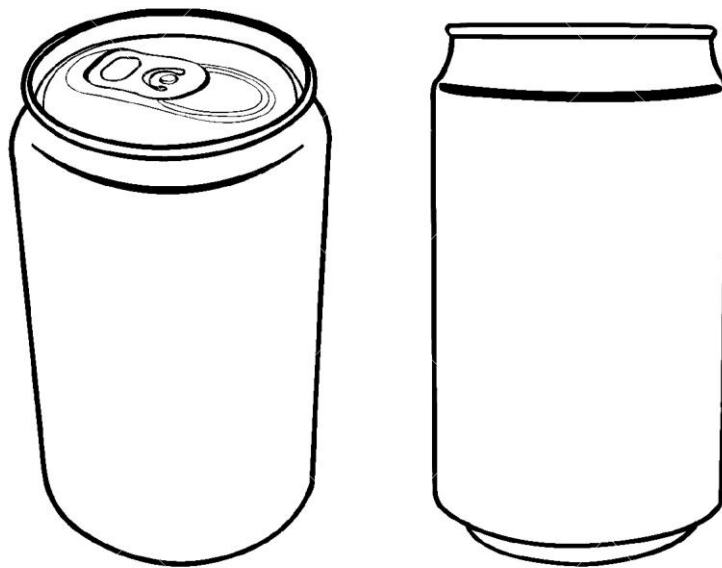


Рисунок 2 – Вид алюминиевой банки

Во избежание повреждения банки допускаются использование средств тактильной обратной связи или другие конструктивные решения, устраняющие данную проблему. Необходимые технические характеристики банки можно найти в ГОСТ Р 51756-2001 «Банки алюминиевые глубокой вытяжки с легко вскрываемыми крышками».

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №6

"Копирующий манипулятор защитных камер"

Также важно помнить, что габариты и стенки защитной камеры хоть и являются условными, нарушать их нельзя. Конструкция манипулятора должна полностью помещаться внутри защитной камеры, а конструктивные элементы, в том числе захват с удерживаемым предметом никак не должны касаться стенок и потолка защитной камеры. Возможно стоит предусмотреть зоны безопасности, куда не следует заводить манипулятор.

Главной задачей является разработка и реализация роботизированного манипулятора с беспроводным дистанционным управлением, копирующий движение рук оператора.

Предлагается разработать устройство любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

- размер условной защитной камеры: 800*1500x1000 мм (Д*Ш*В)
- копирующий манипулятор должен состоять как минимум из двух разрабатываемых устройств: 1 – устройство управления копирующим манипулятором (далее УУКМ); 2 – непосредственно сам копирующий манипулятор (далее КМ).
- УУКМ должно копировать действия и движения руки оператора и передавать команды на управление КМ. УУКМ может быть выполнено в виде перчатки, надеваемой на руку оператора и передающие данные на КМ.
- В составе УУКМ допустимо использование различных датчиков, в том числе акселерометров, оптических датчиков, систем машинного зрения.
- УУКМ должно передавать данные о перемещении захвата КМ в пространстве защитной камеры, угле поворота захвата и степени захвата объекта.
- Т.к. по условию задачи, защитная камера является полностью герметичной, нарушение её целостности недопустимо, поэтому связь между УУКМ и КМ должна осуществляться без использования проводных и других физических соединений.
- КМ должен состоять из стационарной основы, на которую крепится система перемещения захвата копирующего манипулятора.
- КМ должен целиком и полностью помещаться в условный объём защитной камеры.
- Также не допустимо нарушать границы условного объёма защитной камеры, поскольку это будет означать повреждение механики и элементов КМ о стенки защитной камеры или повреждение объекта манипуляции. Нарушение границ защитной камеры в процессе испытаний приведет к снижению оценки за проект.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №6

"Копирующий манипулятор защитных камер"

- Захват манипулятора должен аккуратно проводить захват и отпускание объекта манипуляции. Обнаружение следов механических повреждений на объекте манипуляции в процессе испытаний приведет к снижению оценки за проект.
- Конструкция КМ должна обеспечивать возможность поворота захвата вместе с объектом манипуляции в диапазоне от 0 до 180 градусов.
- Особые требования к питанию КМ не предъявляются.
- Захват должен быть приспособлен для работы с объектами манипуляции. Для его изготовления допускаются любые материалы и виды их обработки, в том числе 3D-принтеры.
- При изготовлении УУКМ и КМ допускается применение не более 30% готовых элементов и изделий.
- Особые требования к выбору приводов и кинематических не предъявляются.
- Геометрические размеры объектов манипуляции в соответствии с ГОСТ Р 51756-2001 «Банки алюминиевые глубокой вытяжки с легко вскрываемыми крышками» для банок объемом 0.33 л и 0.5 л.
- при разработке могут использоваться как готовые электротехнические модули (Arduino, Raspberry и др.), так и разработана собственная электротехническая схема (изготовление печатной платы, пайка компонентов и др.);
- конструкция манипулятора должна быть стационарной (без использования мобильных мехатронных платформ) и обеспечивать устойчивость на ровной поверхности при работе;
- Исключается подключение УУКМ, КМ или его подсистем к персональному компьютеру, они должны работать полностью автономно.

3. Порядок испытаний устройства

В рамках испытания устройства Вам предлагает выполнить три задания в порядке увеличения сложности. Регламент испытаний проводится в присутствии участников и членов жюри.

Перед началом испытания участники должны представить членам жюри своё устройство копирующего манипулятора. Манипулятор должен быть отведен на исходную позицию.

Члены жюри должны проверить робототехнический комплекс на соответствие техническим требованиям данного кейса и допустить команду участников к проведению испытаний.

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

- **На первом этапе** необходимо перенести одну банку из одно положения в другое. Банка выставляется произвольно членом жюри в рабочее поле манипулятора, оставляя не менее 5 см

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №6
"Копирующий манипулятор защитных камер"**

от края. Также член жюри произвольным образом очерчивает область установки банки. Область установки должна быть диаметром не более чем на 5 см больше диаметра банки, не пересекаться и не соприкасаться с тем местом, куда банка была изначально выставлена. На данном этапе оцениваются надежность захвата банки, точность и надежность перемещения банки и установки её в указанную область визуально. Также необходимо следить за отсутствием повреждений на банки и нарушением границ объёма защитной камеры.

- **На втором этапе** членом жюри в произвольное место устанавливаются две банки на расстоянии друг от друга не менее 20 см. Одна из банок должна быть перевернута кверху дном относительно другой. Задача поставить одну банку на другую, не уронив при этом одну из двух или обе банки. На данном этапе оценивается точность перемещения и установки банки, а также возможность переворота банки манипулятором. В случае, если перемещение происходит не точно, то башню из банок не удастся собрать. Дополнительным заданием можно собрать башню из трех банок, что добавит дополнительные баллы.
- **На третьем этапе** необходимо собрать пирамиду из банок как указано на схеме на рисунке 3. Оценка этапа проходит аналогично пункту 2.



Рисунок 3 – Схема постройки пирамиды из банок

- На проведение каждого испытания дается 2 попытки. Жюри по своему усмотрению может предоставить возможность проведения третьей или даже четвертой попытки испытания при

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №6
"Копирующий манипулятор защитных камер"

наличии незначительных сбоев в работе устройства и их оперативном (до 2 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), микрофон для реализации голосового ввода, коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, перчатка, болты, леска, нить, веревка, 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

1. Документация в обязательном порядке должна включать в себя:
 - 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №6
"Копирующий манипулятор защитных камер"

- h. Скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким 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 программ 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.).
- 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №6
"Копирующий манипулятор защитных камер"

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.
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.

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 Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами . - СПб.: Питер, 2017.
- Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi. URL: <https://lesson.iarduino.ru>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №6

"Копирующий манипулятор защитных камер"

- 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/>