



**КВАНТОРИУМ**

**Конкурс детских инженерных команд  
«Кванториада - 2021»**

**РЕГЛАМЕНТ  
ФИНАЛЬНОГО ЭТАПА**

**«Аватар»**

МОСКВА 2021

## **1. Общие положения**

1.1. Данный документ регламентирует проведение финального этапа по конкурсному заданию направления «Аватар» в рамках Конкурса детских инженерных команд (далее — Конкурс).

1.2. К участию в финальном этапе допускаются команды, отобранные Жюри после выполнения конкурсного задания отборочного этапа.

1.3. Основным средством коммуникации участников финального этапа и Организаторов является сервер <https://discord.gg/YrK7zEdP8Y> (далее - Discord-сервер). Организатор не несет ответственности за несвоевременное получение участниками информации о конкурсном задании финального этапа вследствие отсутствия у участника доступа к серверу.

## **2. Порядок выполнения задания финального этапа**

2.1. После завершения заочного отборочного этапа организаторы Конкурса объявляют конкурсное задание финального этапа.

2.2. Каждая команда в установленные организаторами Конкурса сроки должна произвести доработку собственного разрабатываемого решения, которое обеспечит выполнение конкурсного задания.

2.3. Команды будут иметь возможность задать организаторам Конкурса вопросы на уточнение задания на Discord-сервере.

2.4. Команды обязаны предоставить материалы выполнения конкурсного задания финального этапа в срок до 23:59 31 октября 2021 года по московскому времени, отправив их через форму, размещённую на официальном сайте научим.online.

### **3. Конкурсное задание финального этапа по треку «Аватар»**

Копирующее управление манипулятором, которое было реализовано командами в рамках отборочного этапа, применяется в случаях, когда необходим точный и своевременный контроль оператором рабочего органа управляемого устройства (чаще всего – манипулятора), организация автономной работы невозможна, а работа человека непосредственно в среде представляет сложности либо угрозу для жизни человека. Одной из таких сред является космическая среда, а конкретно – внекорабельная деятельность по обслуживанию Международной Космической Станции (МКС). В настоящее время эти операции (протирка иллюминаторов, установка и замена оборудования для проведения экспериментов, ремонт корпуса и элементов станции) проводятся космонавтами в открытом космосе – опасной для жизни человека среде, и выполняются в скафандре, в котором движения космонавтов затруднены, особенно при выполнении задач, связанных с мелкой моторикой. Задания финального этапа будут связаны именно с космической средой функционирования устройства.

#### **Задание 1**

Доработать полигон испытаний так, чтобы каждый из инструментов (маркер, губка, болт) фиксировался на любой поверхности в пределах рабочей области манипулятора – в условиях открытого космоса необходима четкая фиксация инструментов и системы безопасности на случай внештатных ситуаций, например, потери захватом инструмента в открытом космосе.

Доработать разработанное управляемое устройство таким образом, чтобы оно могло осуществлять операцию ввинчивания болта в вертикальной плоскости в направлении «от плоскости» управляемого устройства на расстоянии  $200 \times 200 \times 200$  мм от точки крепления

управляемого устройства в декартовой системе координат (точка и направление вворачивания болта указаны оранжевой стрелкой).

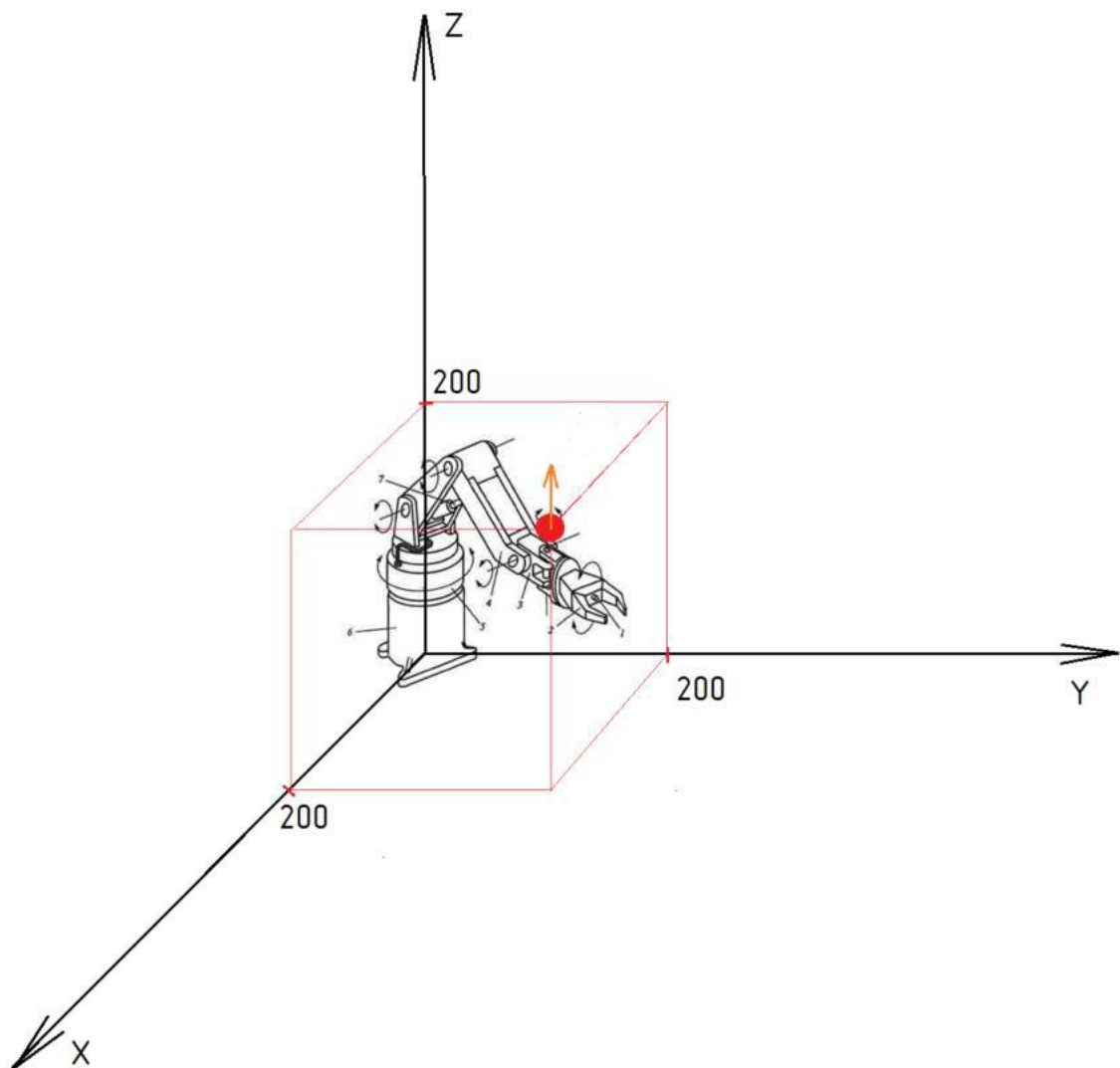


Рисунок 1. Точка ввинчивания болта отмечена красным,  
направление – оранжевой стрелкой

## Задание 2

Разработать программно-аппаратный комплекс:

1. Разработать приложение, в котором будет реализован графический интерфейс управления рабочим органом манипулятора, позволяющий реализовывать следующие функции:

- запоминание задаваемых с помощью разработанного ранее интерфейса управления оператором точек;
- самостоятельное перемещение рабочего органа манипулятора между этими точками;
- запоминание задаваемых с помощью разработанного ранее интерфейса управления оператором траекторий движения манипулятора;
- автономное перемещение рабочего органа манипулятора по этим траекториям.

2. В разработанном приложении реализовать функционал голосового управления для переключения манипулятора в автоматический режим. У оператора должна быть возможность посредством голосового управления отдавать манипулятору команды для самостоятельного захвата инструментов: маркера, губки, болта, а также возвращения их в места расположения. Например, по голосовой команде оператора: «Захватить губку» манипулятор временно выходит из копирующего режима, захватывает губку, а далее оператор может осуществлять операцию протирки с уже захваченной губкой.

При разработке программно-аппаратного комплекса необходимо учитывать, что управляемое устройство будет функционировать в условиях открытого космоса, а, значит, одним из важнейших требований является требование к безопасности функционирования: необходимо, чтобы максимальная скорость, а также некоторые положения управляемого устройства были ограничены, аппаратно или программно, для исключения случаев повреждения корпуса космической станции.

### **Задание 3**

Доработать конструкцию управляемого устройства таким образом, чтобы было обеспечено конструктивное и коммуникационное соответствие

с платформой одной из команд-финалистов трека «Платформа для внекорабельной деятельности».

Примечание: 15 сентября финалисты Конкурса по треку «Платформа для внекорабельной деятельности» выложат в Discord-сервере Конкурса краткие видео-описания разработанных устройств. Ваши задачи на данном этапе следующие:

1) рассмотреть технические решения, предлагаемые командами-финалистами трека «Платформа для внекорабельной деятельности», проанализировать и выбрать наиболее подходящую платформу для размещения манипулятора вашей команды;

2) продумать, каким образом необходимо модифицировать вашу конструкцию, чтобы обеспечить размещение манипулятора на платформе для внекорабельной деятельности и обеспечить его работоспособность; разработать техническое предложение;

3) осуществить коммуникацию с выбранной командой, в т.ч. посредством Discord-сервера, обсудить возможности доработки интерфейсов взаимодействия манипулятора и платформы для внекорабельной деятельности, а именно:

- вопросы надежного крепления манипулятора на платформе;
- вопросы адаптации интерфейсов электропитания и передачи данных (при необходимости).

4) получить консультационную поддержку от команды трека «Платформа для ВКД» о факторах космической среды, влияющих на работоспособность устройств в открытом космосе.

Обращаем внимание, что по правилам Конкурса каждая команда из трека «Платформа для ВКД» может сотрудничать не более чем с двумя командами трека «Аватар» на усмотрение команды трека «Платформа для ВКД», а, значит, сроки налаживания договоренностей и выстраивания взаимосвязей ограничены.

Таким образом, необходимо разработать 3D-модели механических интерфейсов крепления для фиксации управляемого устройства на платформе и электрические интерфейсы для питания устройства от сети питания платформы. Также необходимо учесть наличие и расположение на платформе камеры для наблюдения за действиями управляемого устройства и визуального контроля оператором.

#### **4. Форма представления результатов выполнения конкурсного задания финального этапа Конкурса**

4.1. Результаты выполнения конкурсного задания должны быть представлены в виде ссылки на папку в облачном хранилище либо ссылки на скачивание архива в формате zip без сжатия, которые должны содержать:

##### **I. Техническое описание, состоящее из нескольких частей:**

1. Техническое описание разработанного решения по доработке полигона испытаний с учетом функционирования управляемого устройства в космической среде в формате PDF, содержащее иллюстрации и исчерпывающие пояснения на русском языке, раскрывающие техническое решение по фиксации инструментов и принцип действия систем безопасности, предотвращающих потерю инструментов в открытом космосе. Описание должно содержать:

- перечень деталей и устройств, используемых для доработки полигона;
- чертежи всех деталей и сборок;
- описание конструкторских инженерных решений с фото и схемами;
- анализ достоинств и недостатков выбранных решений;

- скриншоты всех видов выполненных 3D-моделей (при наличии).

2. Техническое описание разработанного программно-аппаратного комплекса в формате PDF, содержащее иллюстрации и исчерпывающие пояснения на русском языке, раскрывающие принцип действия программно-аппаратного комплекса, его функциональные свойства, а также технические особенности, позволяющие программно-аппаратному комплексу выполнять свои основные функции (задачи по предназначению). Описание также должно содержать:

- состав всех элементов, компонентов программно-аппаратного комплекса;
- описание программных и математических инженерных решений с фото и схемами;
- анализ достоинств и недостатков выбранных решений;
- описание алгоритма работы приложения для запоминания и отработки точек и траекторий;

3. РПЗ с результатами взаимодействия команд-партнеров, информацию об адаптации интерфейсов крепления и электропитания, а также концептуальных конструкционных и программных решениях, учитывающих космическую среду функционирования управляемого устройства и интерфейса управления;

4. краткое описание пройденных этапов работы;
5. планы дальнейшего развития проекта;
6. описание функций каждого участника;
7. описание проведённых командой испытаний.

**II.** Текстовый документ в формате txt с кодировкой UTF-8 с названием «прохождение\_контрольных\_тестов.txt», содержащий ссылки на видеозаписи по двум из трех заданий, размещённые на видеохостинге YouTube, а также на папку в облачном хранилище с открытым по ссылке



доступом. Видеозапись к «Заданию 1» должна содержать описание принципов функционирования разработанных решений по доработке полигона, а также демонстрацию тестовых испытаний, выполненных в соответствии с требованиями п. «Требования к проведению контрольных тестов» конкурсного задания финального этапа. Видеозапись к «Заданию 2» должна содержать описание принципов функционирования аппаратно-программного комплекса, а также демонстрацию тестовых испытаний, выполненных в соответствии с требованиями п. «Требования к проведению контрольных тестов» конкурсного задания финального этапа. Все видеозаписи должны быть сохранены в контейнере mp4, в формате стандарта h.264, длительность одного видео не должна превышать 10 минут, общий размер файла видео не превышает 1,2 ГБ. Папка в облачном хранилище должна содержать чертежи, 3D-модели (при наличии), расчёты, коды программ, математические модели и комментарии к ним в соответствии с п. «Требования к проведению контрольных тестов».

**III.** Разработанное приложение в формате, готовом к использованию, или ссылка на него. Необходимо сопроводить инструкцией по запуску приложения и работе с ним.

**IV.** Презентация со слайдами (минимальное количество текста), содержащими фотографии созданных систем фиксации и безопасности, 3D-модели, скриншоты разработанного приложения с пояснениями, схемы алгоритмов управления.

Все ссылки должны быть действительны до подведения итогов Конкурса 20.11.2021. Доступ на чтение к папкам с материалами должен быть открыт по ссылке.

## **5. Критерии оценки защиты результатов выполнения задания финального этапа**

### 5.1. Требования к проведению контрольных тестов:

5.1.1. **Проверка работоспособности систем фиксации инструментов и безопасности и вворачивание болта.** От команд требуется предоставить видеозапись, демонстрирующую работоспособность систем фиксации инструментов и безопасности. На видеозаписи должен быть продемонстрирован процесс захвата всех ранее используемых инструментов (болта, маркера, губки), их произвольного перемещения, возвращения в точку захвата и фиксации. Также на видеозаписи должна быть продемонстрирована работа системы безопасности (при ее наличии). Кроме того, на видеозаписи должен быть представлен процесс захвата болта и ввинчивания его в отверстие, находящееся в точке пространства в соответствии с «Заданием 1» п.3, а также вывинчивания и возвращения в точку захвата. Все операции должны осуществляться оператором удаленно с предоставлением ему визуальной информации и тактильной обратной связи в соответствии с требованиями отборочного этапа.

5.1.2. **Проверка работоспособности разработанного аппаратно-программного комплекса.** Необходимо в разработанном приложении показать работу графического интерфейса и провести серию испытаний. Проводя испытания, оператор с использованием второй руки (при необходимости, для взаимодействия с графическим интерфейсом) задает в копирующем режиме с помощью первой руки и ранее разработанного интерфейса управления последовательность точек, а затем отдает команду роботу на самостоятельное последовательное перемещение между точками; а также задает последовательность траекторий и отдает команду роботу на самостоятельное последовательное перемещение по траекториям. Кроме того, необходимо показать работоспособность голосового управления – по голосовым командам от оператора (таким как: «захватить губку», «отпустить губку», «захватить маркер», «отпустить маркер», «захватить

болт», «отпустить болт») – манипулятор должен переходить в автоматический режим и выполнять соответствующее действие. Необходимо учитывать, что после выполнения указанного оператором действия манипулятор должен самостоятельно перейти обратно в копирующий режим.

**5.1.3. Проверка работы приложения.** Необходимо сделать запись экрана, на которой продемонстрировать с комментариями функционал разработанного в рамках усложнения финального этапа приложения.

## 5.2. Критерии оценки:

**К1. Доработка полигона с интеграцией систем фиксации и безопасности инструментов (до 15 баллов):**

- Системы фиксации и безопасности инструментов не представлены – **0 баллов**;
- Представлены системы фиксации инструментов, однако не обоснованы конструкционные решения и особенности, учитывающие космическую среду функционирования – **(+1 балл за каждый инструмент)**;
- Представлены системы фиксации инструментов, обоснованы конструкционные решения и особенности, учитывающие космическую среду функционирования – **(+2 балла за каждый инструмент)**;
- Представлена система безопасности инструментов, предотвращающая потерю их в открытом космосе – **(+6 баллов)**.

**К2. Прохождение испытания «Проверка работоспособности систем фиксации инструментов и безопасности и вворачивание болта» (до 15 баллов):**

- Испытания не приведены – **0 баллов**;
- Пройден тест захвата и перемещения инструмента – **(+3 балла за эффективное обращение с каждым инструментом)**;

- Успешно реализована операция ввинчивания-вывинчивания болта (**+6 баллов**).

**К3. Прохождение испытания «Проверка работоспособности разработанного аппаратно-программного комплекса» (до 23 баллов):**

- Испытания не приведены – **0 баллов**;
- Реализованы и продемонстрированы запоминание точек и перемещение рабочего органа манипулятора между ними – (**+5 баллов**);
- Реализованы и продемонстрированы запоминание точек и перемещение рабочего органа манипулятора между ними – (**+8 баллов**);
- Реализован и представлен функционал голосового управления – (**+10 баллов**).

**К4. Прохождение испытания «Проверка работы приложения» (до 5 баллов):**

- Испытание не пройдено – **0 баллов**;
- Предоставлена видеозапись с демонстрацией работы приложения – **2 балла**;
- Предоставлена видеозапись с демонстрацией работы приложения, описанием приложения и подробными комментариями о его функционировании – **5 баллов**.

**К5. Стыковка разработанных конструкционных решений с командой-партнером трека «Платформа для ВКД» (до 6 баллов + баллы за согласованную работу команд):**

- Коммуникация с командой не налажена, конструкция и интерфейсы устройств не состыкованы – **0 баллов**;
- Конструкция манипулятора, интерфейсы электропитания и передачи данных адаптированы для размещения на платформе ВКД, представлены исчерпывающие чертежи и схемы – (**+6 баллов**);

- Предоставлены подробные и обоснованные (согласованные с командой партнером) концептуальные предложения о внесении изменений в конструкцию разрабатываемых устройств, а также в функционал разрабатываемого приложения – **(от +1 до +3 баллов за каждое предложение, оценивается индивидуально, для зачета о предложениях также должно упоминаться в работе команды-партнера).**

#### **К6. Оформление технической документации (до 5 баллов)**

- Техническая документация на устройства и приложения не представлена – **0 баллов**;
- Представленная техническая документация дает только общие представления о конструкции устройств и принципах их работы, а также об интерфейсе и алгоритмах работы приложения – **2 балла**;
- Представлена подробная техническая документация, чертежи устройств и их составных частей, функциональные и электрические схемы, поясняющие работу устройств на уровне подсистем, подробные математические и алгоритмические выкладки о работе приложения – **5 баллов**.

#### **К7. Презентация устройства на защите (до 4 баллов)**

**0 баллов** – команда не уложились в отведённое время или команда рассказывала без презентации;

**1 балл** – команда рассказывала на основе презентации, но без проработанности выступления или с исключительно чтением презентации или в рассказе участвовали не все члены команды;

**4 балла** – команда представила устройство на основе презентации, затронув при этом в понятной форме все основные аспекты своей работы.

**Оценка критериев в баллах может быть изменена в зависимости от среднего уровня представленных работ.**

**При внесении изменений в конструкцию, модифицированная конструкция должна удовлетворять техническим требованиям, поставленным на отборочном этапе.**

## **6. Порядок проведения финального испытания финального этапа (защиты)**

6.1. Финальное испытание финального этапа (защита) проводится в дистанционном формате в период с 01 по 14 ноября 2021 года.

6.2. Время и площадку проведения защиты устанавливают Организаторы Конкурса, информация о чём будет доведена командам через Discord-сервер в чате направления «Аватар».

6.3. К защите допускаются команды, предоставившие требуемые материалы в соответствии с п.2.4.

6.4. Доработки устройств после загрузки материалов на сайт не допускаются.

6.5. Очередность прохождения командами защиты устанавливают Организаторы Конкурса.

6.6. Члены Жюри вправе остановить защиту из-за несоблюдения любых требований к прохождению финального этапа Конкурса

6.7. Каждый член Жюри осуществляет экспертизу прохождения командой финального этапа Конкурса в соответствии со шкалой оценивания согласно представленным выше критериям и фиксирует результаты экспертизы на бланке, выданном Организаторами. По итогам оценки работ баллы всех членов Жюри суммируются.