



# КОСМИЧЕСКАЯ САГА. МИССИЯ «РОЙ»



**ЦЭТР**  
инженерного творчества  
и проектной деятельности

  
НИЯУ  
МИСРИ

## Введение

Инженерная игра создана по мотивам компьютерной игры Factorio, релиз которой состоялся в 2016 году. Сюжет игры повествует о крушении космического корабля на неизвестной планете, полной различных форм жизни и богатой на ресурсы. Основная задача капитана корабля выжить и покинуть данную планету. По стечению обстоятельств, главный герой сюжета, способен изобрести все, что только можно, главное добыть на это ресурсы и выжить под натиском обитателей планеты.



## Содержание

Легенда .....	2
Задание .....	5
Команда миссии .....	7
Подготовка к старту .....	9
Техническое задание на создание дрона .....	10
Этапы выполнения проекта .....	15
Финальная миссия .....	18
Комплектующие для дрона .....	20
Бортовой журнал .....	23
Бортовое программное обеспечение .....	26

# ЛЕГЕНДА



*Из личного дневника безымянного  
сотрудника исследовательской группы*

Ах, какие сладкие речи нам лили в уши! Простенькая исследовательская миссия — всего-то нужно покружить по орбите совсем недавно открытой экзотической планеты Мифиорис и просканировать поверхность на наличие полезных ресурсов, так необходимых Земле. Доставит нас инновационный космолёт повышенной комфортности, который, разумеется, прошёл всяческие мыслимые и немыслимые испытания на надёжность! По крайней мере на бумаге так было написано. Конечно же обещали славу первооткрывателей, вернуть салатик в комплексный обед и даже возможно, но абсолютно неточно, благодарность от директора нашего НИ(н)И! В общем приключение на 5 минут и сколько-то там времени в криосне, вошли и вышли.

Не обманули, корабль действительно оказался повышенной комфортности. Когда при входе в верхние слои атмосферы разом оторвались оба двигателя, сделали они это ну очень мягко. Надёжность тоже впечатляет — даже в оторванном состоянии двигатели продолжили работать. Когда, вжавшись в кресло и дружно уставившись в неумолимо приближающуюся поверхность планеты, мы стали свидетелями, как мимо шикарного панорамного окна лениво пролетает та часть оборудования, которая по логике должна была не допустить нашего превращения в блинчик при посадке, возникло ясное понимание — остаток дня пройдёт просто отлично.



Ну так что мы имеем? Девяносто процентов оборудования посадки не пережили. Остались только простенькие бортовые 3D-принтеры, да набор кое-какого ручного и электроинструмента. Смогли выдрать всю электронику из остатков корабля. Синяя изолянта тоже уцелела, так что жить можно.

Ну так что мы имеем? Девяносто процентов оборудования посадки не пережили. Остались только простенькие бортовые 3D-принтеры, да набор кое-какого ручного и электроинструмента. Смогли выдрать всю электронику из остатков корабля. Синяя изолянта тоже уцелела, так что жить можно.

Дальше. По какому-то неопишуемому совпадению из всего экипажа выжил минимально необходимый состав группы! Чтобы вы понимали, по стандарту «Межгалактической Исследовательской Федерации Инженеров» у каждого члена команды должен быть свой дублер. Нам, для успешного выполнения задания, да и еще в

условиях крушения, нужны исполнители, выполняющие следующие роли: конструктор, программист, электронщик. Кто-то из них станет капитаном, а кто-то ответственным за ведение журнала разработки, также известным как архивариус. Безусловно, покуда задача выполняется, никого особо не будет волновать, если условный конструктор помимо прочего ещё и спаяет всю электронику. Ну или если программист еще и настроит графоманские дневники, которые потом будет подавать как отчётные документы. Так что формально мы идеально укомплектованы, какие же везунчики, аж слов нет!

Продолжаем. Вот вы как думаете, факт не самой успешной посадки можно посчитать за уважительную причину, почему миссия провалилась? Дескать, ну сложились обстоятельства, нашей-то вины нет, такова *C'est la vie*. Ну в целом можно, конечно, вот только есть одно небольшое «но». Спасательный челнок прилетит только в том случае, если миссия будет успешно завершена. Ага. Наши дорогие мудрые руководители так и сказали, что «спасательная операция имеет смысл только в случае, если затраты на топливо окупятся». Сказали, когда уже шёл обратный отсчёт на старт, так что половину слов мы не расслышали, да и почти сразу же забыли. А теперь само вспомнилось как-то. Так что в случае чего даже не скинешь ответственность ни на кого из дорогих напарников. Смысла нет, отвечать всё равно коллективно.

Ну и наконец. Я даже гадать не хочу, как такое возможно, но мы такие удачливые, мягко скажем, не одни. По всей планете дымятся, улыбаются и машут десятки таких же команд с точно такой же историей, таким же заданием и, судя по всему, такими же взглядами на жизнь! Порой думается: ну слишком много совпадений, а не подстроено ли всё это? Может это чьи-то голодные инженерные игры, и над нами ставят эксперименты?

В общем у нас четыре месяца до прибытия спасательного челнока. К этому времени необходимо как-то успеть выполнить миссию. Если бы всё шло по плану, мы бы воспользовались бортовой системой автоматизированной планетарной разведки «Рой». Группировки дронов разлетаются по поверхности космического тела в поисках полезных ископаемых. Чем не «Рой»?! Каждый из них обладает самостоятельностью, а также может общаться с остальными роботами, передавая информацию о своём статусе. В случае если один из дронов находит ископаемое, то передаёт сигнал остальным, которые продолжают поиски в других секторах.

Наших же ресурсов и доступного времени хватит, чтобы успеть сконструировать только по одному подобному роботу на команду. В одиночку точно не успеем, залежи ископаемых разбросаны по всей планете. Нужно объединиться и создать свой собственный «рой». Нас спасут, дроны останутся сторожить ресурсы, а уж потом придёт группа добычи и сориентируется по ним.

А как тут объединишься? В один момент всех посетила одна и та же очевидная мысль: в первую очередь спасут тех, кто соберёт больше данных. Пошло взаимное недоверие, начали формироваться мелкие анклавы. Один из них так сильно преисполнился чувством собственного превосходства перед остальными, что назвался «Суперкомандой». Чувствую, что в конечном итоге придётся объединяться чуть ли не по жеребьёвке. Ох и не завидую я тем командам, кто не успеет или не сможет найти себе партнёров.

Успеха нам. Да начнётся игра!



# ЗАДАНИЕ

Вы должны спроектировать и собрать автономный роботизированный дрон, способный искать необходимые ресурсы, а также способный передавать информацию о найденных месторождениях своему «рою».

Конструкция дрона должна быть полностью создана в системе автоматизированного проектирования. Для выполнения проекта рекомендуется использовать установленная сейчас на бортовом компьютере система САПР **Компас-3D**. Детали конструкции дрона (платформа, колеса/гусеницы, шасси, элементы корпуса и т.д.) должны быть изготовлены вами самостоятельно с применением средств быстрого прототипирования. В качестве основного инструмента производства дронов предлагаются FDM **3D принтеры (Picaso Designer X или AnyCubic 4max pro)** выжившие после крушения, а также единственный работающий без сети слайсер 3D моделей — **Ultimaker Cura**.



На базе программно-аппаратной платформы **ESP 32** необходимо разработать мозги дрона с запрограммированной логикой, которая позволяет:

- управлять движением дрона;
- определять ресурс по его спектру;
- маневрировать и обходить препятствия при движении;
- передавать информацию «рою»;
- управлять бортовыми датчиками и сигналами дрона.

Реализация управляющего кода должна быть выполнена на языке программирования **Micropython**, а каждый шаг разработки должен быть задокументирован в системе контроля версий **Git** для потомков. Все технические решения и программная реализация должны быть задокументированы и описаны.

Разработка действующей модели дрона сопровождается еженедельными отчётами в виде видеоматериалов, статей или постов в мессенджере **Telegram**, поскольку основной задачей миссии является сбор материалов, да и спасать будут по объему накопленных знаний. Все разработанные материалы по проекту должны быть размещены на портале **GitHub**.

## WARNING

! Связь исследовательской команды с Землей по волнующим вопросам осуществляется по зашифрованному каналу связи в сервисе discord: <https://discord.gg/7jw94qm7X9>

OK

## WARNING

! Запрос на согласование печати любой 3D детали по проекту отправляется на почту: [3dprint@mephi.ru](mailto:3dprint@mephi.ru)

OK

## WARNING

! График работы Fablab (Центра инженерного творчества) можно найти тут: [nlk.mephi.ru](http://nlk.mephi.ru)

OK

# КОМАНДА МИССИИ

*«Собраться вместе есть начало. Держаться вместе есть прогресс.  
Работать вместе есть успех.»*

© Генри Форд

Выполнение задания миссии осуществляется в команде. Состав команды должен быть сбалансирован. Каждый участник игры выбирает одну из следующих ролей:

## Инженер-конструктор



*Этот человек спит в обнимку с гаечным ключом и надфилем, а в своих изометрических снах видит диаметрческие модели всех физических объектов.*

Основной обязанностью инженера-конструктора является **создание 3D модели дрона, его печать и сборка «в пластике»**. Помимо этого, конструктор не чурается и промышленным дизайном, добавляя индивидуальность в свой дрон.

## Инженер-программист



*Его второй родной язык — это язык нулей и единиц.*

Основной обязанностью инженера-программиста является **обучение «мозгов» дрона**. Он должен, во что бы то ни стало, заставить эту железяку работать автономно.

## Инженер-электронщик



*Как кот с клубком ниток, этот тип ловко управляется с проводами. Запах канифоли, повышающийся пульс осциллографа, яркий блеск золота контактов заставляют его уноситься по дорожкам плат к богу машин.*

Основной обязанностью инженера-электронщика является **создание и подключение всей электроники дрона**. Он тесно работает с инженером-программистом, превращая безжизненный кусок пластика в инструмент выживания.



**!** Помимо этого, в каждой инженерно-исследовательской команде должен появиться Капитан и Архивариус, которых выбирает команда.

### Капитан команды

Капитан — это важнейшее звено, **обеспечивающее связь миссии с Земным командованием**. Капитан **поддерживает** на чуждой любому человеку планете теплую земную атмосферу, **следит за выполнением всех поставленных задач** и **помогает членам команды в реализации их идей**, выбирая основное направление работы.

### Архивариус

Поскольку первоочередной задачей исследовательской группы является сбор **правдоподобных оправданий** данных о планете, **прогресс проделанной работы должен тщательно фиксироваться** в кодексе разработки для дальнейшего отчёта. Эта ответственная задача ложится на плечи архивариуса команды, который среди прочего выполняет следующее

#### 1. Еженедельные публикации в телеграм

Публикация в телеграме миссии ([https://t.me/invent\\_mephi](https://t.me/invent_mephi)) не менее 1 поста в неделю, посвященного работе команды над проектом. Рекомендуемый к размещению контент: фото- и видеоматериалы, краткие отчеты по работе, полезные ресурсы, опыт команды и тп.

Каждый пост должен начинаться хештегом 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 видеоматериала

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.

# ПОДГОТОВКА К СТАРТУ

Каждой команде, в срок до **10.02.2023** необходимо:

1. Придумать название команды.
2. Придумать хештег команды.
3. Распределить основные роли в команде.
4. Выбрать **Капитана** и **Архивариуса** команды и прислать их контакты куратору от командования.
5. Записать видеопредставление команды.
6. Подписаться на телеграмм канал практики [https://t.me/invent\\_mephi](https://t.me/invent_mephi)
7. Распределить роли в команде и опубликовать распределение в телеграмм канале проектной практики [https://t.me/invent\\_mephi](https://t.me/invent_mephi) в формате:

```
function mychat () { echo  
  "`date` team -> $@" >>  
  /PATH_TO_FILE/chat.txt; }
```

```
tail -f /PATH_TO_FILE/  
chat.txt
```

```
team Как мы должны  
представить команду в  
телеграмме?
```

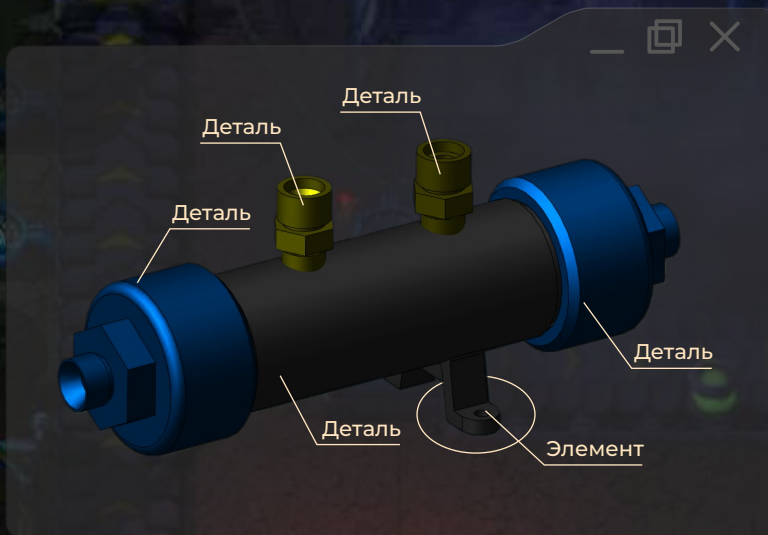
```
curators «Произвольный  
текст от команды»  
Фамилия Имя - роль;  
.....  
Фамилия Имя - роль;  
«Произвольный текст»
```

```
#хештегКоманды
```



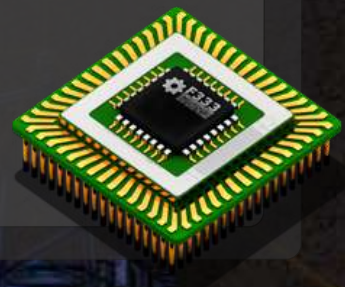
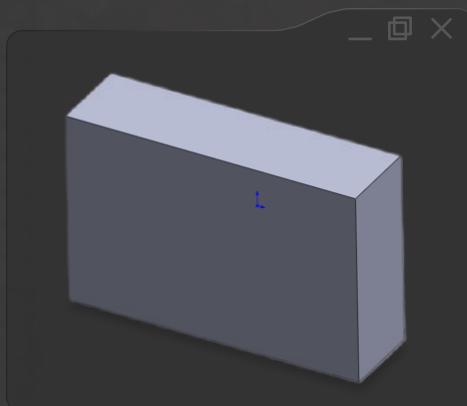
## Требования к 3D-модели:

Деталь — это то, что является отдельной самостоятельной неделимой частью сборки. Валы, крышки, колёса и так далее, короче всё, что планируется к печати одним куском. Сборка — это то, что собирается из двух и более деталей. Элемент — это часть детали.

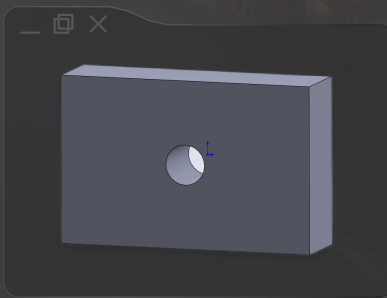


## Требования к моделям:

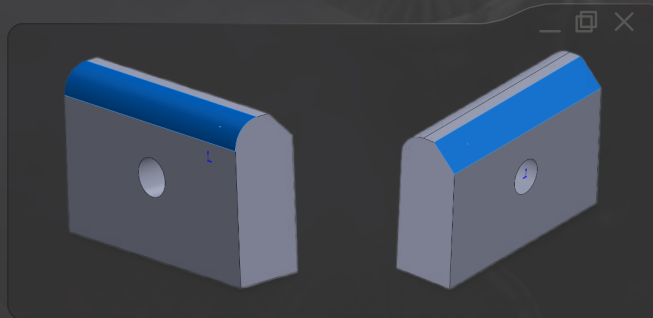
- Габаритные размеры каждой детали не должны превышать печатное поле 3D принтера и размеры дрона, установленные техническим заданием;
- Минимальный линейный размер (рассчитываемый вдоль прямой линии) выступающих элементов детали не должен быть меньше 2 мм;
- Всего должно быть сделано не менее пяти деталей и одной сборки;
- В дереве каждой модели детали (список всех ваших действий с моделью, по умолчанию находится слева) должно присутствовать не менее любых 3х операций из списка:
  - выдавливание (наращивание геометрии),



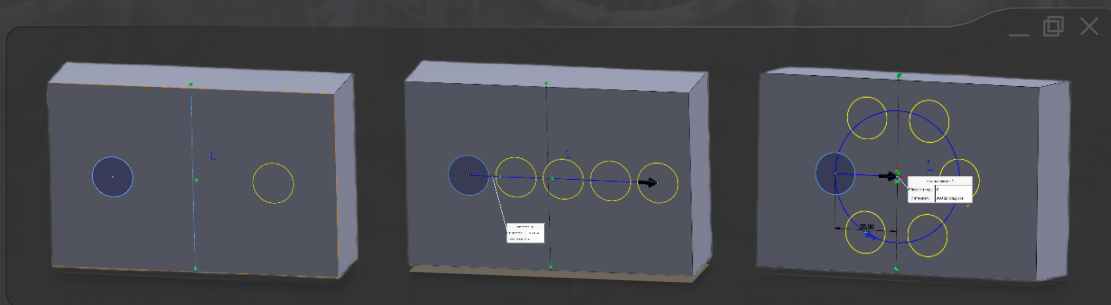
- o вырез (вычитание геометрии, создание отверстий),



- o создание скруглений\фасок (соответственно на рисунках),

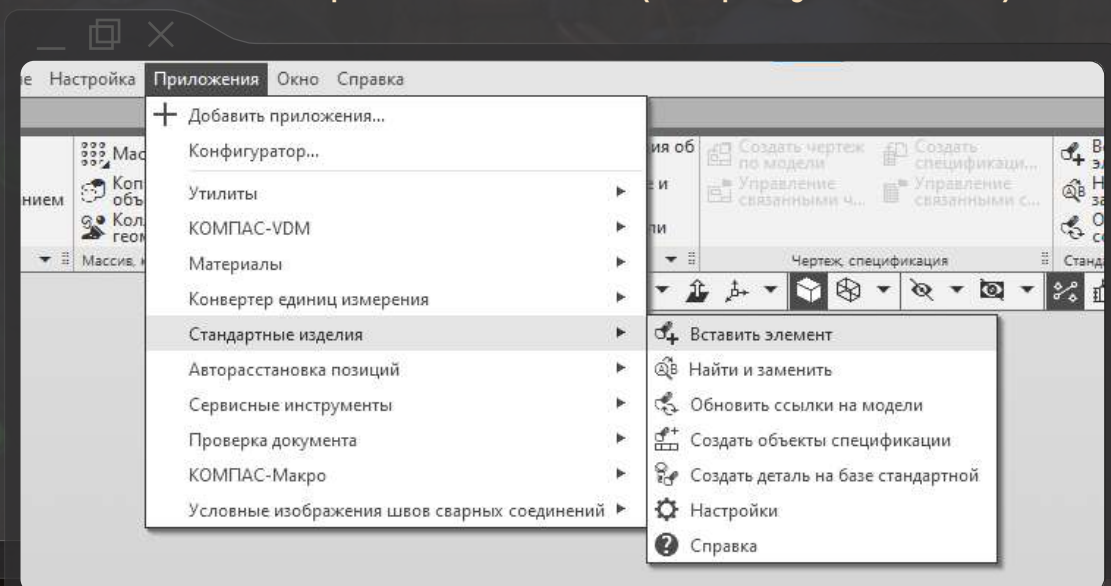


- o создание массива (зеркального/линейного/кругового),



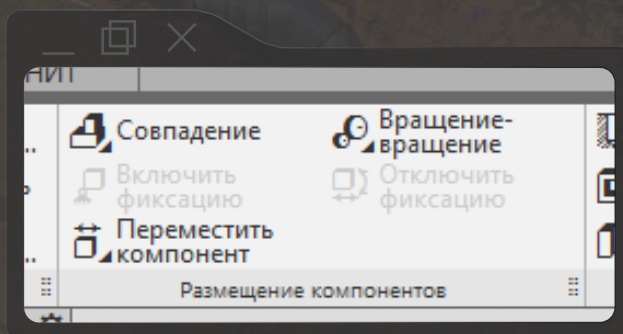
Если деталь получается совсем простой или заимствуется из библиотек, она не учитывается в общем количестве деталей.

- Сборка должна включать в себя не менее 3х деталей. Сборки, состоящие из меньшего числа деталей, учитываться не будут. Однако в сборках допускается использовать детали из библиотеки стандартных изделий (см. рисунок ниже)



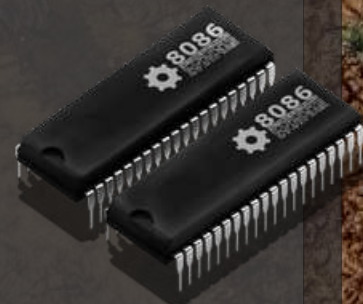
Для корпусных элементов должно быть продумано крепление электроники. Электронные компоненты на этом этапе допускается указывать схематично (вместо модели платы можно вставить прямоугольный брусочек по габаритным размерам. Только про крепежи не забываем).

- Все детали в сборке должны быть соединены друг с другом при помощи привязок (окно “размещение компонентов”, появляется в проекте сборок)



Критерий проверки — наличие операций привязок в дереве.

- Соединение деталей в сборке должно быть выполнено за счет одного из следующих типов соединений:
  - Винт/болт/шпилька + гайка,
  - Шиповое,
  - Штифтовое,
  - Фланцевое,
  - Шпоночное,
  - Профильное,
  - Шарнирное.



Старайтесь избегать обильного использования клея, а также сложно выполнимых видов сопряжений деталей, таких как печать резьбы и передач.

## 2. Физическая реализация автономного дрона

Создать и обучить автономного дрона по чертежам в CAD системе, способного выполнять миссии командования. Дрон должен быть напечатан на 3D принтере в лаборатории.

Требования к физической модели дрона:

- Габариты дрона должны удовлетворять требованиям ниже:
  - Габаритная ширина: не более 120 мм
  - Габаритная длина: 135 - 165 мм
  - Габаритная высота: не более 150 мм
  - Диаметр колеса: от 60 до 70 мм
  - Ширина башмака гусеницы: до 40 мм (при использовании гусеницы).

- Дрон должен быть способен двигаться по прямой линии, сохраняя направление движения. Помимо этого, дрон должен уметь осуществлять разворот на 180 градусов на месте.

- На дроне должен быть установлен датчик цвета, и соответствующее программное обеспечение, позволяющее проводить распознавание 8 цветов спектра в формате CMYK: черный (0 0 0 100), белый (0 0 0 0), красный (0 100 100 0), синий (100 100 0 0), зеленый (100 0 100 0), желтый (0 0 100 0), фуксия (0 100 0 0), циан (100 0 0 0). Не все имеющиеся датчики идеально откалиброваны, поэтому данные цвета считать заданными ориентировочно. Как стало известно разведке, данные цвета соответствуют элементам, жизненно необходимым человечеству: уран, энергослизь, сера, СИМ руда, железная руда, боксит. Образцы данных элементов будут доступны в лаборатории при подготовке дрона. Отметим, что на картах, переданных разведкой, черный и белый цвета используются для описания местности и выделения на ней опасных зон и участков.

- К дрону должен быть подключен адресный светодиод. При нахождении соответствующего цвета, дрон останавливается, занимая соответствующую позицию на цвете, а на адресном светодиоде загорается соответствующий цвет.

- Также на дроне должен быть установлен ультразвуковой или лазерный датчик для идентификации препятствий и изменения траектории движения при их появлении. На трассе (на поле) могут быть расположены неподвижные препятствия высотой не менее 40мм, а также другие роботы. Расположение и настройка датчиков должны обеспечивать распознавание и объезд данных препятствий без физического контакта (без столкновений).

- Дрон должен уметь «общаться» с «роем», передавая информацию о найденном ресурсе (занятом цвете) по протоколу Esp-now. При этом, получая соответствующий сигнал по тому же протоколу, дрон должен скорректировать список целевых ресурсов, полученных от командования при выезде на миссию, сократив его на уже найденный ресурс.

- Перед выполнением задания должна быть предусмотрена возможность передачи дрону списка из 4 цветов, которые необходимо обнаружить при очередном выезде на миссию.

- После выезда на миссию дрон должен работать полностью автономно, без участия оператора.

- Дрон должен быть изготовлен из комплектующих, предоставленных организаторами. Любые корректировки по оборудованию не приветствуются, но при необходимости согласуются с организаторами.

# ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

## Этап 1 – «Создание прототипа дрона» (1 - 8 недели)

Этап посвящен созданию прототипа дрона, способного выполнять движение по прямой. На данном этапе проводится создание корпуса устройства и всех его механических частей. Помимо этого, осуществляется первичная сборка электроники и ее программирование для линейного движения. Этап заканчивается защитой модели дрона, в которую входит защита 3D-модели проекта, принципиальной схемы электроники и собранного прототипа устройства.

**Промежуточная оценка** результатов работы команд в рамках Этапа 1 будет строиться на основании отчетного мероприятия

- о презентация командой прототипа дрона в виде чертежей в CAD системе.
- о прогресс по сборке физической модели дрона.

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 команды будут оцениваться по следующим критериям:

- о Уникальность чертежей для постройки прототипа (доля заимствования).
- о Оценка качества принятых инженерных решений.
  - о Оценка внешнего вида модели дрона.
  - о Собранный дрон и объем затраченных ресурсов на его изготовление

## Этап 2 – «Установка мозга на дрон» (9-11 недели)

Этап посвящен созданию мозга устройства. Здесь мы создаем управляющую программу для наших дронов, позволяющую ориентироваться дрону в пространстве и выполнять поставленную задачу. Помимо этого, проводится доработка физической





модели дрона, вносятся корректировки, устраняются конструкторские ошибки. Проводится монтаж всей электроники на дрон. Помимо этого, команды регулярно публикуют информацию о своем прогрессе в реализации проекта.

### Этап 3 – «Серийный выпуск дрона» (12-16 неделя)

На данном этапе мы тестируем все системы дрона, отработываем взаимодействие дрона с «роем». Проводим отработку и корректировку всех систем дрона. Дорабатываем конструкцию и делаем из дрона уникальное инженерное решение в части промышленного дизайна. Регулярно публикуем информацию о прогрессе команды по реализации проекта. Готовим итоговое видео и постер к финальному соревнованию.

**Промежуточная оценка** результатов работы команд в рамках Этапа 2 и 3 будет строиться на основании прохождения дроном пробной трассы, которая будет доступна в помещениях Fablab.

В рамках испытания команды будут оцениваться по следующим критериям:

- o Работоспособность всех систем дрона.
- o Система управления дроном.
- o Работа в «рое».
- o Уникальность чертежей для постройки прототипа.
- o Оценка качества принятых инженерных решений.
- o Оценка внешнего вида прототипа.
- o Оценка уровня информационного освещения командной работы над проектом (блог, видео, отчеты).
- o Эффективность организации труда команды.

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

Ориентировочный график работы над соответствующими задачами приведен ниже:

## ГРАФИК РАБОТЫ

### Этап 1: Создание прототипа дрона

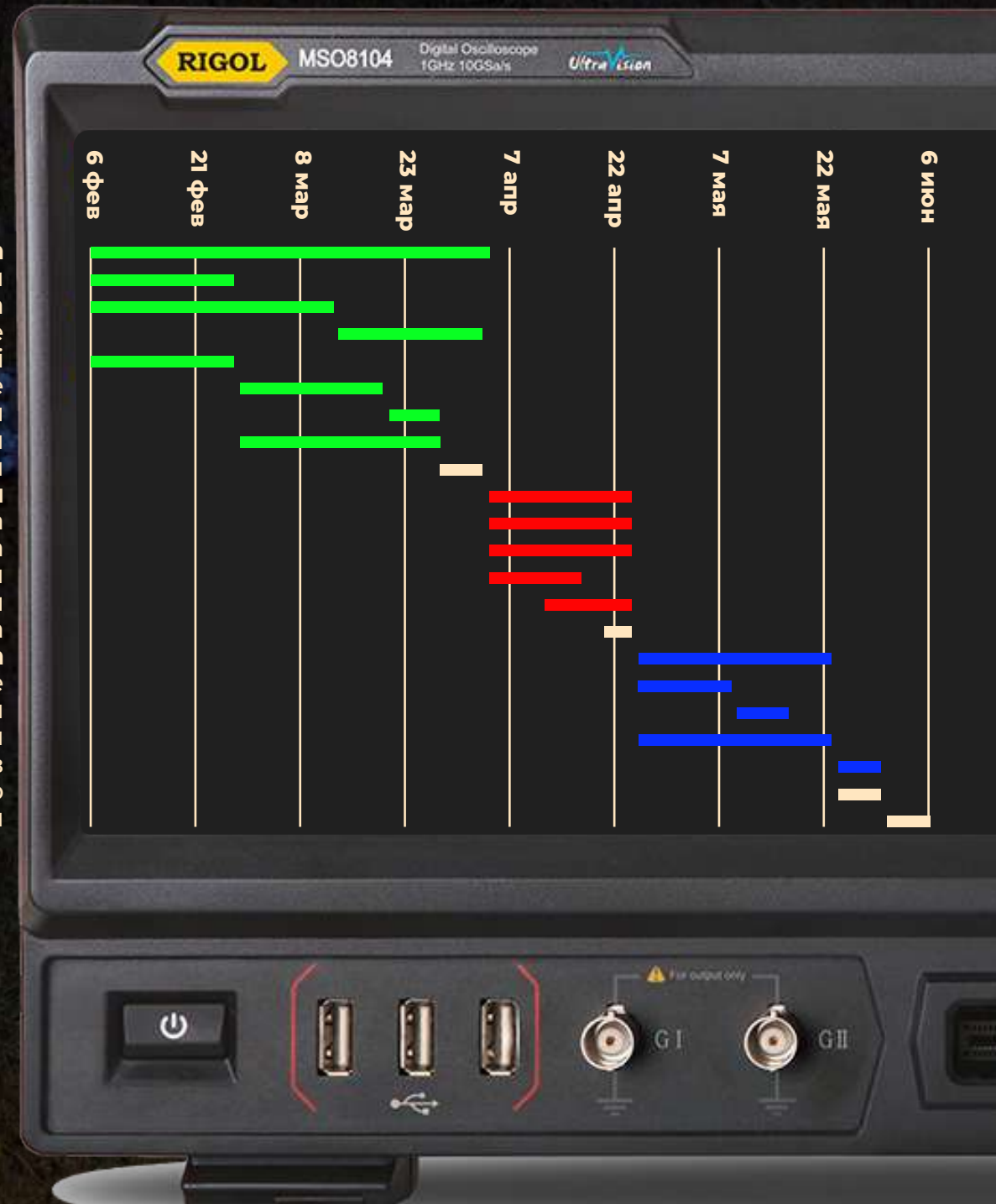
- Изучение САD систем
- Проектирование дрона
- Печать дрона на 3D принтере
- Сборка первичной схемы электроники в Wokwi
- Сборка электронной схемы на макетной плате
- Установка и подключение электронных модулей
- Разработка модулей управления движением и поворотом
- Защита 3D модели, схемы электроники и системы управления

### Этап 2: Установка мозга на дрон

- Промышленный дизайн дрона
- Доработка и пайка электронных компонент дрона
- Реализация и тестирование модуля распознавания цветом
- Реализация и тестирование модуля определения препятствий
- Защита дрона

### Этап 3: Серийный выпуск дрона

- Разработка модуля обмена сообщениями в роe
- Финальный релиз системы управления дроном
- Отладка и доработка готового изделия
- Подготовка отчетных материалов
- Пилотный запуск дронов на миссию
- Финальная миссия



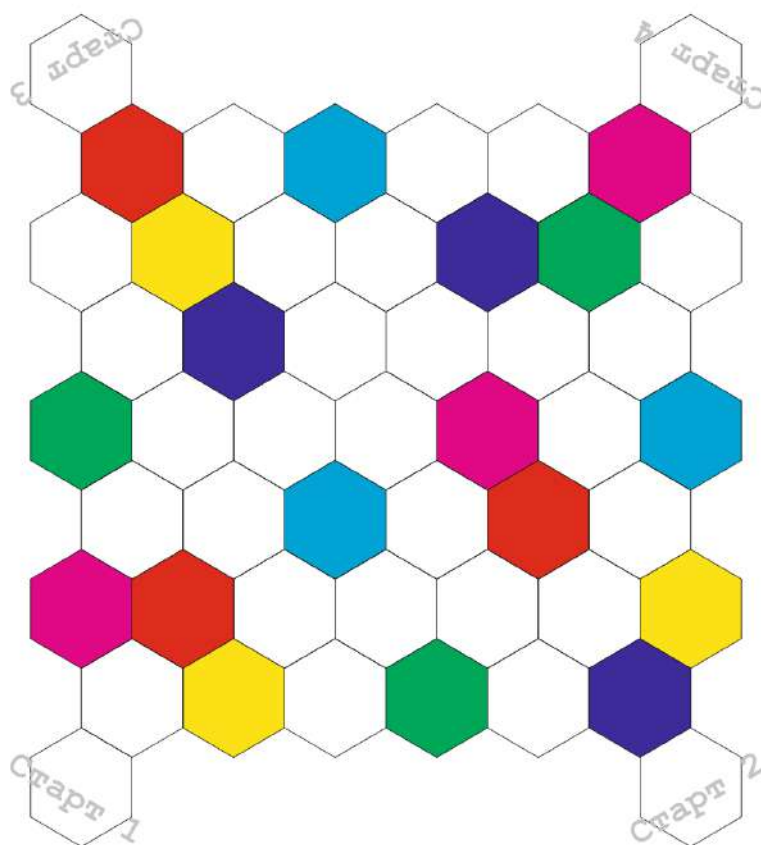
# ФИНАЛЬНАЯ МИССИЯ

Финальная миссия проводится в два этапа, которые содержательно разделены между собой.

В первой части команды представляют свои разработки на конференции «Изобретай!» в виде постерных докладов, обсуждают инженерные решения, демонстрируют готовый дрон. Также на данном этапе проводится контроль соответствия конструкции заданным в ТЗ параметрам.

Вторая стадия посвящена заездам дронов по подготовленной местности. Дроны жеребьевкой объединяются в «рой», основной задачей которого является поиск и захват месторождений, заданных командованием.

Местность для заездов представляет собой плоское поле, на котором равномерно распределены месторождения ресурсов, препятствия и границы разрешенной для перемещения области. Пример поля приведен ниже:



Выезд дрона проводится по строго определенному графику. Длительность заезда определяется командованием в день миссии. На миссию отводится не менее 3 минут.

Перед началом второго этапа все участники помещают дроны в специально отведенную зону карантина. Во время соревнований участники могут брать роботов только из зоны карантина и только по команде судьи. После окончания заезда участник возвращает робота в зону карантина.

Номинации, по которым оцениваются команды:

1. Качество прохождения трассы.
2. Промышленный дизайн (технологические решения и дизайн).
3. Архивные записи команды (в телеграме).
4. Защита проекта (постер и доклад).



# КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ДЛЯ ДРОНА

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

Dupont Cable 20cm  
Female to Male  
40pcs

**BUY**

ESP-32  
CH340C-TYPEC 30P

**BUY**

GA12-N20 DC 6V  
100RPM Gear Motor  
Speed Reduction

**BUY**

IR Infrared Optical  
Speed Measuring  
Sensor Optocoupler

**BUY**

Dupont Cable 20cm  
Male to Male 40pcs

**BUY**

MX1508 motor  
driver

**BUY**

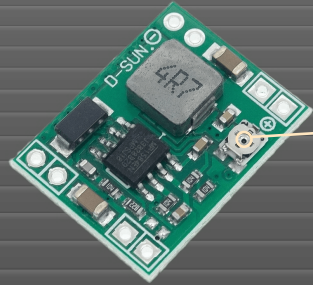
Dupont Cable 20cm  
Female to Female  
40pcs

**BUY**



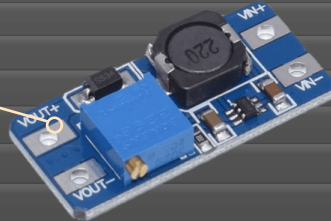
DC-DC Step Down  
Supply Module

**BUY**



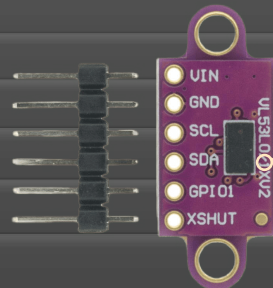
DC-DC Step Up  
Power Module

**BUY**



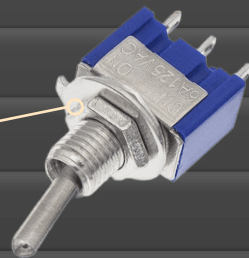
VL53LOX  
Time-of-Flight (ToF)  
Laser Ranging Sensor

**BUY**



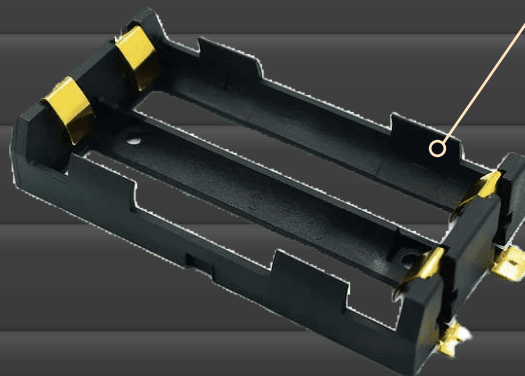
Miniature Toggle  
Switch

**BUY**



18650 Battery  
Holder

**BUY**



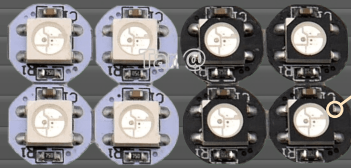
LiitoKala 18650  
3400mAh Original  
Battery 3.7V Li-ion

**BUY**



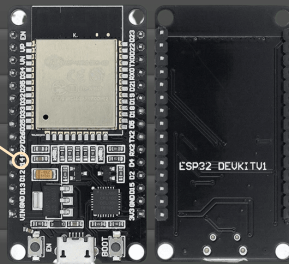
DC 5V WS2812B  
LED Chips

**BUY**



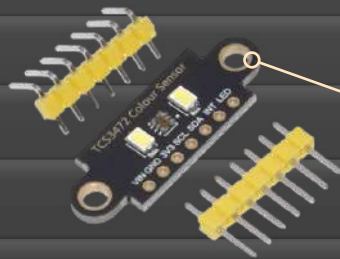
Adapter For 30P  
ESP-32

**BUY**



TCS34725 Color  
Sensor Recognition  
Module

**BUY**



15cm Short Type C  
Cables

**BUY**



Содержит рекомендации членам команды.

ОК

## Раздел конструирование и проектирование

*Вся правда о детальках скрывается в каталогах.*

При проектировании в CAD системах полезно использовать библиотеки чертежей и 3D моделей промышленно изготавливаемых комплектующих. Например, будут полезны следующие разделы бортового журнала по конструированию:

1. **GrabCAD community** (<https://grabcad.com/library>) — большая библиотека свободно распространяемых моделей. Наполняется сообществом пользователей. Прежде чем включать модель в свой проект — проверьте базовые размеры.
2. **McMaster** (<https://www.mcmaster.com/>) — каталог крепежных изделий, гайки, болтики, крепеж и другие метизы. Можно скачивать 3D версии.
3. **Thingiverse** (<https://www.thingiverse.com/>) — библиотека бесплатных готовых к печати 3D моделей. Будет полезна при поиске дизайнерских элементов конструкции дрона.
4. **Соберизавод** (<https://www.soberizavod.ru/catalog/>) — конструкционные элементы и крепеж, в каталоге для каждого изделия есть чертежи и 3D модели.
5. **3Dfind** ([https://www.3dfindit.com/?portal=t-flex&lang=ru\\_RU](https://www.3dfindit.com/?portal=t-flex&lang=ru_RU)) — система визуального поиска 3D CAD и BIM моделей в сотнях мировых каталогов производителей. Рекомендован T-flex.
6. **Каталог Traceparts** (<https://www.traceparts.com/els/t-flex/ru/catalogs>) — большая база винтиков, подшипников, рельс и т.д.
7. **3dcontentcentral** (<https://www.3dcontentcentral.com/>) — большой каталог 3D моделей промышленных изделий.
8. **3dtoday** (<https://3dtoday.ru/>) — форум любителей 3D-печати. Очень много разнообразных статей по печати
9. **3dmodels** (<https://3dmodels.ru/models>) — библиотека моделей в любом формате.
10. **Alexgyver** (<https://alexgyver.ru/>) — ардуино, электросхемы, а также уроки, которые позволяют довольно быстро влиться в тему.



## Раздел электроника

*Чти закон Ома, и да пребудет с тобой сила Ампера!*

Для лучшего ознакомления с электроникой советуем вам уделить внимание полезным разделам бортового журнала по электронике.

1. **Wokwi** (<https://wokwi.com/>) онлайн симулятор электронных схем. Нам потребуется раздел MicroPython on ESP32. Чтобы легче стартовать читай тут <https://habr.com/ru/post/649411/>.
2. **Easyelectronics** ([www.easyelectronics.ru](http://www.easyelectronics.ru)) — интересные материалы по электронике и не только.
3. **iArduino** (<https://wiki.iarduino.ru/>) — уроки и интернет-магазин комплектующих, можно посмотреть спецификацию и протоколы работы.
4. **Amperka** (<http://wiki.amperka.ru/>) — самая большая база материалов по электронике в России. Работа с датчиками (приводы/драйверами моторов и т.д.) идентична.

## Раздел программирование

*Как картина из кусочков пазла, складывается прекрасный управляющий код.*

Среди прочих материалов бортового журнала нам удалось восстановить наиболее полезные ресурсы для программиста, которые позволят обучить дрон выполнять заданную миссию. Ниже их перечень:

1. Описание вводов-выводов ESP32.  
<https://www.studiopieters.nl/esp32-pinout/>
2. Описание процедуры прошивки ESP32  
<https://wifi-iot.com/p/wiki/169/ru/>
3. Введение в программирование на Python.  
<http://pythonicway.com/>
4. Среда разработки Thonny Python IDE for beginners.  
<https://thonny.org/>
5. Документация на основном сайте MicroPython.  
<https://micropython-glenn20.readthedocs.io/en/latest/index.html>



6. Описание внешних библиотек MicroPython.

<https://awesome-micropython.com/>

7. **Techtotinker** (<https://www.youtube.com/@TechToTinker>) —

канал по программированию электроники на Micropython.

Полезные видео: работа с прерыванием по таймеру

(<https://youtu.be/IV7Rju9Cvo0>), работа с внешним прерыванием

(<https://youtu.be/HhoQdoQMNWo>), работа

с датчиком цвета tcs34725

(<https://youtu.be/VNSo75WlyCk>), работа с адресными светодиодами w2812

(<https://youtu.be/w0O-qEeqHg>), работа с лазерным дальномером VL53L0X

(<https://youtu.be/vaTpC7yKJeE>).

8. **Techtotinker.blogspot**

(<https://techtotinker.blogspot.com/>) — блог, который со-

держит куски управляющего кода, для работы с датчиками

дрона. Записи от 008.09.2020 (работа с прерыванием по тайме-

ру), 004.09.2020 (работа с внешним прерыванием), 033.04.2021

(работа с датчиком цвета tcs34725), 015.03.2021 (работа с адрес-

ными светодиодами w2812), 031.04.2021 (работа с лазерным

дальномером VL53L0X).

9. Пример работы с esp-now.

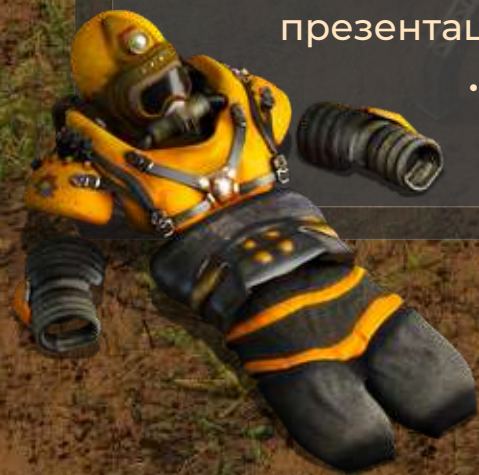
<https://micropython-glenn20.readthedocs.io/en/latest/library/espnow.html>



# БОРТОВОЕ 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:

- **Компас-3D** — система автомат. проектирования № 1;
- **SolidWorks** — система автомат. проектирования № 2;
- **T-flex** — система автомат. проектирования № 3;
- **Ultimaker Cura** — слайсер 3D моделей;
- **Blender** — среда полигонального моделирования;
- **Wokwi** — онлайн симулятор электронных схем;
- **Mycripthon** — реализация языка Python, написанная на C и предназначенная для выполнения на микроконтроллерах;
- **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., Пришвицын А.С., Толстов М.С.

**Дизайн:** Панишева П.А.

**Иллюстрации:** [www.factorio.com](http://www.factorio.com), [wiki.factorio.com](http://wiki.factorio.com)

**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». При поддержке Компании «Артпласт».

© Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2023 г.