

# Инженер-испытатель космических аппаратов

Благодаря аппаратам, отправленным человеком в космос, мы получаем не только величественные фотографии Вселенной, но и можем пользоваться этими технологиями для нашего комфорта и удобства. Это и навигация, и спутниковое телевидение, и точный прогноз погоды.

Инженер-испытатель космических аппаратов отвечает за то, чтобы провести проверку сложных устройств перед их доставкой на околоземную орбиту. Он делает тесты разрабатываемых аппаратов и даёт рекомендации по доработке проблемных узлов космической техники

## Задачи учителя

- 1 Разработка программ и методик испытаний бортовой аппаратуры
- 2 Подготовка и настройка космических аппаратов перед тестированием
- 3 Проведение и анализ комплексных испытаний разрабатываемых космических аппаратов
- 4 Разработка рекомендаций по совершенствованию проверяемой техники

## Вам будет интересна эта профессия, если вы...



«...у мамы инженер»



интересуетесь робототехникой и любите астрономию



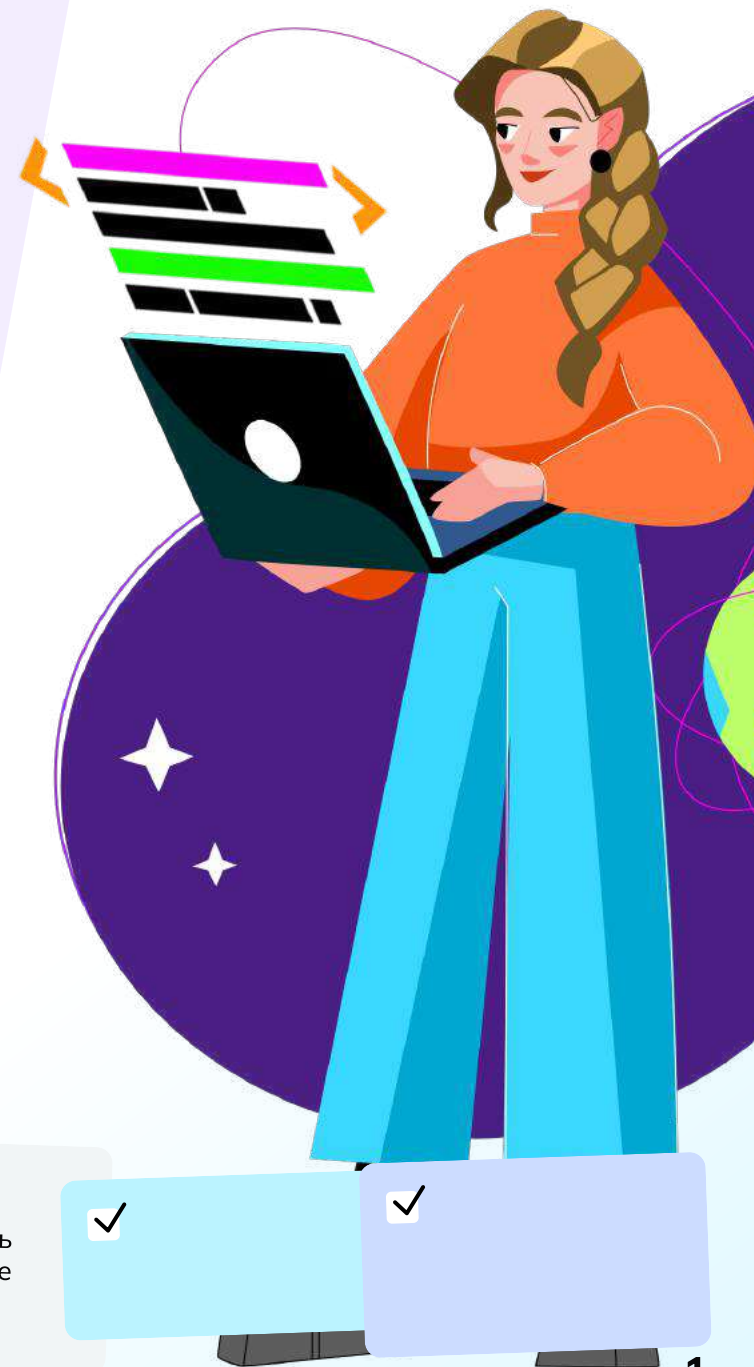
мечтаете работать в космической сфере не покидая родную планету



интересуетесь математикой и физикой больше, чем русским и литературой



любите работать руками и можете найти причину любой поломки



# Задание

Сегодня вы — ведущий инженер-испытатель систем космических аппаратов. Без вас в космос ничего и никто просто не попадёт!

**Основная задача: проверить системы и аппаратуру космического аппарата, чтобы спутник вышел на орбиту.**

Испытания космических аппаратов проходят в несколько этапов. Сначала подготовительный: определение задач спутника, составление технической документации, заказ и приёмка оборудования.

Затем идёт этап наземных испытаний. Инженер проверяет исправность систем и искусственно создаёт поломки, чтобы избежать их при запуске.

Третий этап: лётные испытания. Когда аппарат запускают в космос, инженеры-испытатели трудятся в центре управления полётами (ЦУП), наблюдают за всеми параметрами и решают нештатные ситуации.

Некоторые из этих задач сейчас предстоит решить и вам. Удачи!

## Этапы

- 1 Разобраться в системах космического аппарата
- 2 Придумать решение для каждой поломки во время наземных испытаний
- 3 Проверить работу алгоритма в системе бортового компьютера
- 4 Составить программу команд для запуска спутника на орбиту

## Подготовительная работа

Каждому инженеру-испытателю необходимо знать не только названия систем, но и различные аббревиатуры для быстрого поиска справочной информации и «общения» с бортовым компьютером.

**Определите, как расшифровать каждое сокращение.**

GPS

Бортовая вычислительная машина

ДС

Бортовой информационный комплекс

БИС

Датчик Солнца

БВМ

Вторичный источник питания

БИК

Global Positioning System

ВИП

Бортовая информационная система

## Подготовительная работа

Все системы космического аппарата связаны между собой. Испытатель должен знать, за что отвечает каждая из них.

Выберите систему, которая соответствует описанию:

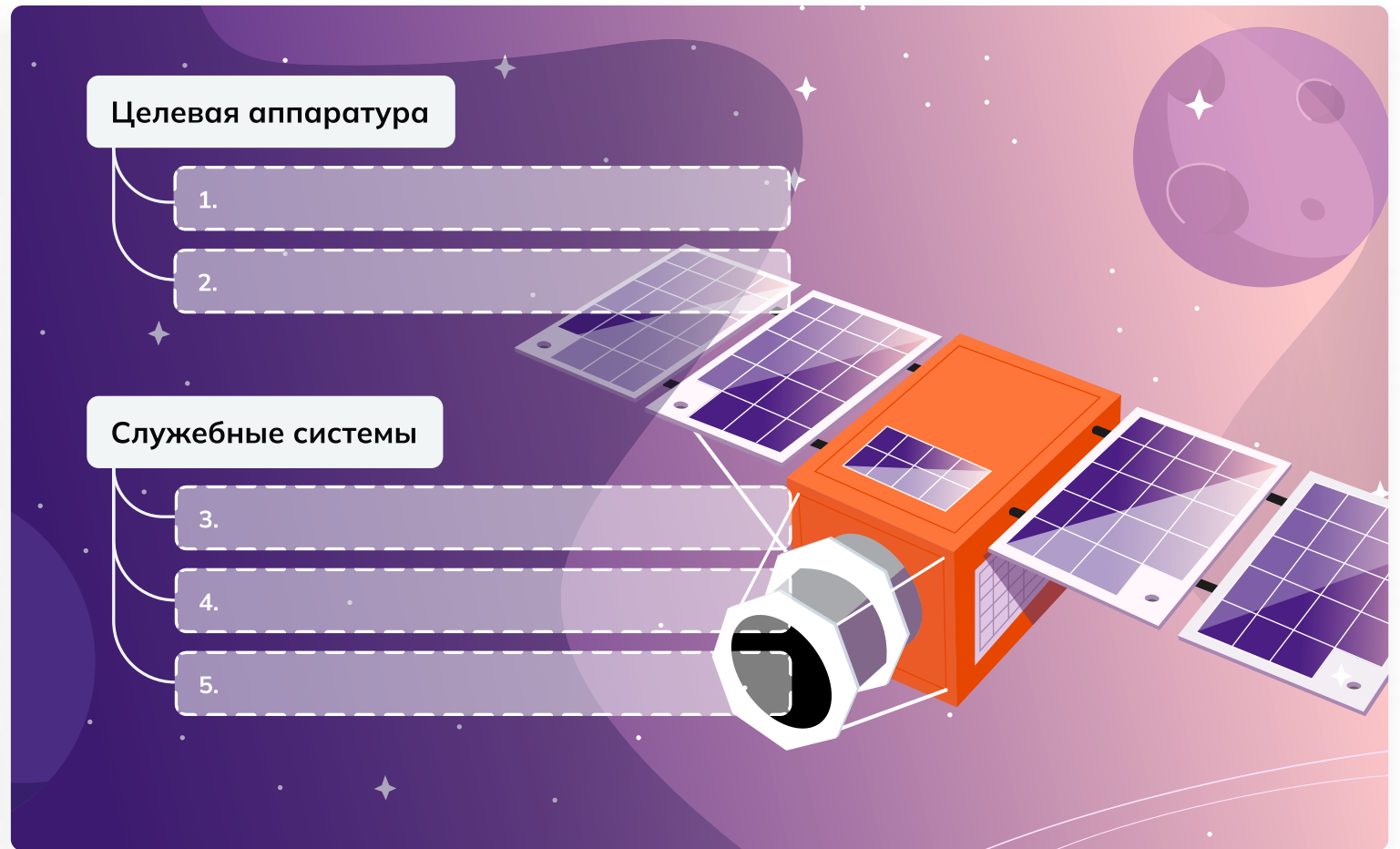
СИСТЕМА 1/5

Устройства для регистрации изображений поверхности земли

Комплекс камер

Система связи

Система управления



СИСТЕМА 2/5

Обеспечивает сбор и обработку информации в процессе зондирования земной поверхности

Система научной аппаратуры

Система жизнеобеспечения

Система связи

СИСТЕМА 3/5

Поддерживает баланс тепловой энергии, обеспечивает нужную температуру различных модулей и узлов

Комплекс камер

Антенны

Система обеспечения температурного режима

СИСТЕМА 4/5

Включает устройства определения текущей ориентации космического аппарата: датчики Солнца и Земли, звезд и тд.

Система научной аппаратуры

Система камер

Система ориентации

СИСТЕМА 5/5

Позволяет менять скорость и направление движения спутников

Система научной аппаратуры

Антенны

Двигательные установки

## Порядок испытаний

Инженер-испытатель сопровождает космический аппарат от задумки и технических требований до запуска в космос. Важен каждый шаг!

**Распределите действия по этапам.**

### I Подготовительный этап

1.

---

2.

---

3.

### II Испытания на Земле

1.

---

2.

---

3.

### III Запуск и лётные испытания

1.

---

2.

---

3.

1. Создаём алгоритмы на случай отказа систем
2. Запускаем аппарат в космос
3. Круглосуточно наблюдаем за спутником
4. Решаем проблемы во время полёта
5. Устраняем все выявленные ошибки
6. Определяем модули для будущего спутника
7. Оформляем заказ на производство
8. Пишем техническое задание
9. Десятки раз проверяем все системы

## Наземные испытания

*ПРОБЛЕМА*

Засветка матрицы  
на солнце

*ПОСЛЕДСТВИЯ*

Нарушение режима  
ориентации и сбои  
в работе целевых  
систем

*РЕШЕНИЕ*

Переключить  
на резервное устройство  
для контроля  
температуры

Сбой в работе  
двигателя

Невозможность  
использовать  
камеры и проводить  
исследования

Перезагрузить  
двигатели: включить  
и выключить

Отказ устройства  
для контроля  
температуры

Недопустимая  
температура  
в гермоотсеке

Переключить  
на резервный  
комплект камер

// Бортовой компьютер тоже надо запрограммировать! Все алгоритмы, которые вы придумали для нештатных ситуаций, должны превратиться в набор команд для спутника.

Режим работы: проверка давления в гермоотсеке (ГО)

Давление внутри ГО в начале эксплуатации КА около 1,2 атм.  
Допустимое отклонение давления – в диапазоне от 0,9 до 1,3 атм.

/\* Задача: проверить давление

```
function [ ] (pressure) {  
}
```

checkPressure checkAcceleration checkTemperature

/\* Задача: проверить температуру холодного контура \*/

```
function [ ] (temperature) {  
}
```

checkVelocity checkTemperatureCool checkTemperatureHeat

/\* Задача: проверить температуру горячего контура \*/

```
function [ ] (temperature) {  
}
```

checkSignal checkTemperatureCool checkTemperatureHeat

```
// const criticalPressure = 1,3; // Критически высокое давление  
if (pressure > criticalPressure) {  
  console.log("Внимание! Давление на борту космического корабля  
  близко к критическому уровню!"); // Информация на консоли, если  
  давление близко к критическому  
} else {  
  console.log("Давление на борту космического корабля в норме.");}  
// Информация на консоли, если давление в пределах нормы  
Pressure = 1,1; Давление на борту космического корабля в пределах  
нормы.
```

```
const criticalTemperatureCool = 5; // Критическая температура  
if (temperature > criticalTemperatureCool) {  
  console.log("Внимание! Температура холодного контура гермоотсека  
  превысила критический уровень!"); // Информация на консоли, если  
  температура превысила критическое значение  
} else {  
  console.log("Температура холодного контура в норме.")} //  
Информация на консоли, если температура в пределах нормы  
Temperature = 1; Температура холодного контура в норме.
```

```
} else {  
  console.log("Температура холодного контура в норме.")} //  
Информация на консоли, если температура в пределах нормы  
Temperature = 1; Температура холодного контура в норме.
```

```
const criticalTemperature = 18; // Критическая температура  
if (temperature < criticalTemperature) {  
  console.log("Внимание! Температура горячего контура гермоотсека  
  ниже критического уровня!"); // Информация на консоли, если  
  температура ниже критического значения  
  console.log("Температура горячего контура в норме.")} // Информация  
на консоли, если температура в пределах нормы  
Temperature = 16°C; Внимание! Температура горячего контура  
гермоотсека ниже критического уровня!
```

Надо поднять температуру горячего контура. Что нужно сделать?

Включить охладитель

Запустить резервный комплект нагревателей

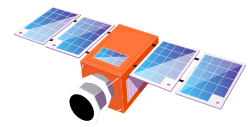
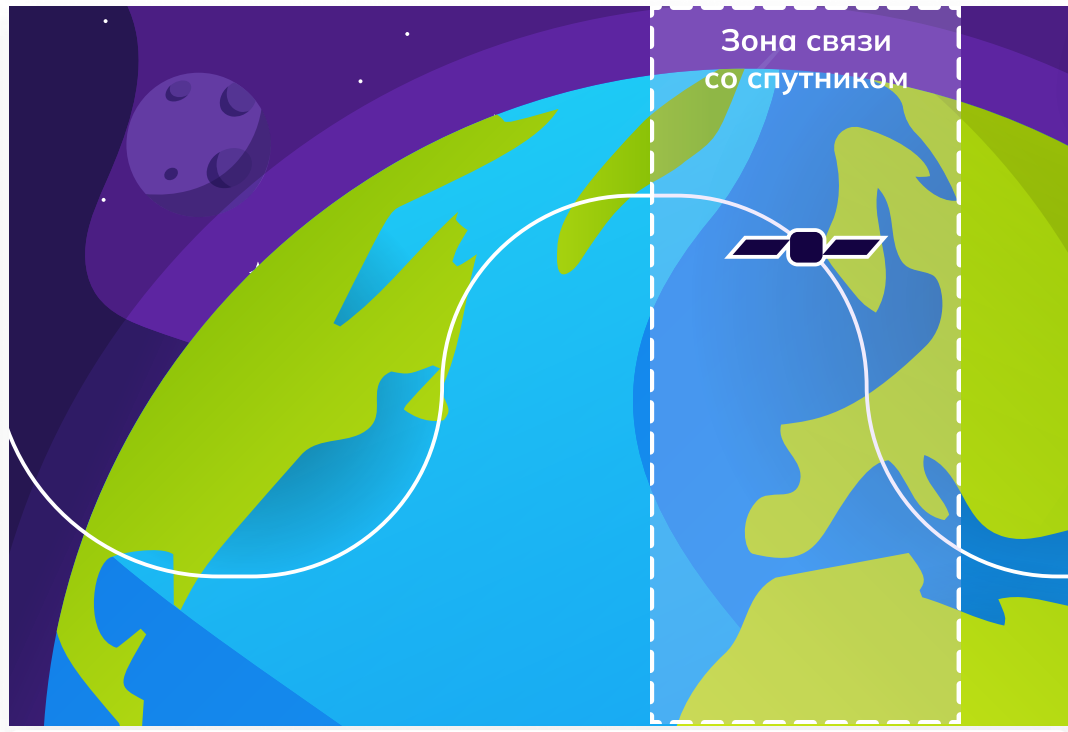
# Лётные испытания в ЦУП

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 1.1**  
Успокоить интенсивное вращение

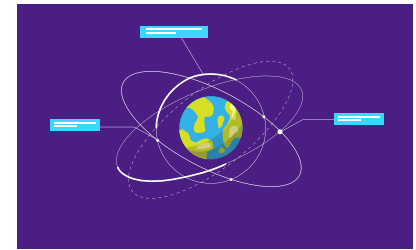
Подберите программу под задачу:

- Поиск Солнца
- Поиск Земли
- Запустить обратные двигатели
- Ориентация по карте звёздного неба



**Модель спутника: «Электрон»**  
Бортовой радиолокационный комплекс РЛК 42  
Сканер многозональный (МСУ)

## Программа работ



- 1 Остановка интенсивного вращения
- 2 Поиск Солнца
- 3 Поиск Земли
- 4 Поиск положения по звёздам
- 5 Навигация по ГЛОНАСС и GPS
- 6 Стабилизация температуры
- 7 Целевая съёмка

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 1.2**  
Найти Солнце

Подберите программу под задачу:

- Поиск Солнца
- Поиск Земли
- Ориентация по карте звёздного неба

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 2.1**  
Найти Землю

Подберите программу под задачу:

- Ориентация по карте звёздного неба
- Поиск Земли

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 2.2**  
Включить режим ориентации

Подберите программу под задачу:

- Ориентация по карте звёздного неба

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 3.1**  
Включить режим навигации

Подберите программу под задачу:

- Сделать контрольный снимок
- Зафиксировать положение по ГЛОНАСС и GPS
- Понизить температуру в отсеке с фотоаппаратурой

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 3.2**  
Охладить фотокамеру

Подберите программу под задачу:

- Сделать контрольный снимок
- Понизить температуру в отсеке с фотоаппаратурой

1 ВИТОК ВОКРУГ ЗЕМЛИ

**Задача 4.1**  
Сделать снимок земли

Подберите программу под задачу:

- Переключить на резервное устройство терморегуляции
- Активировать режим съёмки
- Повторить соединение со спутником ГЛОНАСС и GPS



# Поздравляем, миссия выполнена!

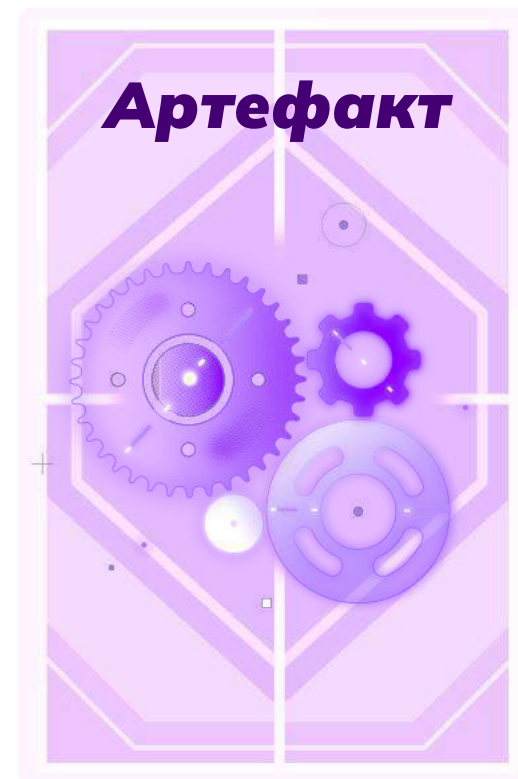
Вы отлично справились с испытанием космического аппарата и даже сохранили его после аварии в открытом космосе.

Сегодня вы:

- ✓ Изучили секретные аббревиатуры космонавтов
- ✓ Во время наземных испытаний придумали алгоритм решения проблемы
- ✓ Написали поэтапную циклограмму и убедились, что спутник успешно выполнил все ваши команды



## Артефакт



## Мне понравилось! Что дальше? Советы от эксперта

1

Сегодня вы уже со школы можете выбрать вектор развития — в космос! А ведь каких-то 60 лет назад это было только в мечтой. Мечта становится реальностью! Дерзайте!

2

Почитайте в свободное время про бразильскую магнитную аномалию. Она иногда подкидывает нам, специалистам космонавтики, разные «приколы».

3

В моей профессии очень важна структурность и внимательность. Как архитектор-проектировщик, который рассчитывает нагрузки всего дома, мы учитываем сотни вероятных событий, которые нужно испытать.

4

Рекомендую изучать точные науки: математику, физику, даже химию. Но и про гуманитарные направления не забывайте: они помогают расширить мировоззрение и стать более глубоким человеком и успешным профессионалом.



**Ольга Гранкина**

Ведущий инженер-программист,  
АО Корпорация ВНИИЭМ