

# КОСМИЧЕСКАЯ САГА. МИССИЯ «ЛАЗЕРНЫЙ ТАНК»





«Земля — колыбель человечества, но нельзя вечно оставаться в колыбели»

К. Э. Циолковский

## ЛЕГЕНДА

Прошло уже несколько лет после успешной марсианской экспансии. Большая часть промышленности переориентирована и работает на расширение господства человека в космосе. Открытие варп-двигателя дало толчок человечеству на переход на новую технологическую ступень развития. Земляне, воодушевленные своими открытиями и победами, выходят из «колыбели» и начинают осваивать различные уголки космоса, расширяя зону своего влияния в межгалактическом пространстве и образуя **«Империиум»** (объединенная империя Земли).

Для поддержания устойчивого развития и целостности Империиума в обществе формируются различные организации, получившие название **адептусы**, отвечающие за координацию усилий человечества по накоплению знаний в различных отраслях и сферах деятельности. Так на свет появляется **Адептус Механикус** (технократическая организация, также известная как Духовенство Марса, которая удерживает монополию на технологические знания в Империиуме).

Адептус Механикус, прочно обосновавшаяся на Марсе, получает заказ от Империиума на производство различного вооружения для защиты сил человечества, основной целью которого является расширение границ влияния в космосе и освоение новых планет.

После невероятных разработок в области роботизированных исследовательских систем-марсоходов, мощных лазеров, плазменных двигателей, ядерных батареек и сверхточных атомных часов в Адептус Механикус принято решение делегировать разработку нового танка с лазерной турелью в **ордо МИФИкус**. По заданию Адептус Механикус должно быть спроектировано несколько видов танков, по результатам испытания которых, будут выбраны лучшие, которые и послужат человечеству на полях сражений.





## ЗАДАНИЕ

Вы должны спроектировать и собрать танк с лазерной турелью, который способен преодолевать препятствия, стрелять, а также выполнять требуемые согласно техническому заданию действия.


Конструкция танка должна быть полностью спроектирована в системе автоматизированного проектирования (САПР; CAD). Для выполнения проекта рекомендуется к использованию САПР **T-flex CAD**. Детали конструкции танка (платформа, турель, подвеска, гусеницы и т.п.) должны быть изготовлены участниками самостоятельно с применением средств быстрого прототипирования. В качестве основного инструмента предлагаются FDM **3D принтеры**, используемый слайсер 3D моделей — **Ultimaker Cura**.

На базе программно-аппаратной платформы **Arduino** необходимо разработать управляющий движением танка модуль. Реализация управляющего кода должна быть выполнена с использованием интегрированной среды разработки **Arduino IDE** и системы контроля версий **Git**. Все технические решения и программная реализация должны быть задокументированы и описаны. Разработка действующей модели танка должна сопровождаться еженедельными отчётами в виде видеоматериалов, статей или постов в мессенджере **Telegram**. По результатам работы над проектом необходимо подготовить отчётные материалы, используя **Microsoft Word (или LaTeX)** и **PowerPoint**. Все разработанные материалы по проекту должны быть размещены на портале **GitHub**.

Выполнение данного задания осуществляется в команде, состоящей из пяти-семи человек, функциональные роли которых приведены ниже:

- Капитан;
- PR-блогер;
- Инженер-конструктор;
- Инженер-электронщик;
- Инженер-программист.

Отметим, помимо основной роли, каждый член команды может брать на себя функционал другой роли по желанию. Работа команды, в части распределения обязанностей, фиксации ответственных, сроков и важности задач, может быть осуществлена с использованием инструмента **Trello**.





# ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

Работа по созданию танка делится на три этапа.



## ЭТАП 0:

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**1-5 недели:** Создание 3D модели танка с лазерной турелью.

Этап посвящен освоению инструментов проектирования, а также проектированию и созданию механической части танка, в которую входят: платформа, гусеницы/колеса, лазерная турель и т.д. Этап завершается защитой проекта танка, подготовленного в системе автоматизированного проектирования CAD. По результатам защиты эскиза танка команда получает доступ в лабораторию прототипирования.



## ЭТАП 1:

### ПРОИЗВОДСТВО ПИЛОТНОЙ МОДЕЛИ

**6-9 недели:** Печать танка, его моторизация и управление через Bluetooth.

На данном этапе мы печатаем детали танка. Происходит первичный монтаж электроники на тележку танка и осуществляется тестирование хода танка в полевых условиях. Происходит установка управляющей электроники и реализуется дистанционное управление танком по bluetooth с мобильного телефона.



## ЭТАП 2:

### «СЕРИЙНЫЙ ВЫПУСК ТАНКА»

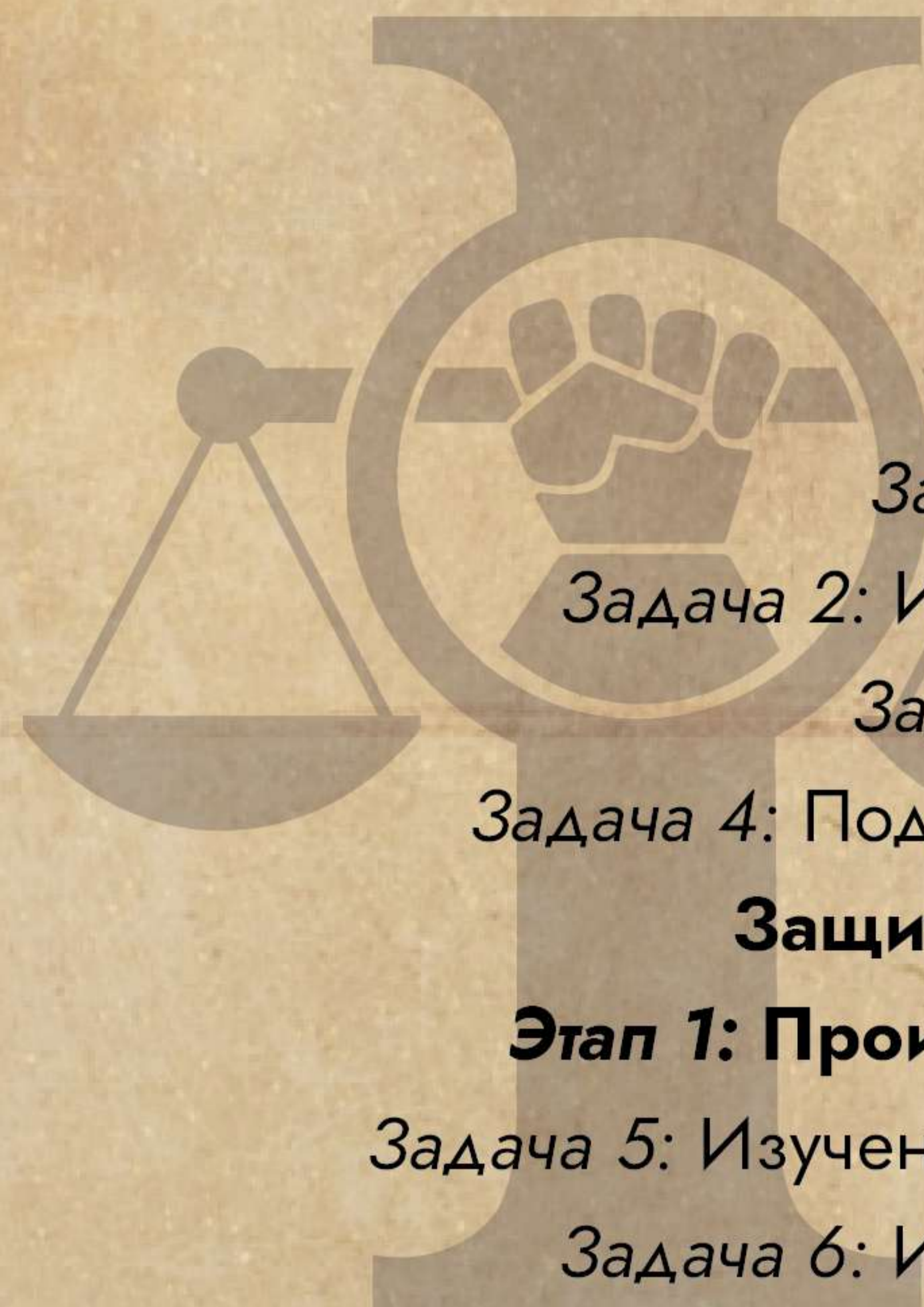
**10-16 недели:** Сборка танка и монтаж всей электроники.

На данном этапе мы реализуем управление лазерной турелью танка. Устанавливаем сервоприводы для управления турелью и дорабатываем управляющую программу. Корректируем все танковые системы и готовим танк к испытанию в боевых условиях.

Ориентировочный график работы над соответствующими задачами приведен ниже:



# ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ГРАФИК РАБОТЫ



## Этап 0: Проектирование

Задача 1: Изучение САУ систем

Задача 2: Изучение танковых комплексов

Задача 3: Проектирование танка

Задача 4: Подготовка базовой модели танка

## Защита 3D модели танка: часть 1

## Этап 1: Производство пилотной модели

Задача 5: Изучение аддитивного производства

Задача 6: Изготовление 3D модели танка

## Защита 3D модели танка: часть 2

Задача 7: Монтаж электроники для управления ходом танка

## Защита пилотной модели танка

## Этап 2: Серийный выпуск танка

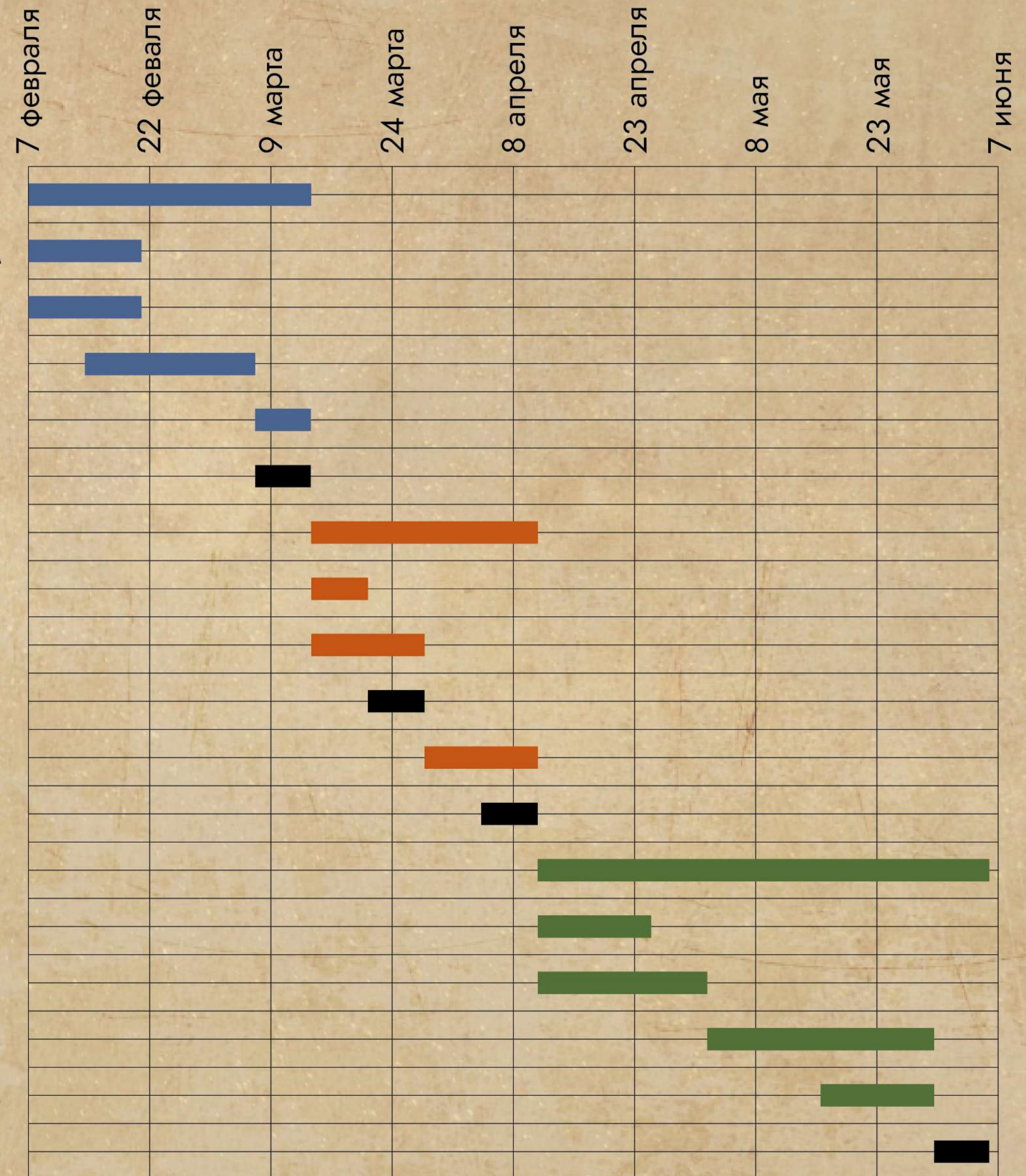
Задача 8: Установка лазерной трунели. Электроника для трунели

Задача 9: Программирование системы стрельбы

Задача 10: Отладка и доработка готового изделия

Задача 11: Подготовка отчетных материалов

## Финальное соревнование танков

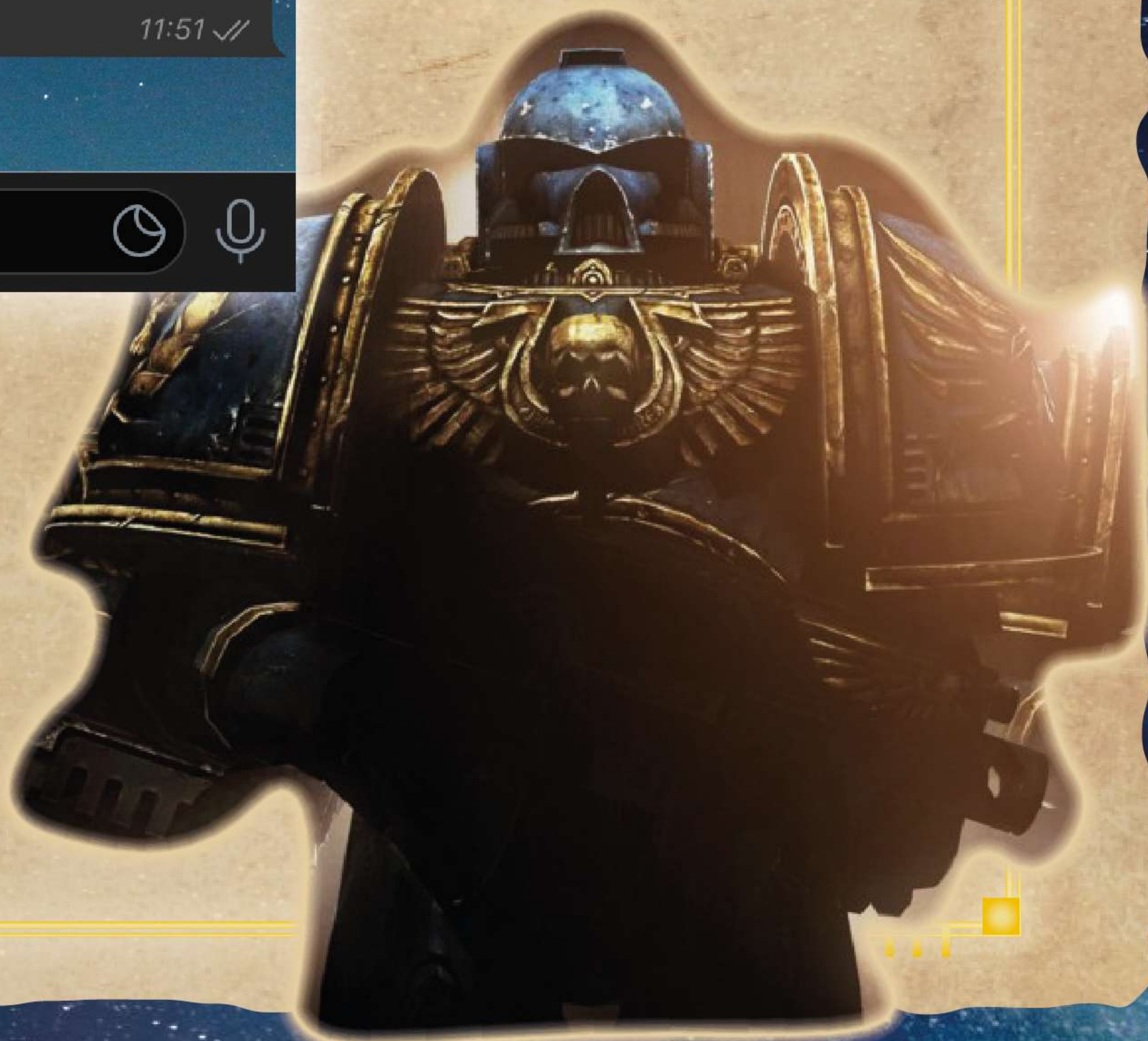
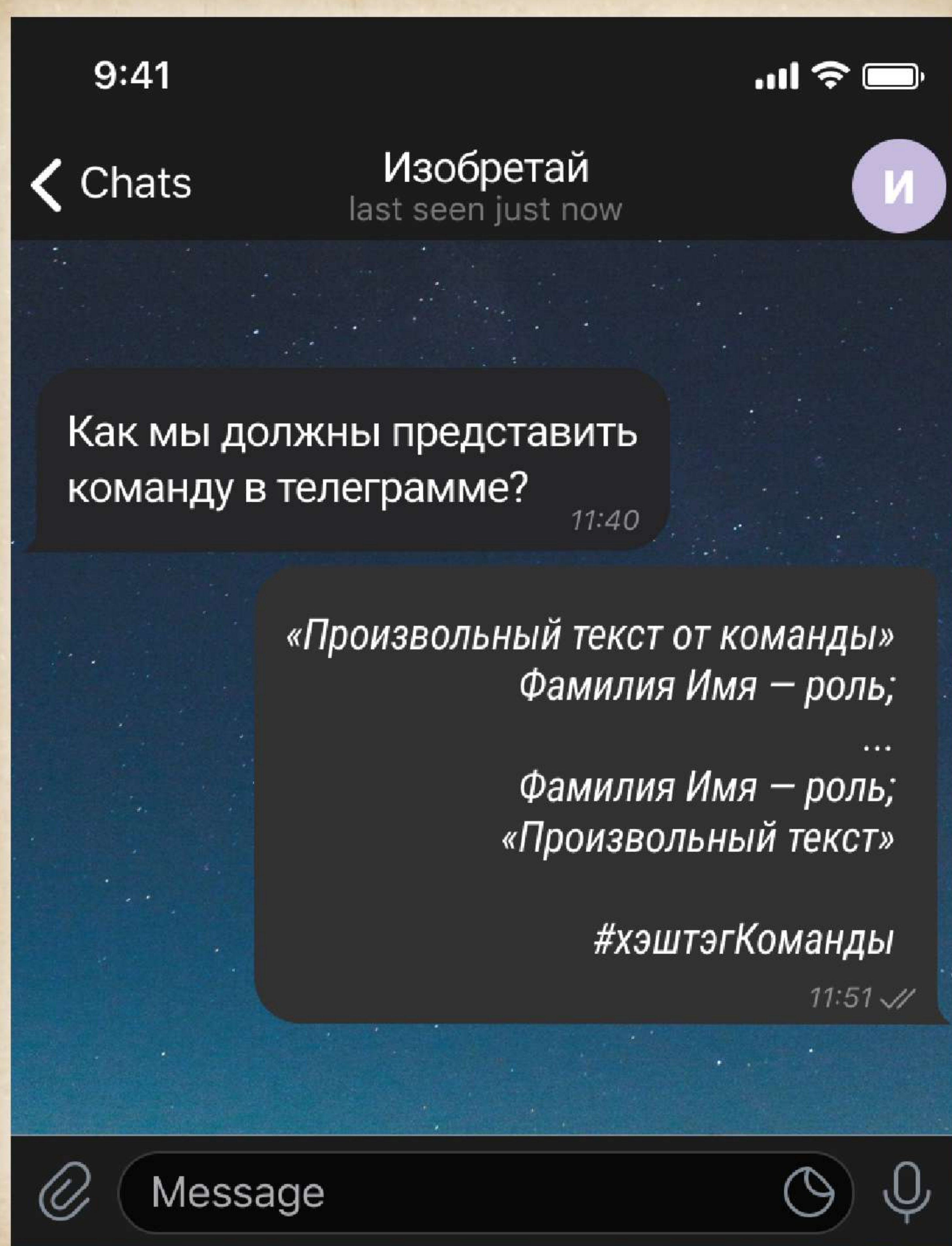




## ПОДГОТОВКА К СТАРТУ

Каждой команде в срок до 10.02.2022 необходимо:

1. Придумать название команды.
2. Придумать хештег команды.
3. Связаться с куратором команды.
4. Записать видео-представление команды.
5. Подписаться на телеграм канал практики @invent\_mephi
6. Распределить роли в команде и опубликовать распределение в телеграм канале проектной практики @invent\_mephi в формате:





# СКВОЗНЫЕ ЗАДАЧИ

## Организационная компонента



Работу команды эффективно организовывать в одном из существующих планировщиков задач. Для этой цели мы рекомендуем использовать наиболее простой и доступный планировщик Trello, позволяющий создавать задачи и контролировать ход их выполнения. В виду сжатых сроков реализации проекта по сборке танка, мы советуем пользоваться средствами планирования. Для этого необходимо:

1. Зарегистрироваться в приложении Trello;
2. Создать доску команды в данном приложении и подключить к ней куратора команды;
3. Организовать процесс работы команды (распределение задач, ответственных и пр.) с использованием одной или нескольких досок.
4. Доска с задачами должна вестись регулярно, отражая продвижение команды в работе над проектом.

## PR-компонента

Продвижение команды по этапам реализации проекта обязательной должно фиксироваться PR-щиком команды. Поэтому на PR-щика каждой команды возлагаются следующие обязанности:

### 1. Еженедельные публикации в телеграмм.

Публикация в телеграмм канале проектной практики @invent\_mephi не менее 1 поста в неделю, посвященного работе команды над проектом. Рекомендуемый к размещению контент: фото и видео-материалы, краткие отчеты по работе, полезные ресурсы, опыт команды и т.п.

Каждый пост должен начинаться хештэгом команды в формате:

#хештег

Текст поста





## 2. Разработка логотипа команды.

Требуется разработать уникальный логотип команды или любую другую символику команды.

## 3. Сбор и подготовка фото- и видео-материала.

Сбор фотографий, подготовка видеоматериалов, которые пойдут в отчеты и посты.

## 4. Финальные материалы к защите.

Подготовка отчетных материалов к финальной защите, а именно: постер, видеопредставление итогового проекта и команды, презентация проекта.

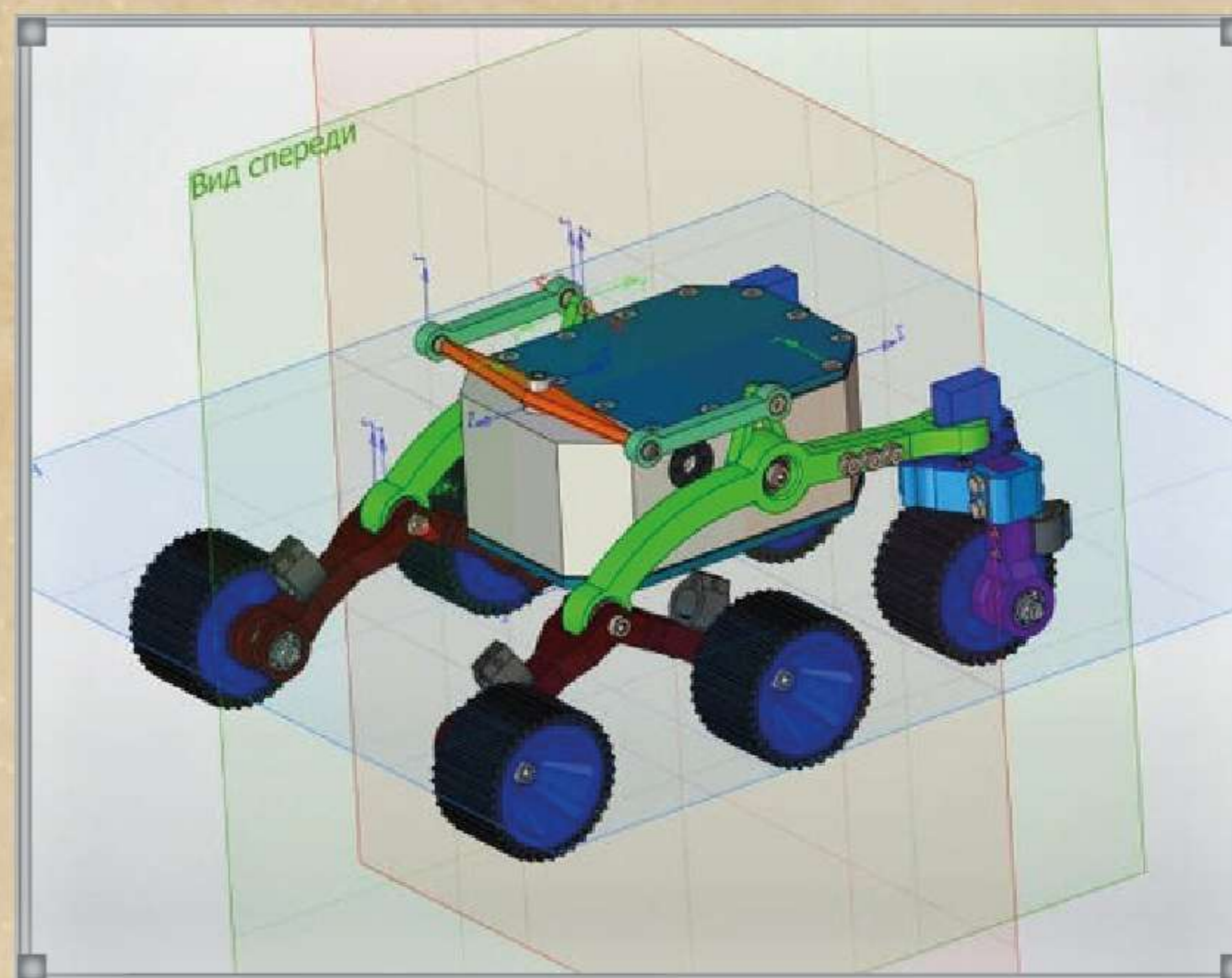
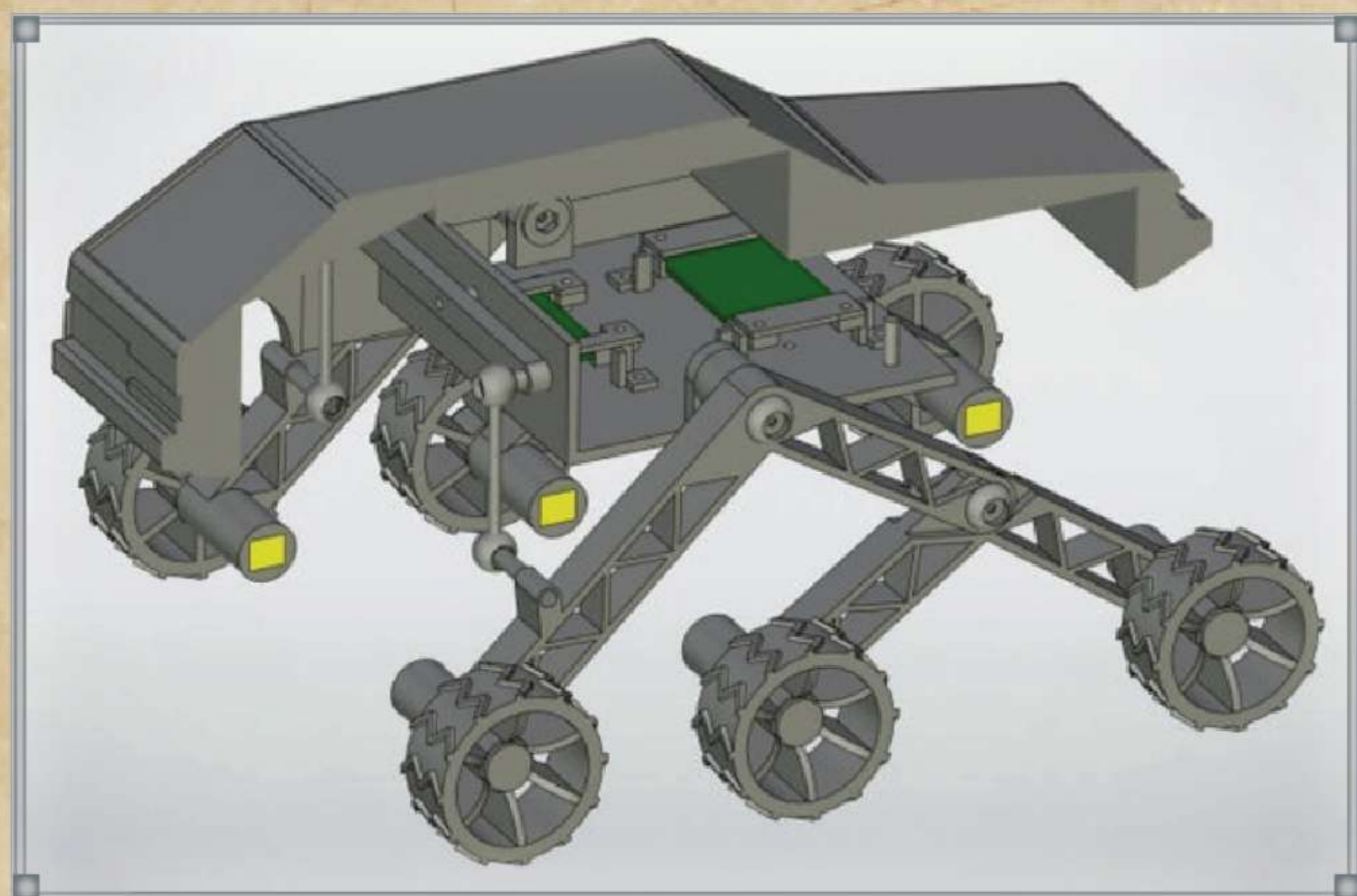




# ЭТАП 0: ПРОЕКТИРОВАНИЕ

## Инженерная компонента.

Создать модель прототипа танка в CAD системе. Примеры моделей марсианских роботов исследователей приведены ниже:



Спроектированный танк с лазерной турелью должен удовлетворять следующим техническим требованиям:

### а) Габариты танка

- Габаритная ширина: 150-180 мм
- Габаритная длина: 200-250 мм
- Габаритная высота: 120-150 мм
- Дорожный просвет не менее 20 мм
- Ширина башмака гусеницы: 30-40 мм (рекомендованная)

б) Высота препятствия, которое может проходить танк до 100 мм. Данное испытание будет представлять собой набор ступенек высотой от 20 до 100 мм с шагом 20 мм (на повышение сложности) - оценивается максимальная взятая танком ступенька.

в) На шасси должно быть предусмотрено место для установки сервоприводов для управления лазерной турелью (башня). Турель должна иметь две степени свободы наведения лазерного оружия. Минимальные сектора поворота турели:  $180^\circ$  по горизонтали и  $90^\circ$  по вертикали.

г) Мощность лазера 5 мВт (стандартизированный лазерный модуль будет доступен).





д) Стрельба по мишени и движение по трассе должны сопровождаться звуковой и световой индикацией режимов работы танка.

- В режиме «движение» должна обеспечиваться безопасность окружающих от действия лазерной пушки. В данном режиме выходное окно лазерного излучателя должно быть механически заблокировано. Например, закрыто крышкой или заблокировано поворотом лазера внутрь корпуса. Данный режим обозначается включением зеленого светодиода, видимого со всех ракурсов.

- Режим «стрельба» – в данном режиме лазерная пушка разблокирована, но программно и/или механически запрещено движение танка. Режим обозначается желтым цветом индикаторного светодиода.

- «Выстрел» – кратковременное включение лазерного диода. Необходимая длительность будет сообщена дополнительно. Во время выстрела и некоторое время после него запрещено движение приводов перемещения орудия, это состояние сигнализируется красным светодиодом. Длительность условной «перезарядки» орудия будет сообщена дополнительно.

е) Описание полигона для отработки стрельб: Танк размещается в указанном поле полигона/трассы и совершает серию выстрелов в мишень. Мишень представляет собой белый лист форматом от А5 до А4, размещенный на расстоянии от 2 до 5 метров от танка в произвольном месте прямоугольника со сторонами 1 x 2 метра.





## ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ ЭТАПА 0

Промежуточная оценка результатов работы команд в рамках Этапа 0 будет строиться на основании отчетного мероприятия — презентация командой прототипа танка в виде чертежей в CAD системе.

В рамках презентации команда-докладчик должна:

- показать свои решения по конструкции и деталям и быть готовой объяснить их;
- объяснить, как будет осуществляться печать (какие базовые поверхности и заполнения, будут ли поддержки) и что сделано для ее оптимизации (ресурс в космосе ограничен)
- рассказать, какими способами планируете изготавливать непечатные детали, если такие есть.

Объем презентации: 5-7 слайдов.

Для ответов на вопросы (после презентации) необходима демонстрация экрана с 3D чертежом, с возможностью поворачивать и увеличить фрагменты.

В рамках презентации проекта танка команды будут оцениваться по следующим критериям:

1. Уникальность чертежей для постройки прототипа (доля заимствования).
2. Оценка качества принятых инженерных решений.
3. Оценка внешнего вида модели танка.
4. Оценка уровня информационного освещения командной работы над проектом (блог, видео, отчеты).





## Рекомендации к данному этапу:

Довольно подробно про датчики, драйверы и как это все дружить с Arduino в книге *Мамот М.В. Мобильные роботы на базе Arduino*. СПб.:БХВ-Петербург, 2017. 288 с. в книге есть много примеров рабочего кода (он не оптимальный, но полезен для вхождения в тему).

Драйверы моторов двухканальные DRV8833 (в книге про них нет) подробное описание и таблица истинности, рекомендации по использованию ШИМ доступны тут:

 <https://clck.ru/at9NQ>

Программа для смартфона для отправки команд по bluetooth Arduino Bluetooth RC Car:

<https://clck.ru/at9Pk>

Эта программа неплохо показала себя, но вы можете поэкспериментировать с альтернативами или написать своё.





## ЭТАП 1: ПРОИЗВОДСТВО ПИЛОТНОЙ МОДЕЛИ



1. Посетить FabLab вместе с куратором команды. Ознакомиться с имеющимся там оборудованием и правилами технической безопасности.
2. Получить набор электроники для дальнейшей реализации проекта. Получить индивидуальный бокс для хранения деталей танка и любых других компонент на команду. Электроника и боксы расположены в FabLab. Сделать идентификационную наклейку на бокс: название команды (обязательно), дополнительно: логотип, фото участников и т.д. в рамках фантазии (не обязательно) формат А4 крепить с внутренней стороны прозрачного бокса.
3. Приступить к печати элементов танка и подключению электроники.





## Инженерная компонента.

1. Провести анализ результатов защиты Этапа 0. Внести при необходимости изменения в конструкцию танка.
2. Провести печать деталей танка на 3D принтере.
3. Установить электроприводы к танковым гусеницам.
4. Подключить электроприводы к драйверам моторов.
5. Драйверы моторов подключить к Arduino, установить аккумуляторный блок и подключить питание драйверов двигателя и Arduino.
6. Настроить модуль Bluetooth (задать имя, скорость работы, роль). Подключить Bluetooth модуль к Arduino.
7. Написать программу для Arduino для управления танком. Команды: движения вперед, назад, вправо, влево, предусмотреть возможность выбора и переключения скоростей движения (не менее 3х режимов, можно до 255).
8. Установить и настроить программу для смартфона (или иного мобильного устройства) для управления по Bluetooth.
9. Провести тестирование управления танком и его движением на марсианском полигоне.





## ЭТАП 2: СЕРИЙНЫЙ ВЫПУСК ТАНКА

### Инженерная компонента.

1. Провести анализ результатов защиты Этапа 1. Внести при необходимости изменения в конструкцию танка.
2. Провести доработку конструкции танка.
3. Установить лазерную турель на платформу танка.
4. Подключить сервоприводы к лазерной турели.
5. Доработать программное обеспечение, добавив в него блоки управления лазерным вооружением.
6. Подготовиться и пройти тестовую трассу с дистанционным управлением.
7. Провести зачетную стрельбу на полигоне.

Отметим, что подведение итогов разработки танка осуществляется в формате финального соревнования.





## ФИНАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Финальное испытание пройдет в два-три дня, содержательно разделенных между собой. В первый день команды представляют свои разработки на конференции в виде постерных докладов, обсуждают инженерные решения, демонстрируют готовый танк. Второй-третий день будет посвящен заездам танков по марсианской трассе и стрельбе из всех орудий. В один из дней проводится инструментальный контроль соответствия конструкции заданным в ТЗ параметрам.

**Трасса** — прохождение заданного маршрута на время. Маршрут состоит из ряда препятствий. Отдельные препятствия будут доступны для тестов в лаборатории. Маршрут и последовательность прохождения препятствий будет объявлена в день соревнований;

**Стрельба** — Танк размещается на стрелковом полигоне (который может являться элементом трассы). Производится серия выстрелов в направлении мишени. Каждый выстрел оценивается пропорционально удалению точки попадания от центра мишени. Коррекция наведения орудия осуществляется оператором на основании результатов предыдущих выстрелов в серии. Первый выстрел в серии считается пристрелочным и его результат не учитывается.

Номинации, по которым оцениваются команды:

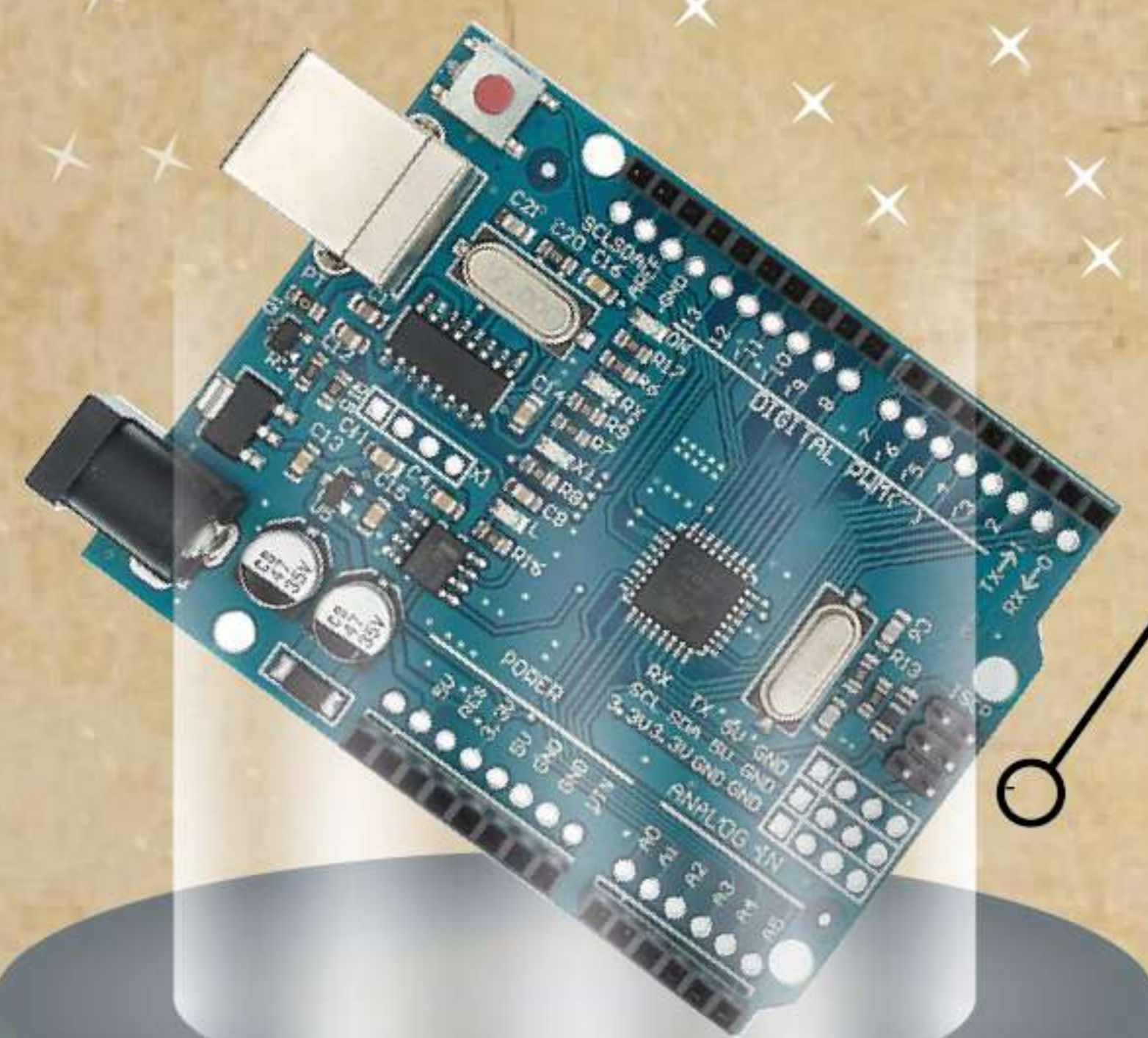
1. Качество прохождения трассы (скорость и точность)
2. Промышленный дизайн (технологические решения и дизайн)
3. PR-команды
4. Защита проекта (постер и доклад)



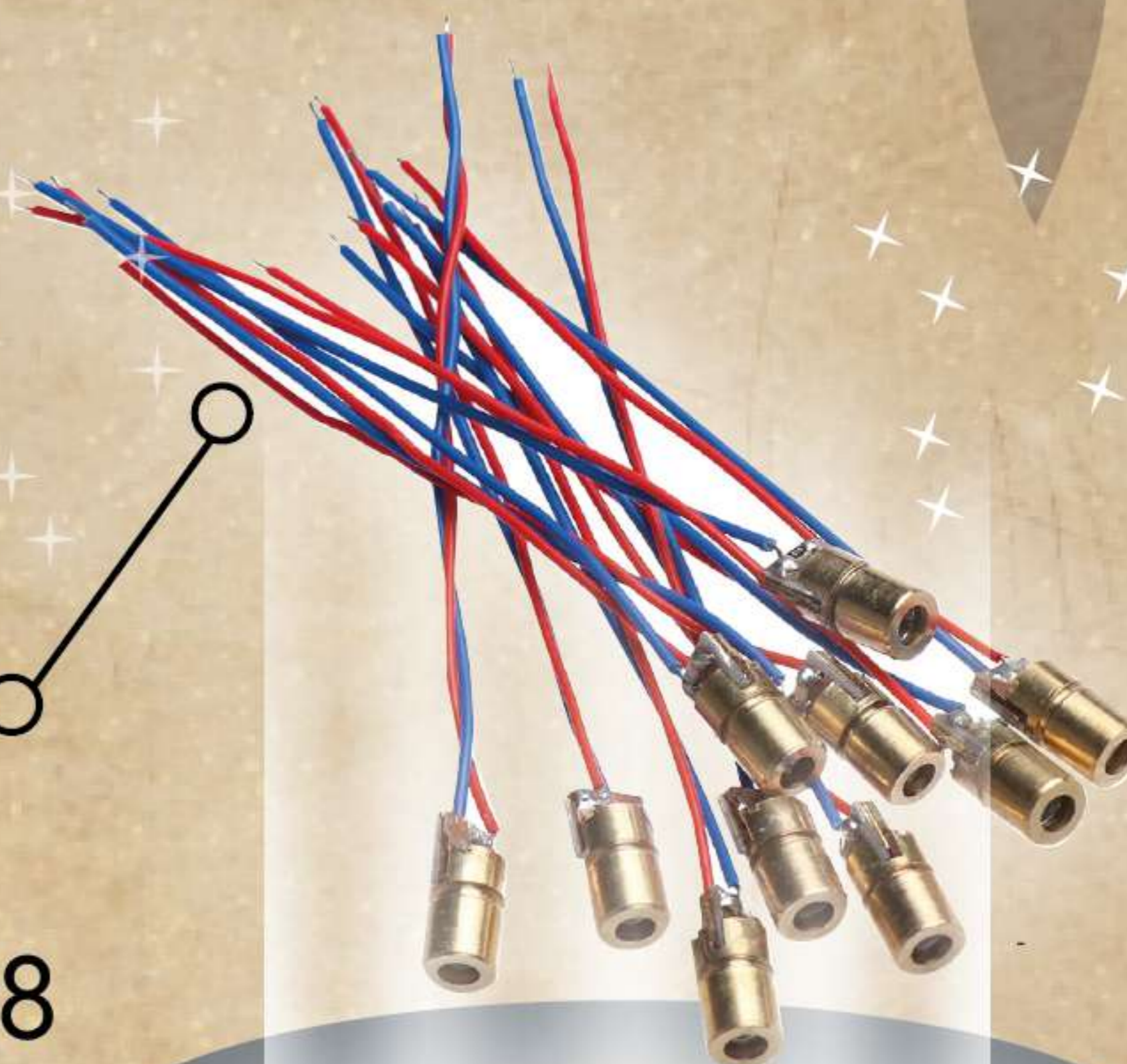


# КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ДЛЯ ТАНКА

Для выполнения всех необходимых конструкторских работ по проекту вам будет доступна следующая электроника:



Arduino, управляющий  
микроконтроллер 1 шт.  
<https://clck.ru/atCtM>



Лазерный диод  
для пушки 1 шт.  
<https://clck.ru/atCt8>



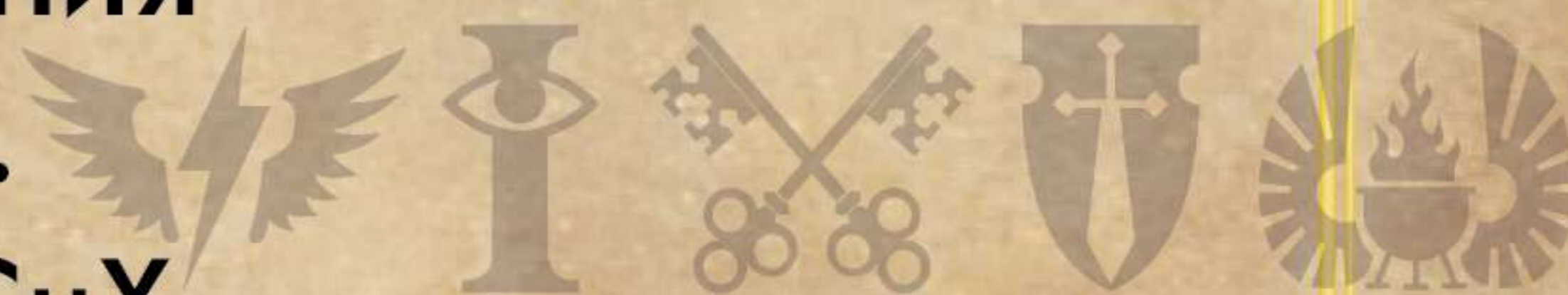
Электромотор 2 шт.  
<https://clck.ru/atCth>



Драйвер управления  
моторами 1 шт.  
<https://clck.ru/atCuX>



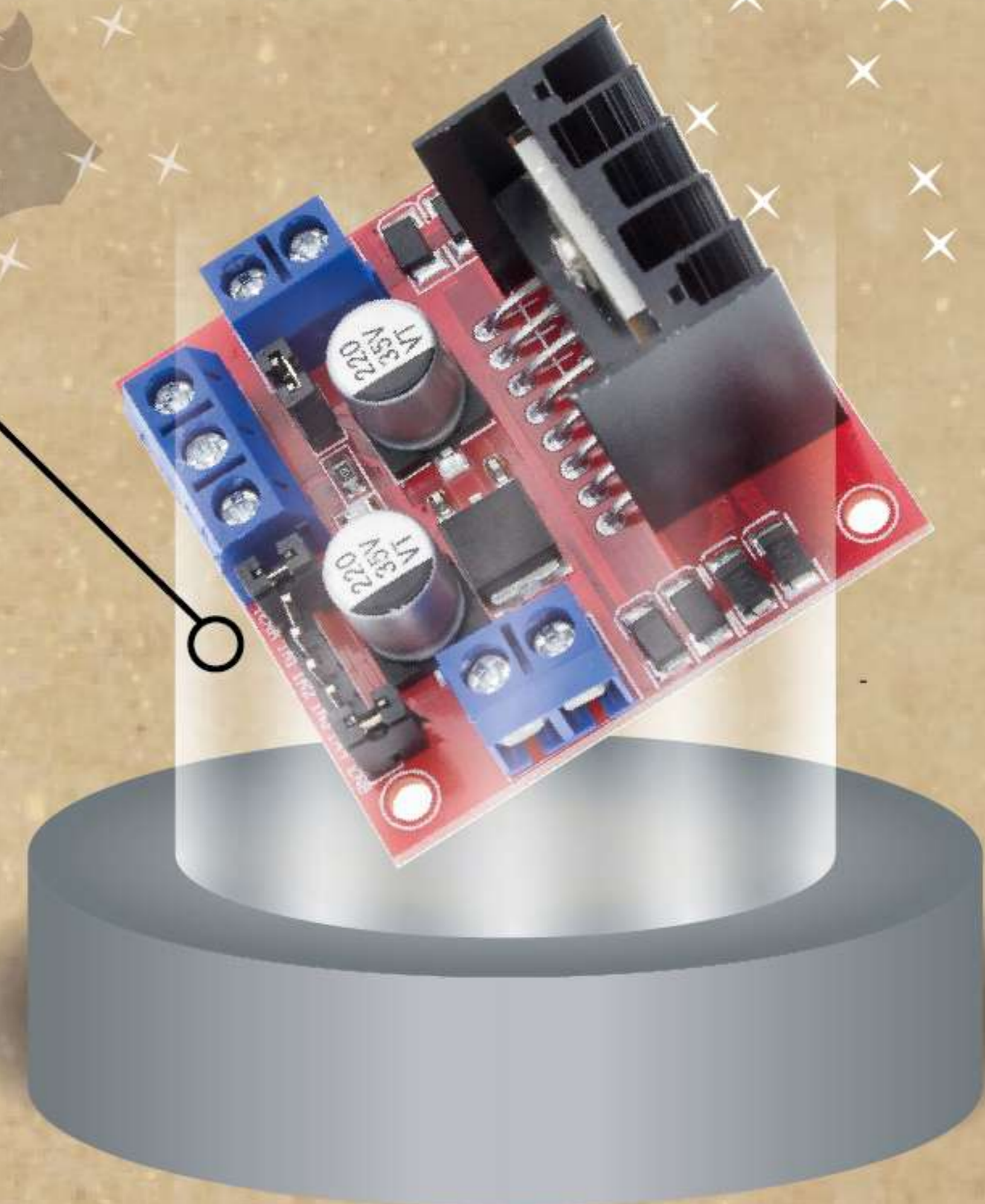
Аккумуляторы литий  
ионные 2 шт.  
<https://clck.ru/atCuG>





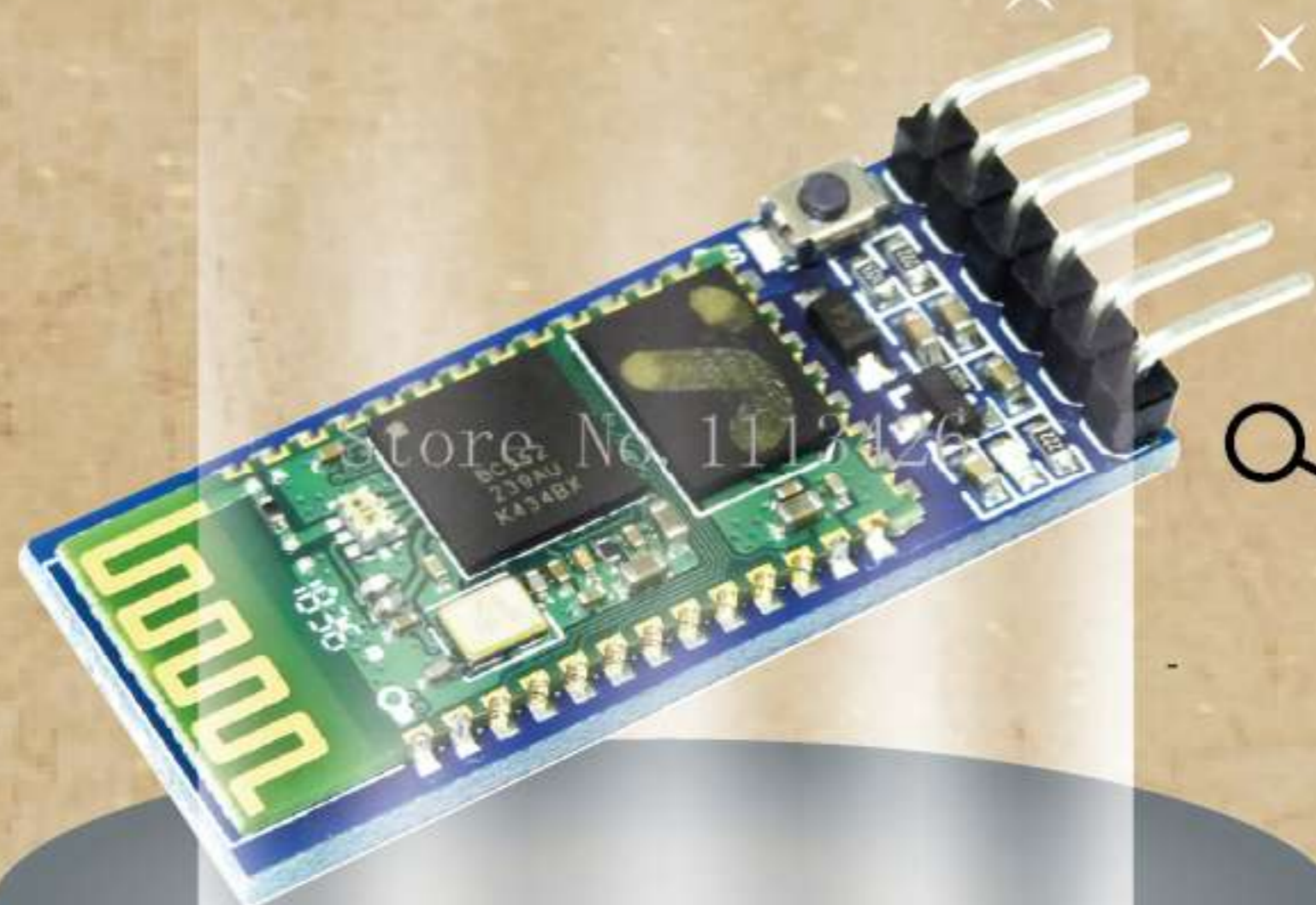


Альтернативный вариант  
драйвера моторов 1 шт.  
<https://clck.ru/atCuo>



Повышающий  
преобразователь напряжения 1 шт.  
<https://clck.ru/atCux>

Сервопривод  
для пушки 2 шт.  
<https://clck.ru/atCvK>

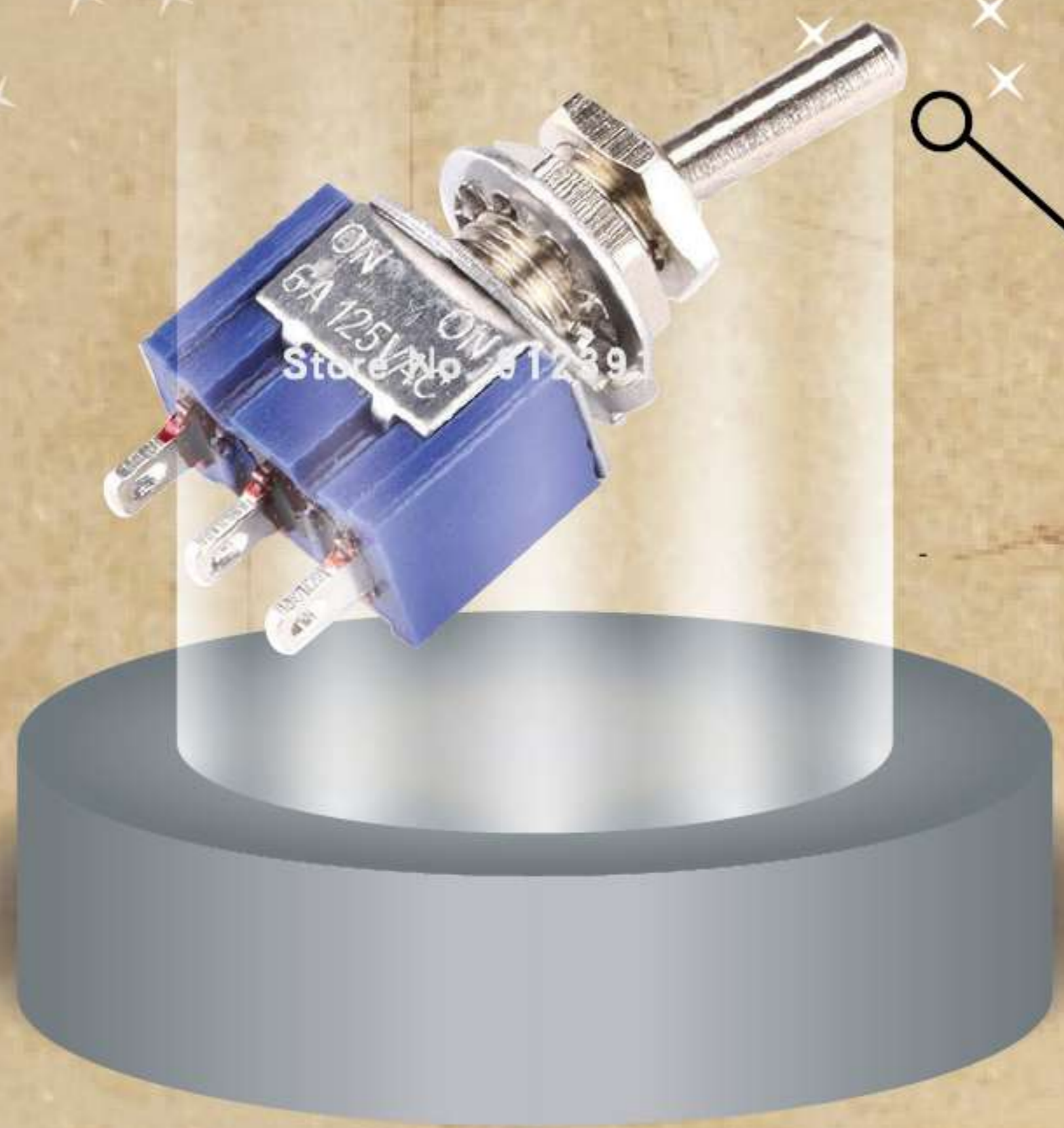


Bluetooth модуль 1 шт.  
<https://clck.ru/atCvC>

Соединительный  
провода 120 шт.  
<https://clck.ru/atCvU>







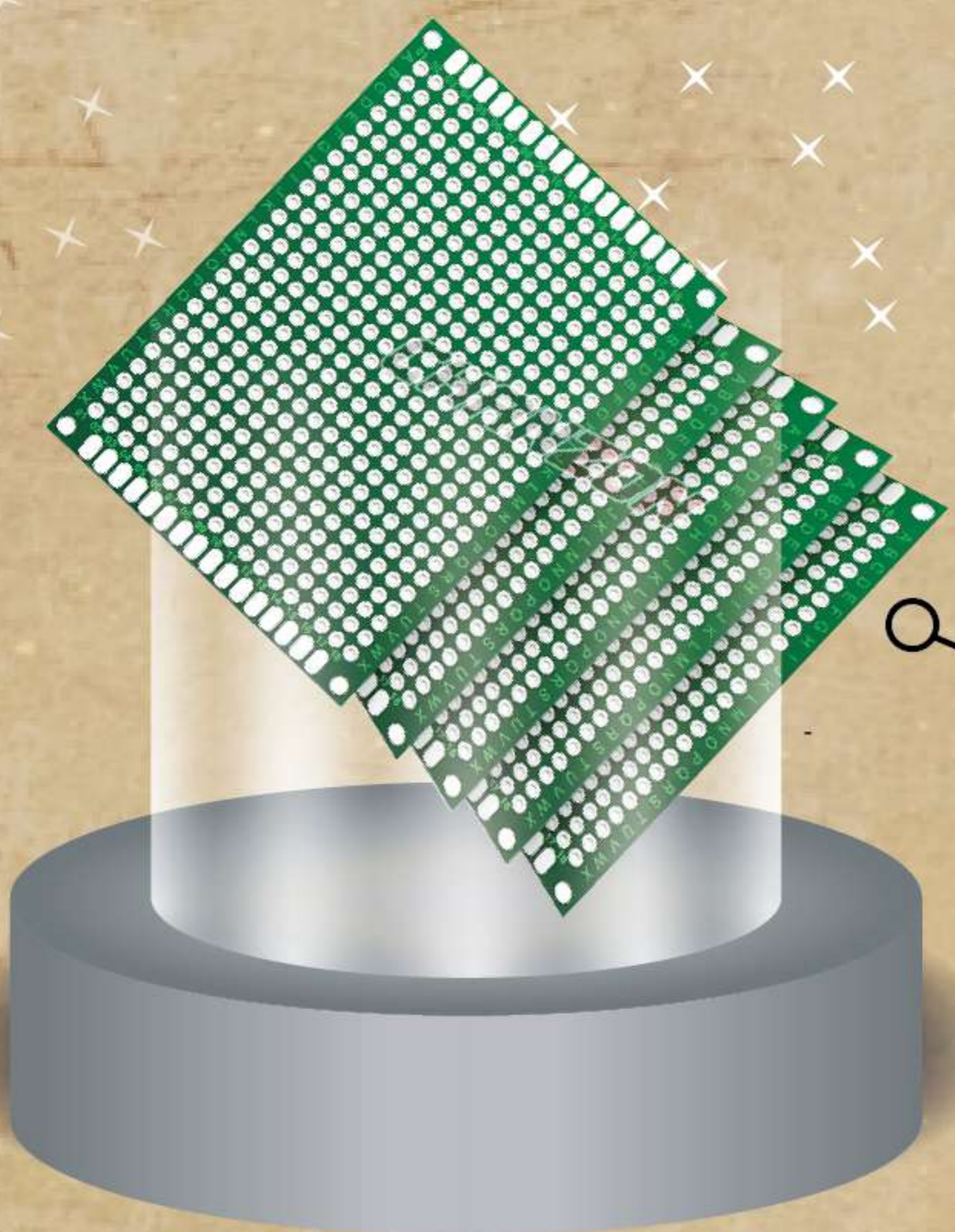
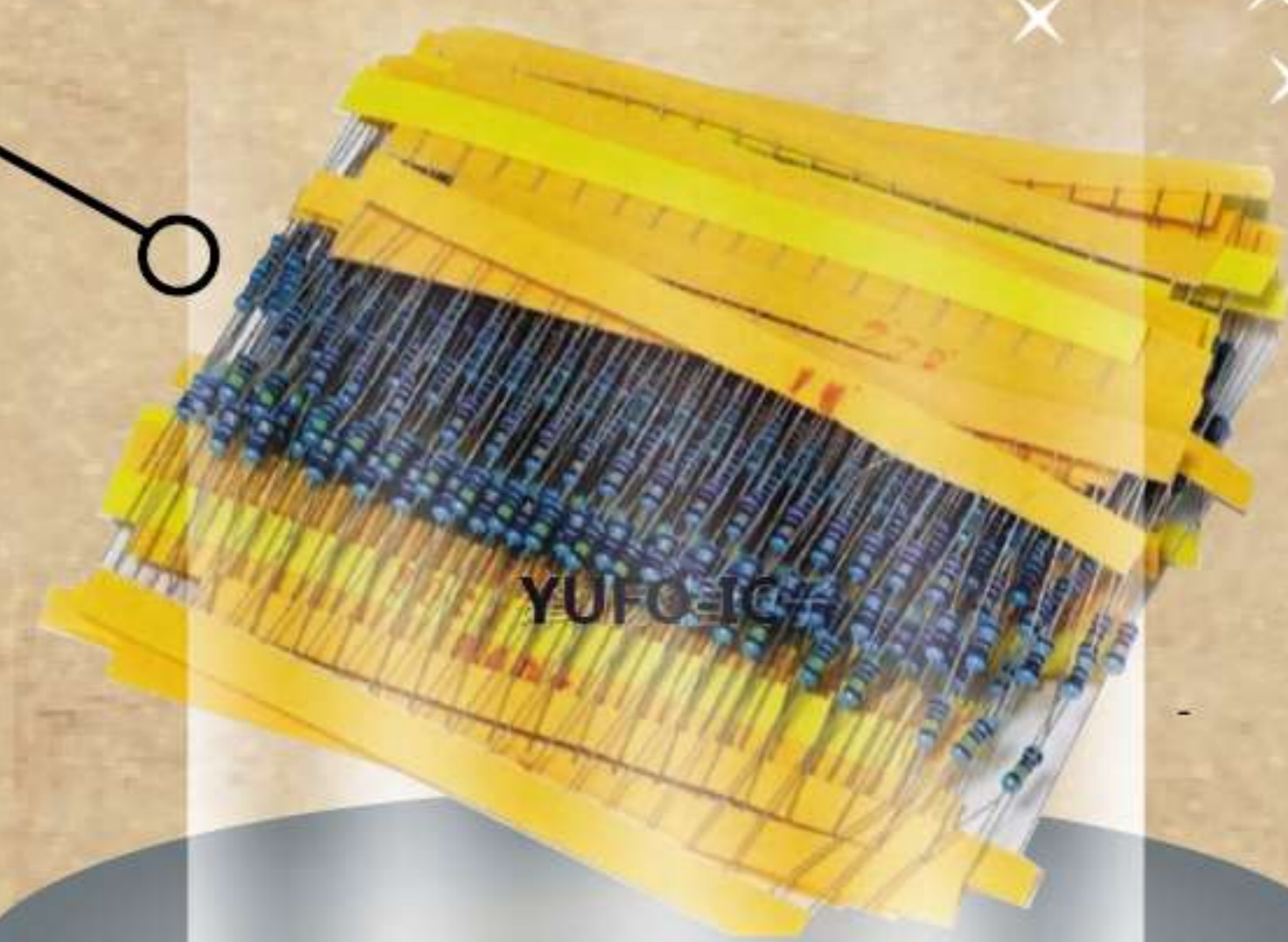
Выключатель питания 1 шт.  
<https://clck.ru/atCvq>

Держатель для аккумуляторов 1 шт.  
<https://clck.ru/atCve>



Светодиоды.  
<https://clck.ru/atCw8>

Резисторы различных номиналов.  
<https://clck.ru/atCwH>



Макетные платы для прототипирования.  
<https://clck.ru/atCwM>



## РЕКОМЕНДУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для выполнения работ по проекту вам потребуется освоить ряд пакетов прикладного программного обеспечения. Курс оптимизирован под следующее ПО, поэтому именно его рекомендуется применять при прохождении:

- **T-flex** – система автоматизированного проектирования;
- **Ultimaker Cura** – слайсер 3D моделей;
- **Arduino IDE** – интегрированная среда разработки под программно-аппаратный комплекс Arduino;
- **Trello** – облачная программа для управления проектами небольших групп;
- **LaTeX** – система компьютерной верстки;
- **Git** – распределенная система контроля версий;
- **Microsoft Power Point** – программа подготовки и просмотра презентаций;
- **Microsoft Word** – ПО предназначенное для создания, просмотра, редактирования и форматирования текстов.





Ссылка на наш телеграм-канал:  
[@invent\\_mephi](https://t.me/invent_mephi)



**Авторы:** Рябов П.Н., Климанов С.Г., Чмыхов М.А.,  
Морозов А.А., Соловьев А., Пришвицын А.С.,  
Толстов М.С.

**Дизайн:** Панишева П.А.

**Иллюстрации:** взяты с просторов интернета

**Контакты для связи:** [laplas@mephi.ru](mailto:laplas@mephi.ru)

В рамках деятельности ФИП НИЯУ МИФИ «Проектная практика как  
ключевой фактор индивидуализации в инженерном образовании»

© Национальный исследовательский ядерный  
университет «МИФИ», 2022 г.