



Комитет по образованию Санкт-Петербурга
 Санкт-Петербургский центр
 детского (юношеского) технического творчества

ДИПЛОМ

награждается

Стробыкин Владислав

ГБОУ ДОД ЦВР «Академический» Калининского района
 Руководитель Михеев В.Р.

за 1 место
 в Городском конкурсе проектов
 технического моделирования и
 конструирования

«ОТ ИДЕИ ДО ВОПЛОЩЕНИЯ»

Номинация «Проект, исследовательская работа»
 2 возрастная группа

Директор СПбЦД(Ю)ТТ А.Н. Думанский



Санкт-Петербург
 2013

ГБОУ ДОД ЦВР ВНЕШКОЛЬНОЙ РАБОТЫ КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА
 САНКТ-ПЕТЕРБУРГА «АКАДЕМИЧЕСКИЙ»

проект-исследование



Полет дирижабля в стратосферу – фантастика или реальность?

Автор:
Стробыкин Владислав, 7 класс

Руководитель:
*Михеев Вячеслав Робертович,
 педагог дополнительного образования*



Дирижабль рассматривается не только в качестве нового вида пассажирского и грузового транспорта, , но и как летательный аппарат, используемый в различных целях.

Для него характерны большая грузоподъёмность, дальность полёта, возможность вертикального взлёта и посадки, длительное зависание над заданным местом. В зависимости от назначения дирижабли летают обычно на высоте до 3 -4 км.



Высотная аэростатическая платформа «Беркут»

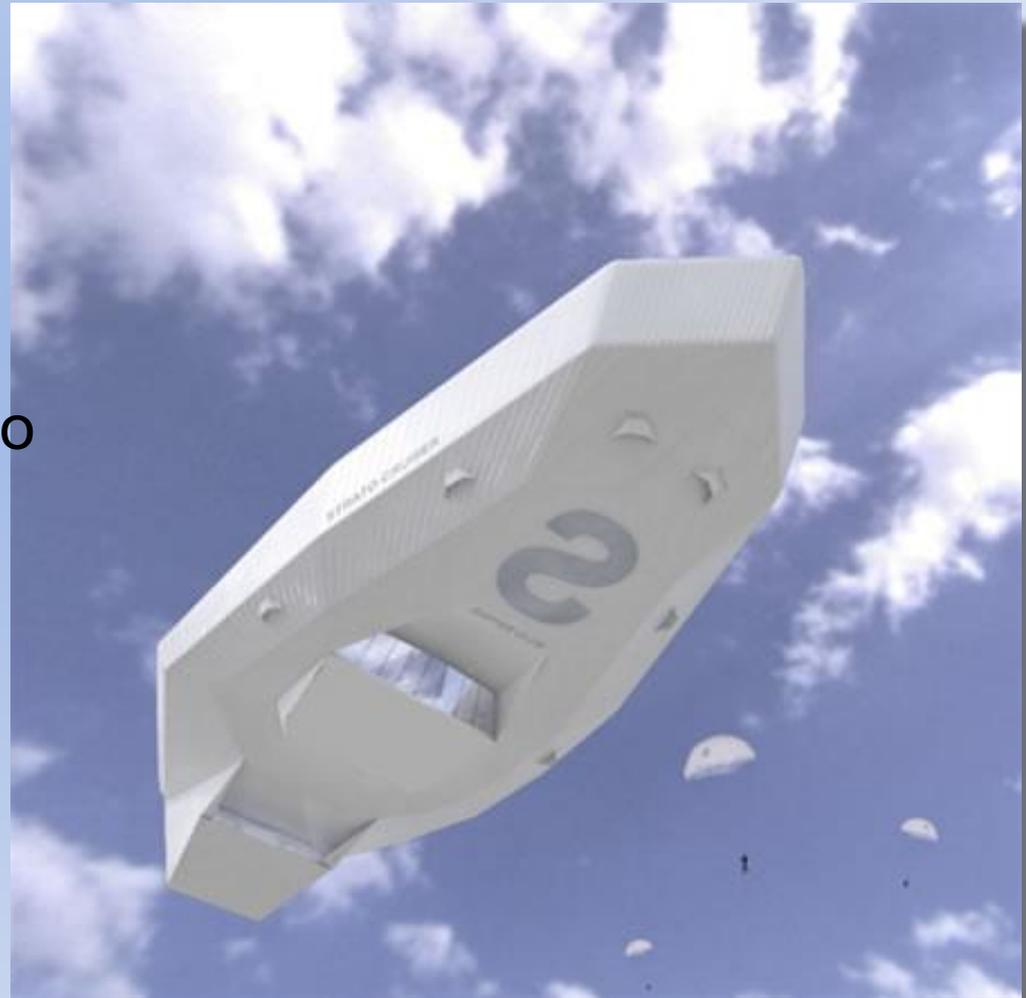


$H = 19 - 20 \text{ км}$

$R = 760 \text{ км}$

Идея разработки – с помощью расчетов поднять дирижабль в верхние слои стратосферы, рассмотреть использование летательного аппарата (вакуумного дирижабля) в новом качестве практического применения.

Цель работы – исследовать возможности подъема дирижабля в стратосферу и снижения до нижних слоев атмосферы.



Задачи проекта:

1. повторить Архимеда закон как закон воздухоплавания.
2. изучить физические свойства атмосферы воздуха до стратосферы.
3. проанализировать физические свойства легких газов и применение их в воздухоплавании на больших высотах.
4. придумать новую конструкцию корпуса дирижабля и принцип её работы.
5. провести расчет геометрических размеров дирижаблей в зависимости от общей массы для подъема на стратосферные высоты.
6. определить порядок подъема дирижабля в верхние границы стратосферы и порядок снижения до приземных слоев атмосферы.

Новизна и достоинство идеи:

- использование стратосферных дирижаблей позволит заменить дорогостоящие метеорологические, радиотехнические и другие спутники.
- применение сверхвысотных дирижаблей обеспечит экологическую чистоту космоса.

Возможное применение:

- предлагаемые схема построения корпуса, теоретические расчеты и порядок полета предполагают, что на дирижабле возможно подняться в высшие слои стратосферы и возвратиться на землю.
- применение стратосферных дирижаблей приведет к новому подходу освоения человеком космоса.

Архимеда закон формулируется следующим образом: на тело, погружённое в жидкость (или газ), действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной этим телом жидкости (или газа)..

Сила называется **силой Архимеда**.

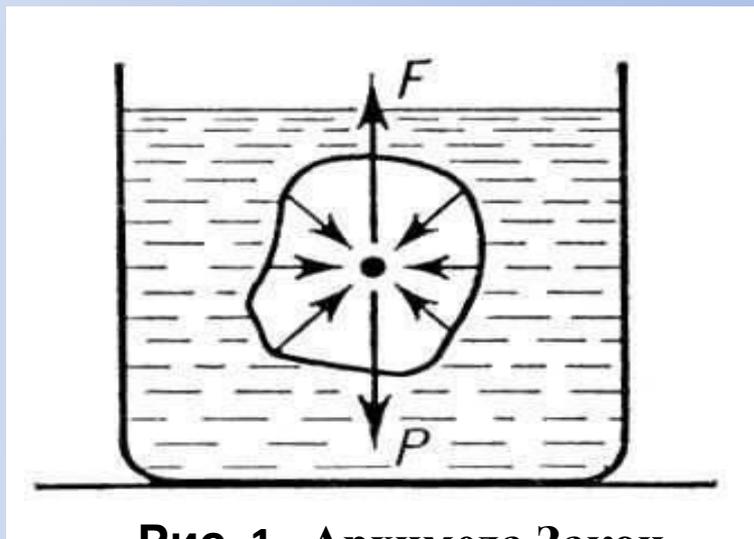


Рис. 1. Архимеда Закон

$$F_a = \rho g V,$$

где ρ — плотность жидкости (газа),

g — ускорение свободного падения

V — объём погружённого тела (или часть объёма тела, находящаяся ниже поверхности).

Архимеда закон распространяется в том числе на газ. Он действует на всех слоях атмосферы. По этому закону летают дирижабли, воздушные зонды, воздушные тепловые шары и аэростаты.

АТМОСФЕРА

В настоящее время атмосфера Земли состоит в основном из газов и различных примесей (пыль, капли воды, кристаллы льда, морские соли, продукты горения).

Концентрация газов, составляющих атмосферу, практически постоянна, за исключением воды (H_2O) и углекислого газа (CO_2).

В 1982 г. ИЮПАК (Международный союз теоретической и прикладной химии) установил следующие стандартные условия.

- **стандартное давление** для газов, жидкостей, и твёрдых тел, равно 10^5 Па;
- **стандартная температура** для газов, равная 273,15 К (0°C).

Тропосфера

Её верхняя граница находится на высотах от 8 до 18 км в зависимости от географической широты. Нижний, основной слой атмосферы содержит более 80 % всей массы атмосферного воздуха.

Стратосфера

Слой атмосферы, располагающийся на высоте от 11 до 50 км. На высоте 40 км до высоты 55 км значения температуры остаётся постоянной 0°C .

АТМОСФЕРА

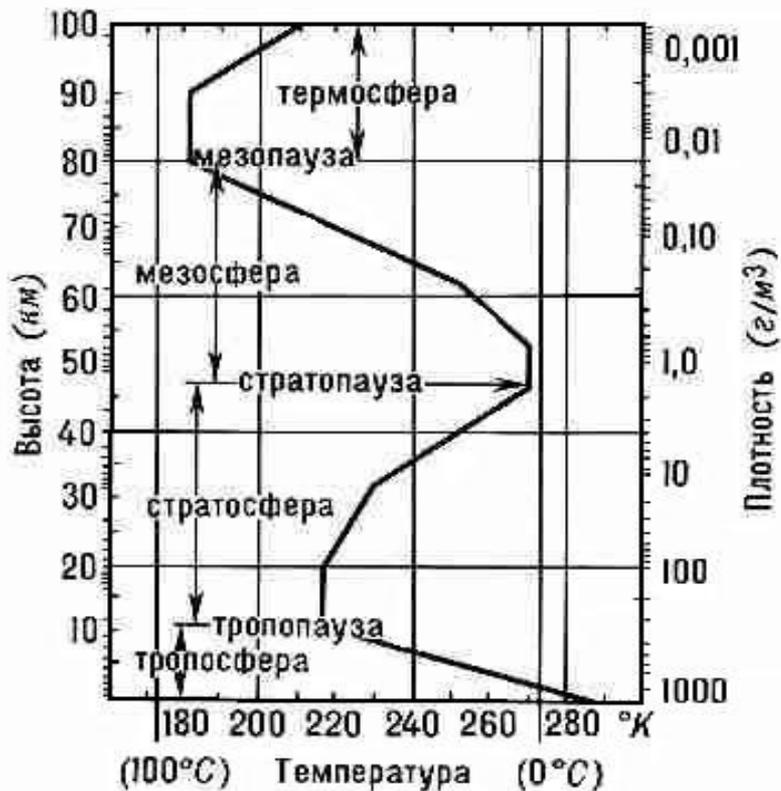


График1. Зависимость температуры и плотности от высоты

| Высота, км | Давление | | Плотность (вес куб. метра воздуха) | |
|------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| | в миллим. ртутного столба | в долях единицы | в граммах | в долях единицы |
| 0 | 760 | 1 | 1033 | 1 |
| 5 | 410 | 0,53 | 735 | 0,7 |
| 10 | 205 | 0,27 | 415 | 0,4 |
| 15 | 90 | 0,12 | 195 | 0,18 |
| 20 | 42 | 0,038 | 90 | 0,08 |
| 30 | 9 | 0,0105 | 22 | 0,02 |
| 40 | 2 | 0,0026 | 5 | 0,004 |

Таблица1. Зависимость давления и плотности воздуха от высоты

С увеличением высоты изменяется температура и уменьшается плотность.

Из всех газов атмосферы водород и гелий являются легкими газами.

Водород — самый лёгкий газ, он легче воздуха в 14,5 раз.

Плотность **0,08987** кг/м³.

Гелий относится к инертным газам.

При нормальных условиях гелий ведёт себя практически как идеальный газ, плотность составляет **0,17847** кг/м³.

| газ | Плотность, кг/м ³ | Особенности |
|---------|---------------------------------|---------------------|
| воздух | 1,23 | |
| водород | 0,09 | Опасен в применении |
| гелий | 0,17847 | Инертный газ |

Таблица2. Сводная таблица газов

Наименее плотным из всех газов является водород. Плотность равна **0,09** кг/м³. То есть, каждый 1м³ водорода весит 90 грамм (для сравнения 1м³ воздуха=1,23 кг).

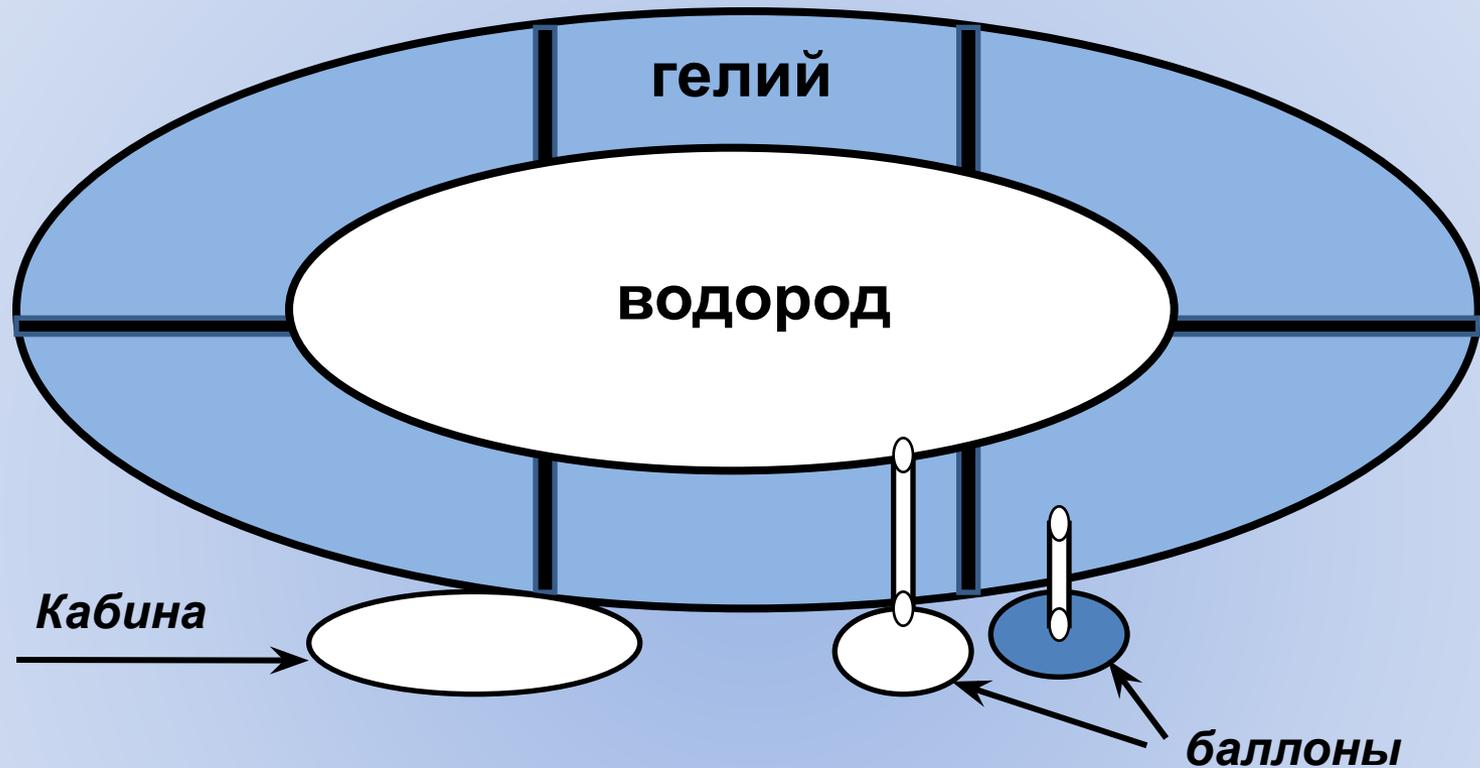
1.2 кг (масса 1м³ воздуха) – **0.09** кг (масса 1м³ водорода) = **1.11** кг.

Подъемная сила дирижабля, наполненного гелием, в воздухе составит:

1.2 кг (масса 1м³ воздуха) – **0,1785** кг (масса 1м³ гелия) = **1,0215** кг.

Подъёмная сила у земли составляет для водорода и гелия около 1 кг на кубометр.

Конструкция корпуса дирижабля



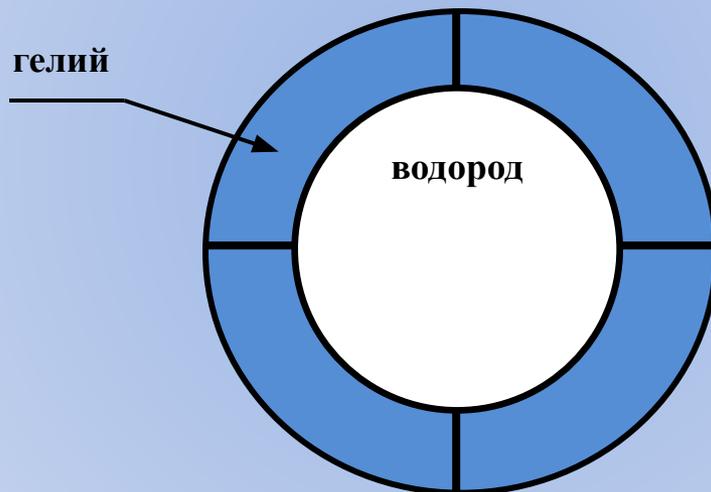
Чтобы максимально предотвратить взаимодействие водорода с атмосферой, предлагается двойная жесткая конструкция корпуса, стенки которой обклеены непроницаемым материалом.

Гелий создает дополнительную защитную оболочку .

Расчет подъемного газа , состоящего из 50% водорода и 50% гелия показывает: средняя плотность составляет $(0,09 + 0,1785)/2 = 0,13425$ кг/м³.

Определим подъемную силу у земли:

$1,2$ кг (масса 1м³ воздуха) – $0,13425$ кг (масса 1м³ газовой смеси) = $1,0657$ кг.



Расчеты показывают, что такая газовая смесь из водорода и гелия наиболее приемлема для стратосферного дирижабля.

Расчет объема и размеров корпуса при общей массе стратосферного дирижабля **10 000 кг** (корпус, газ-наполнитель, двигатели, топливо и полезный груз) при средней плотности газа **0,13425 кг/м³**, (это соответствует плотности атмосферы на высоте **17 км**):

Объем корпуса рассчитаем по формуле: $V = \frac{m}{\rho}$

$$V_2 = 10000 \text{ кг} / 0,13425 \text{ кг/м}^3 = \mathbf{74488 \text{ м}^3}$$

Рассчитаем объема шара с $R=15 \text{ м}$: $V_{ш} = 4/3 \times \pi R^3 = 4/3 \times 3,14 \times 15^3 = \mathbf{14130 \text{ м}^3}$

Объема корпуса равен $V_2 = V_{ш} + V_{ц}$, находим величину объема кругового цилиндра $V_{ц} = V_2 - V_{ш} = 74488 \text{ м}^3 - 14130 \text{ м}^3 = \mathbf{60358 \text{ м}^3}$

Длина цилиндра l рассчитывается из формулы объема кругового цилиндра: $V_{ц} = \pi R^2 l$, $l = V_{ц} / \pi R^2 = 60358 \text{ м}^3 / (3,14 \times 15^2) = \mathbf{85,43 \text{ м}}$

Длина гондолы: $L = l + d = 85,43 \text{ м} + 30 \text{ м} = \mathbf{115,43 \text{ м}}$.

Размеры корпуса дирижабля с массой **10 000 кг** составляют: **$L = 115,43 \text{ м}$** при **$d = 30 \text{ м}$**

Размеры гондолы дирижабля с массой **50 000 кг** – **$L = 151,8 \text{ м}$** при **$d = 60 \text{ м}$** .

Для управления подъемной силой предлагается использовать систему закачки и стравливания газа (СЗиСГ).

Система выполняет следующие задачи:

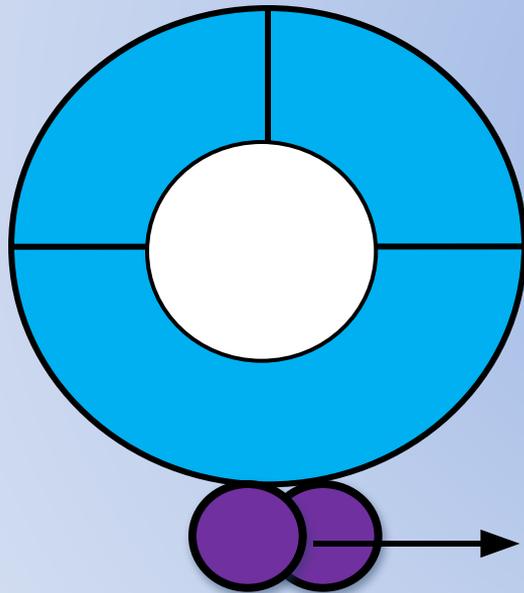
- набор высоты;
- снижение;
- контроль и поддержание внутреннего давления внутри корпуса дирижабля с целью недопущения деформации конструкции.



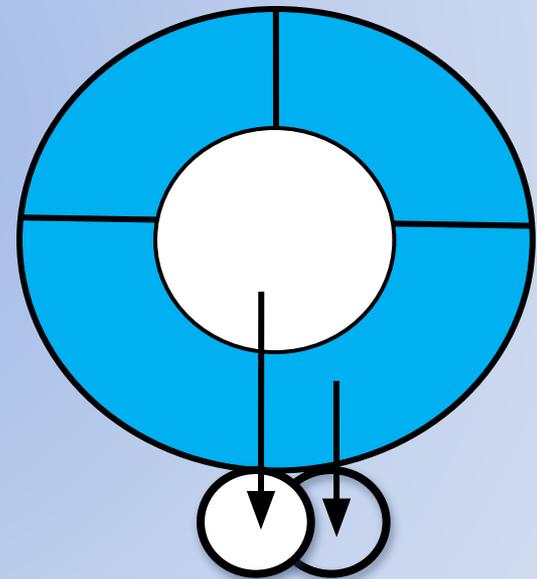
НАБОР ВЫСОТЫ

Первоначально набор дирижабля осуществляется за счет разности плотности в корпусе летательного аппарата и атмосферы.

Затем – стравливанием балластного воздуха и уменьшением плотности в корпусе дирижабля.



Стравливание балластного воздуха в атмосферу



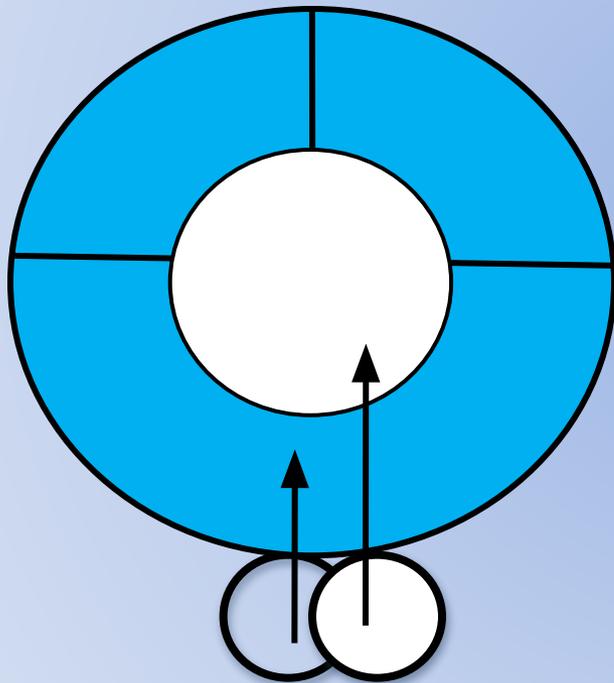
Перекачка газов из корпуса дирижабля в баллоны



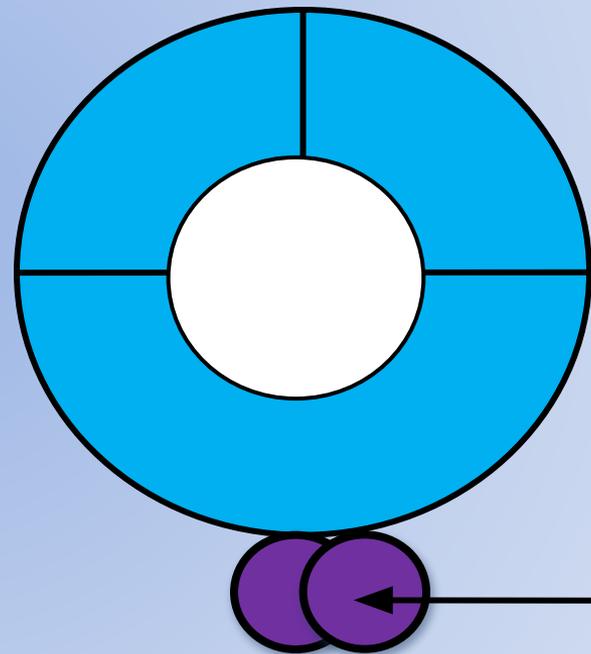
Стратосферный дирижабль как «поплавок» будет держаться в верхних слоях стратосферы, не требуя ни каких затрат.

СНИЖЕНИЕ

Снижение дирижабля может выполняться одновременно с помощью маломощных газовых реактивных двигателей, а также закачкой газов в корпус из жестких баллонов и атмосферы.



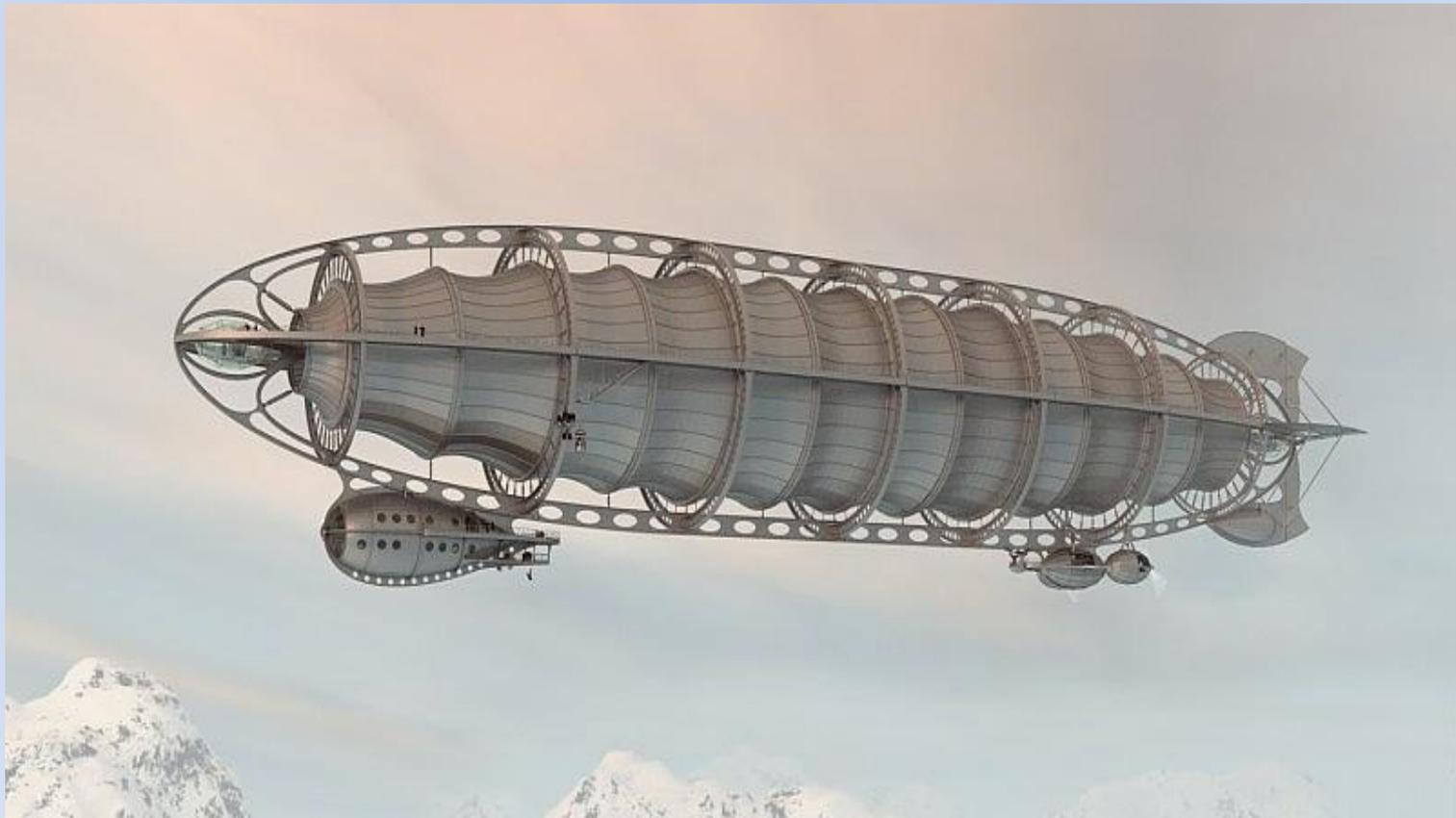
Закачка газов из баллонов
в корпус дирижабля



Закачка балластного
воздуха в баллоны

У дирижаблей есть космическое будущее

По подсчетам специалистов, применение дирижаблей для перевозки грузов в 20—30 раз дешевле по сравнению с существующей авиацией. Значит, у дирижаблей есть будущее не только на воздушных трассах, но и в космосе.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !