

Способы защиты от радиации и гипогравитации при колонизации Солнечной системы

Майборода А.О.

Семинар НКЦ SETI 5 ноября 2021

АННОТАЦИЯ. Колонизация планет требует решения проблемы защиты экипажа при межпланетных перелетах от солнечной и галактической радиации, невесомости во время длительного перелета и гипогравитации на внеземных базах. Если при полете на Марс доза облучения может быть уменьшена сокращением времени перелета с 260 суток до 100 дней, то при полетах к спутникам планет-гигантов уже не удастся существенно сократить длительность трансфера на основе достигнутого технического уровня. Проект Testudo предлагает технологию защиты от радиации при длительных перелетах. Проект Rhoulkon предлагает защиту колонистов от гипогравитации посредством создания искусственной гравитации в колониях на поверхности планет.

Ключевые слова: протонная радиация, галактическое излучение, экранирование радиации, пакет межпланетных кораблей, невесомость, гипогравитация, искусственная гравитация, космические колонии, Марс

Слайд 1.



Слайд 2.1.

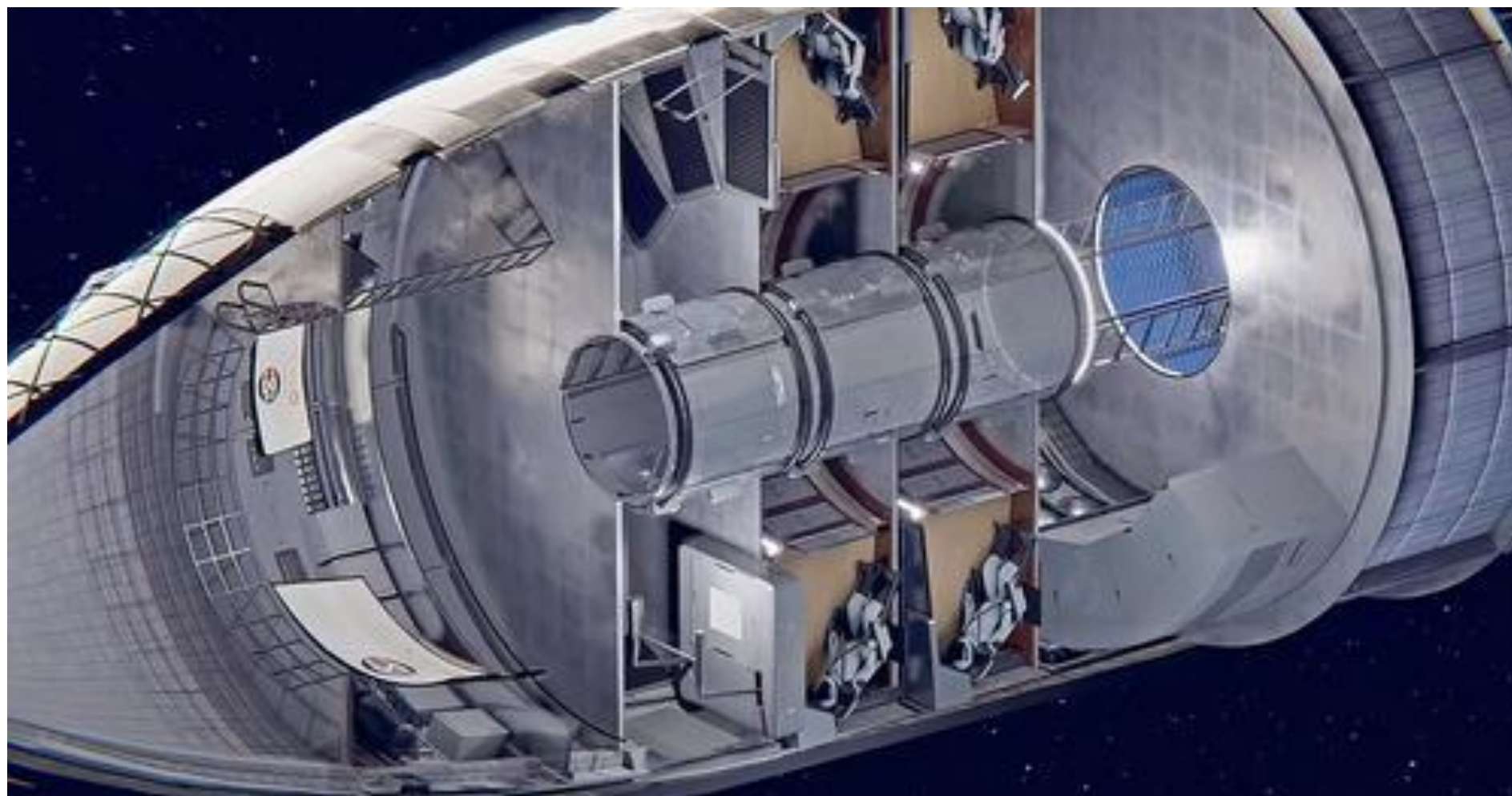


Таблица 13. Межпланетные экспедиции при гомановских траекториях перелетов туда и обратно

Небесное тело	Минимальная полная продолжительность экспедиции		Минимальное время ожидания, сут	Суммарная характеристическая скорость при старте с орбиты высотой 200 км, км/с		
				околоземная орбита — низкая орбита — Земля		околоземная орбита — поверхность — Земля
	сут	звездные годы		Реактивное торможение	Аэродинамическое торможение	
1	2	3	4	5	6	7
Меркурий	277,9	0,76	66,9	20,562	—	27,8
Венера	759,5	2,08	467,3	10,270	6,888	15,7
Марс	971,9	2,66	454,1	7,869	5,741 (?)	10,0 (16,4)
Юпитер	2209,6	6,05	214,6	42,23	24,27	75,5
Сатурн	4759,7	13,03	341,5	29,33	18,31	49,0
Уран	12058,1	33,01	341,9	21,56	14,77	33,0
Нептун	22646,9	62,0	281,3	22,81	15,53	35,6
Плутон	33602,5	92,00	293,9	14	—	16,6
Луна	10		любое	6,7	—	8,5

Таблица 14. Межпланетные экспедиции при параболических траекториях перелетов туда и обратно

Небесное тело	Минимальная полная продолжительность экспедиции		Минимальное время ожидания, сут	Суммарная характеристическая скорость при старте с орбиты высотой 200 км, км/с		
				околоземная орбита — низкая орбита — Земля		околоземная орбита — поверхность — Земля
	сут	звездные годы		Реактивное торможение	Аэродинамическое торможение	
1	2	3	4	5	6	7
Марс	152,6	0,42	12,8	43,491	26,121	30,4 (52,0)
Юпитер	1007,0	2,76	197,6	49,01	28,88	80,1
Сатурн	2124,1	5,82	276,1	35,13	21,94	52,6
Уран	5061,4	13,86	107,8	26,13	17,44	35,6
Нептун	9821,1	26,89	343,5	25,61	17,18	37,2
Плутон	14207,4	38,90	83,8	22,43	15,6	24,6
Луна	2		любое	5,6÷5,8	—	9,6

Длительность межпланетных перелетов при гомановских и параболических траекториях с возвращением на Землю. При полете в «один конец», например, на один из спутников Юпитера, длительность полета составит 998 суток (2,733 года).

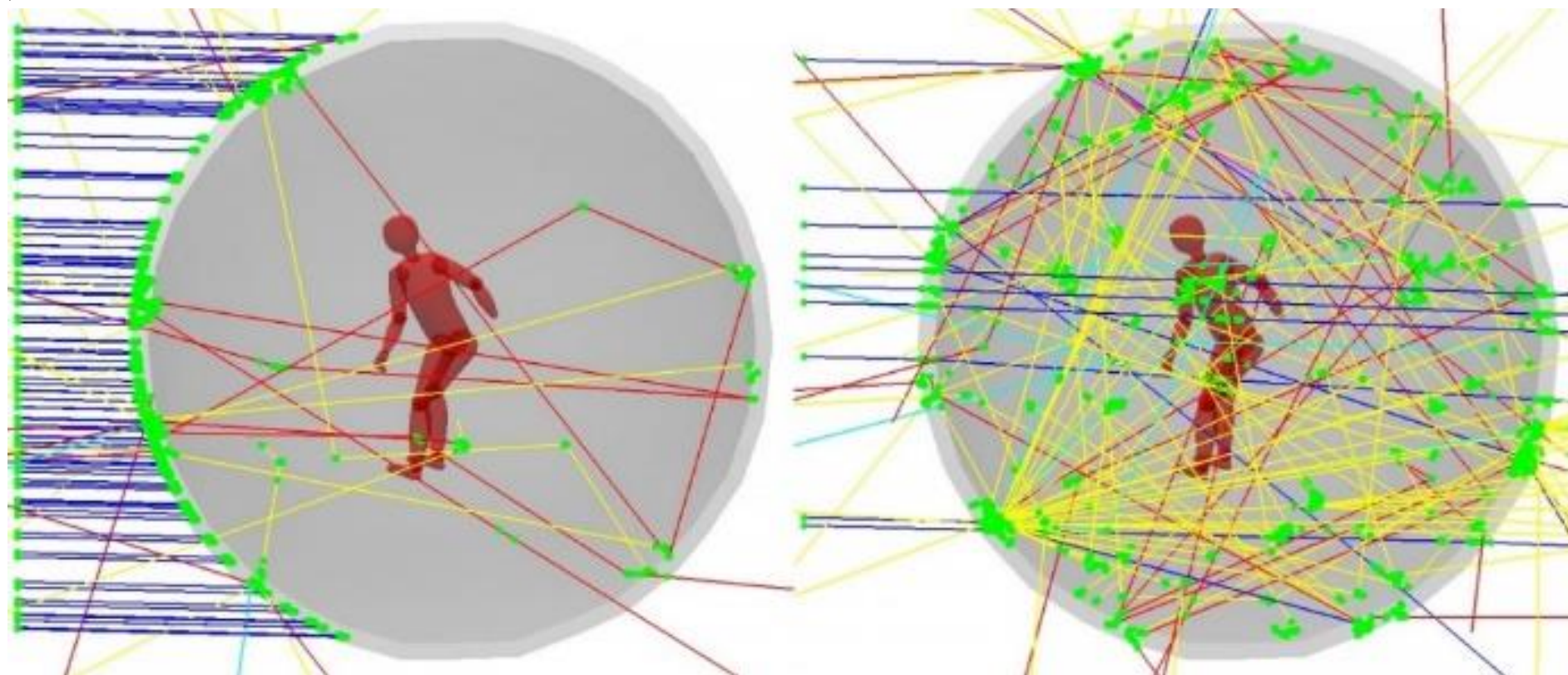


Таблица 12. Касательные траектории полетов к Марсу (рис. 138)

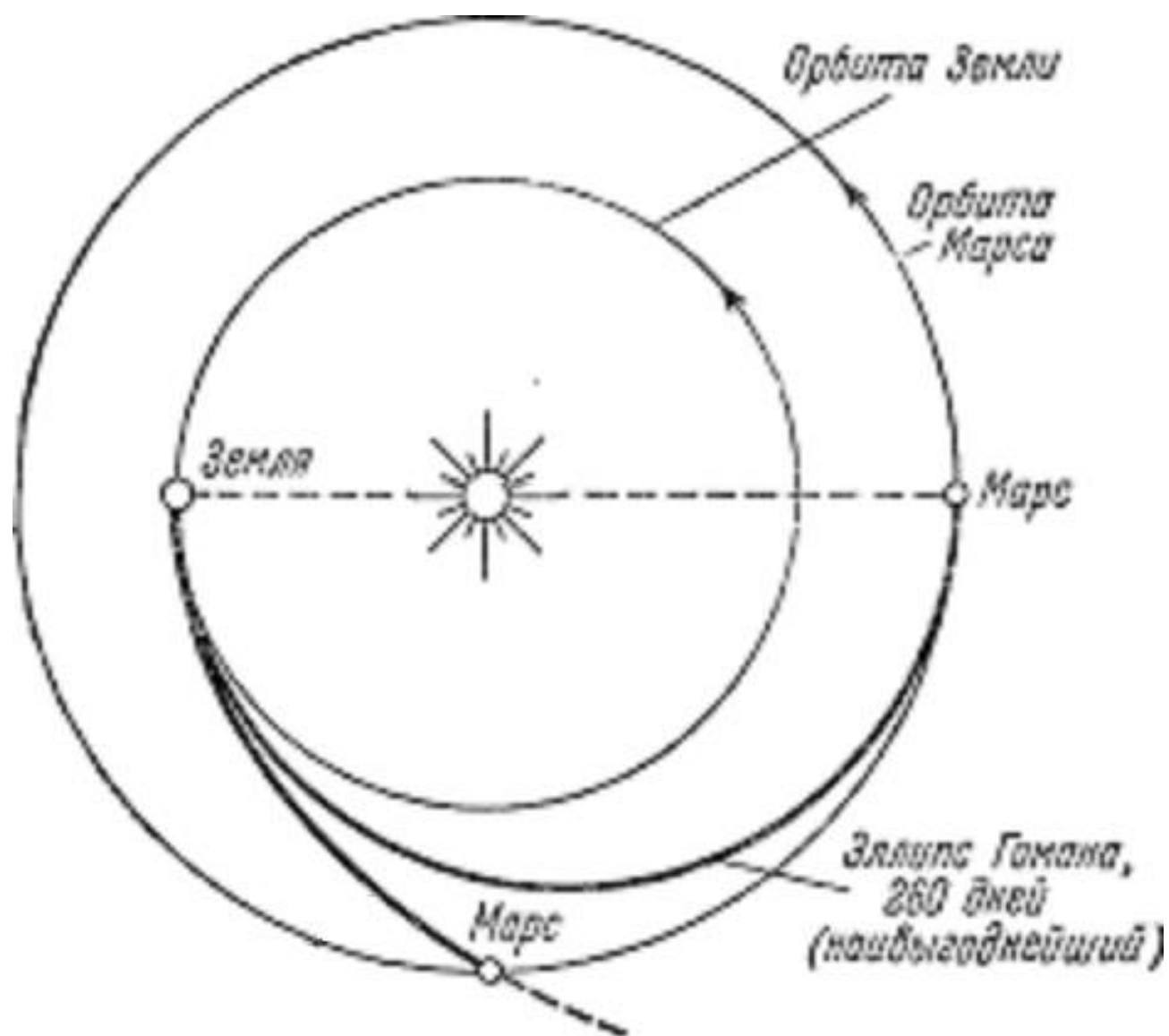
Характеристика	Траектория							
	<i>I</i> (гоманов- ская)	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i> (парабо- лическая)	<i>II'</i>	<i>III'</i>	<i>IV'</i>
Начальная геоцентрическая скорость, приведенная к поверхности Земли, v_0 , км/с	11,567	11,800	12,000	<u>13,000</u>	16,653	11,800	12,000	13,000
Геоцентрическая скорость выхода $v_{\text{вых}}$, км/с	2,945	3,757	4,344	6,623	12,337	3,757	4,344	6,623
Гелиоцентрическая скорость выхода $V_{\text{вых}}$, км/с	32,729	33,542	34,129	36,409	42,122	33,542	34,129	36,409
Период обращения P , сут	517,8	583,5	641,7	1015,3	∞	583,5	641,7	1015,3
Большая полуось a , а. е.	1,262	1,367	1,456	1,977	∞	1,367	1,456	1,977
Эксцентриситет	0,208	0,268	0,313	0,494	1,0	0,268	0,313	0,494
Афелийное расстояние, а. е.	1,524	1,734	1,911	2,954	∞	1,734	1,911	2,954
Угловая дальность, град	180	128,8	116,3	92,3	71,8	231,2	243,7	267,7
<u>Продолжительность перелета, сут</u>	<u>258,9</u>	<u>164,5</u>	<u>144,1</u>	<u>105,2</u>	69,9	419,0	497,6	910,1
Дуга, проходимая Землей, град	255,2	162,1	142,0	103,7	68,9	413,0	490,4	897,0
Дуга, проходимая Марсом, град	135,7	86,2	75,5	55,1	36,6	219,6	260,7	476,9
Угол начальной конфигурации ψ , град	44,3	42,6	40,8	37,2	35,2	11,6	-17,0	-209,2
Момент старта, отсчитываемый от момента конфигурации I , сут	0,0	3,7	7,6	15,4	19,7	70,8	132,8	549,2
То же от момента противостояния Марса, сут	-96,0	-92,3	-88,4	-80,6	-76,3	-25,1	+36,8	+453,2
Расстояние Земля—Марс в конце полета, а. е.	1,595	0,880	0,759	0,579	0,528	2,524	2,128	1,833
То же, млн. км	238,6	131,7	113,5	86,5	78,9	377,5	318,3	274,2



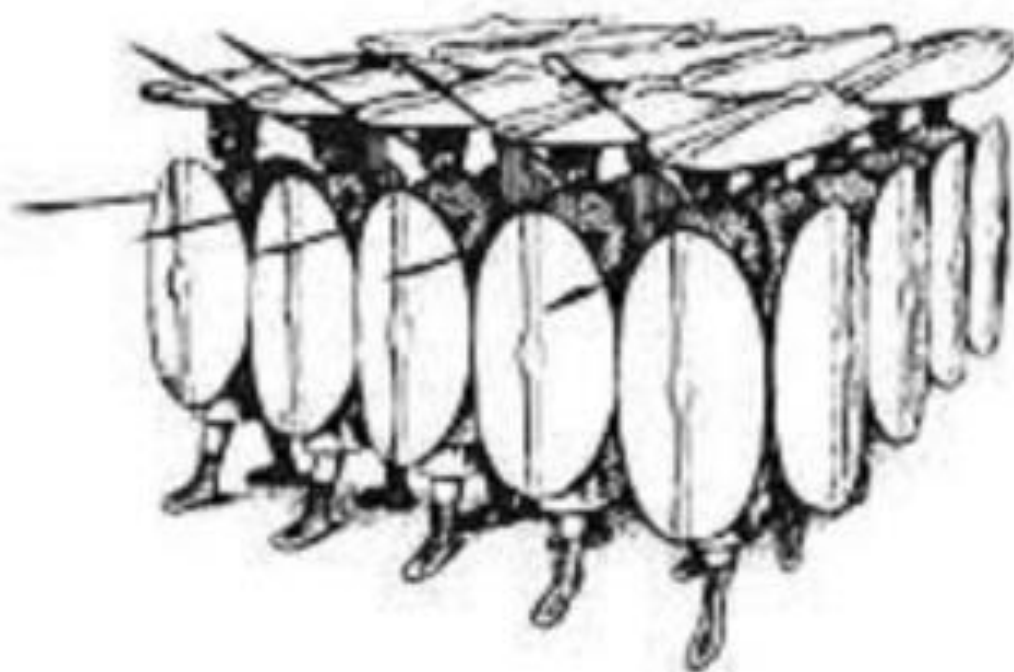
Слайд 6.



«Честно говоря, куча людей, вероятно, умрет вначале. Добраться туда непросто», — отметил Илон Маск, комментируя риски реализации своего плана колонизации.







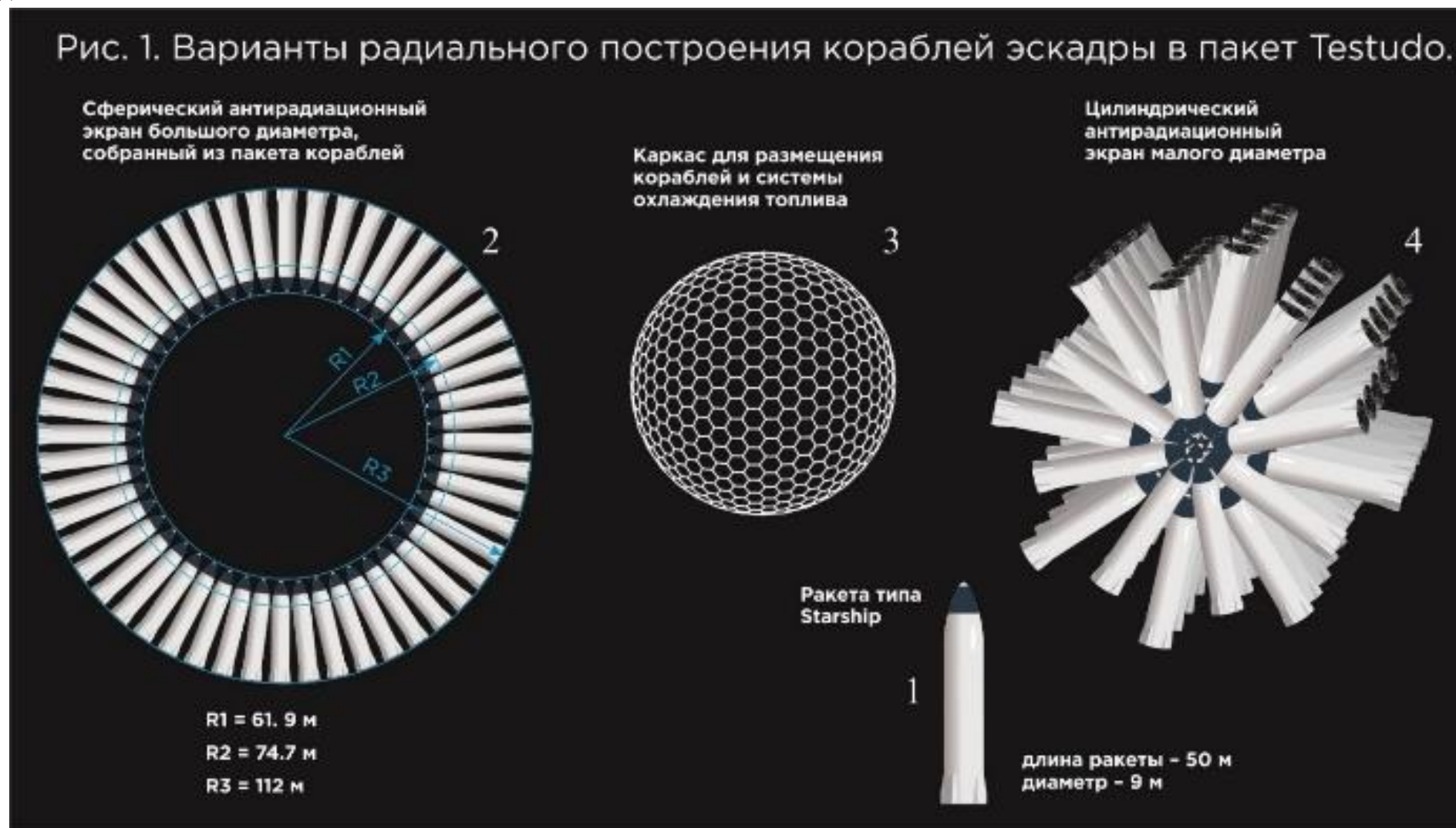


Рис. 1. Варианты радиального построения кораблей эскадры в пакет Testudo.

1 – корабль Starship.

2 – сферический антирадиационный экран большого диаметра, собранный из пакета кораблей.

3 – каркас для размещения кораблей и системы охлаждения топлива.

4 – цилиндрический антирадиационный экран малого диаметра

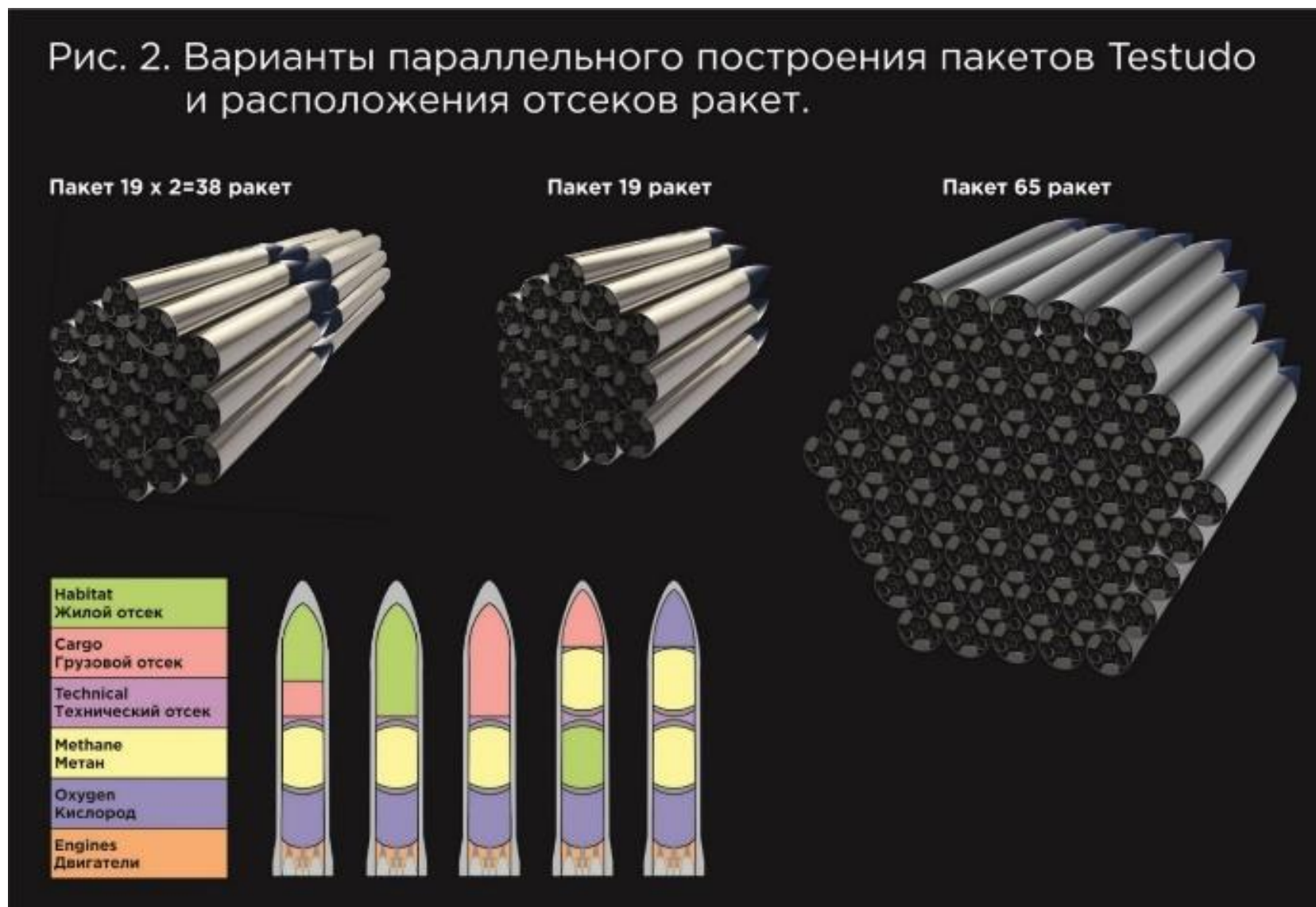


Рис. 2.1. Варианты параллельного построения пакетов Testudo и расположения отсеков ракет.

Пакет 38 ракет + (12) = 19+19+(12)

Пакет 19 ракет

Пакет 65 ракет

Двуязычная таблица расшифровки цветowych обозначений

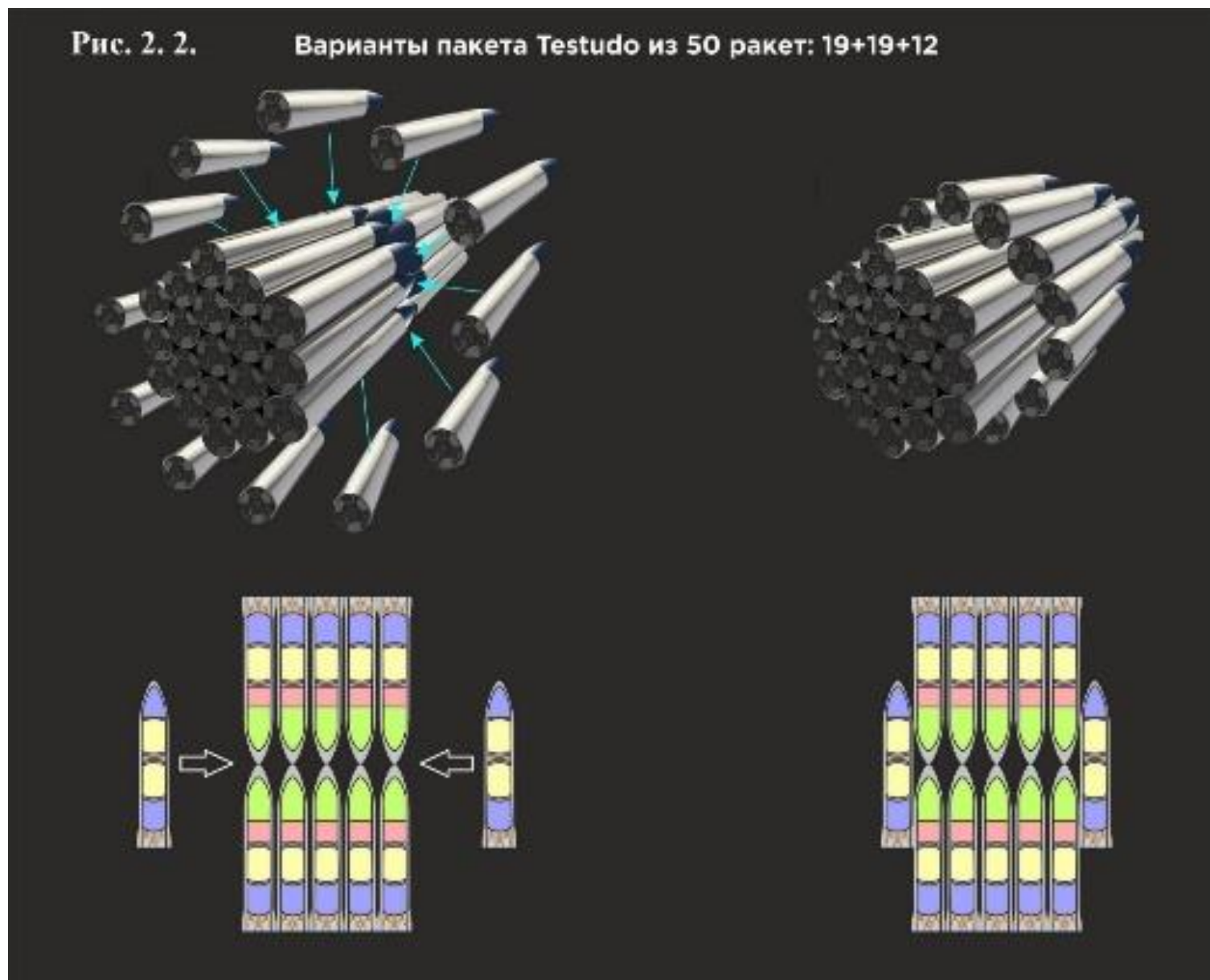


Рис. 2.2. Варианты параллельного построения пакетов Testudo из 50 ракет с типовым расположением жилых отсеков.

Рис. 3. Пакеты Testudo с искусственной гравитацией

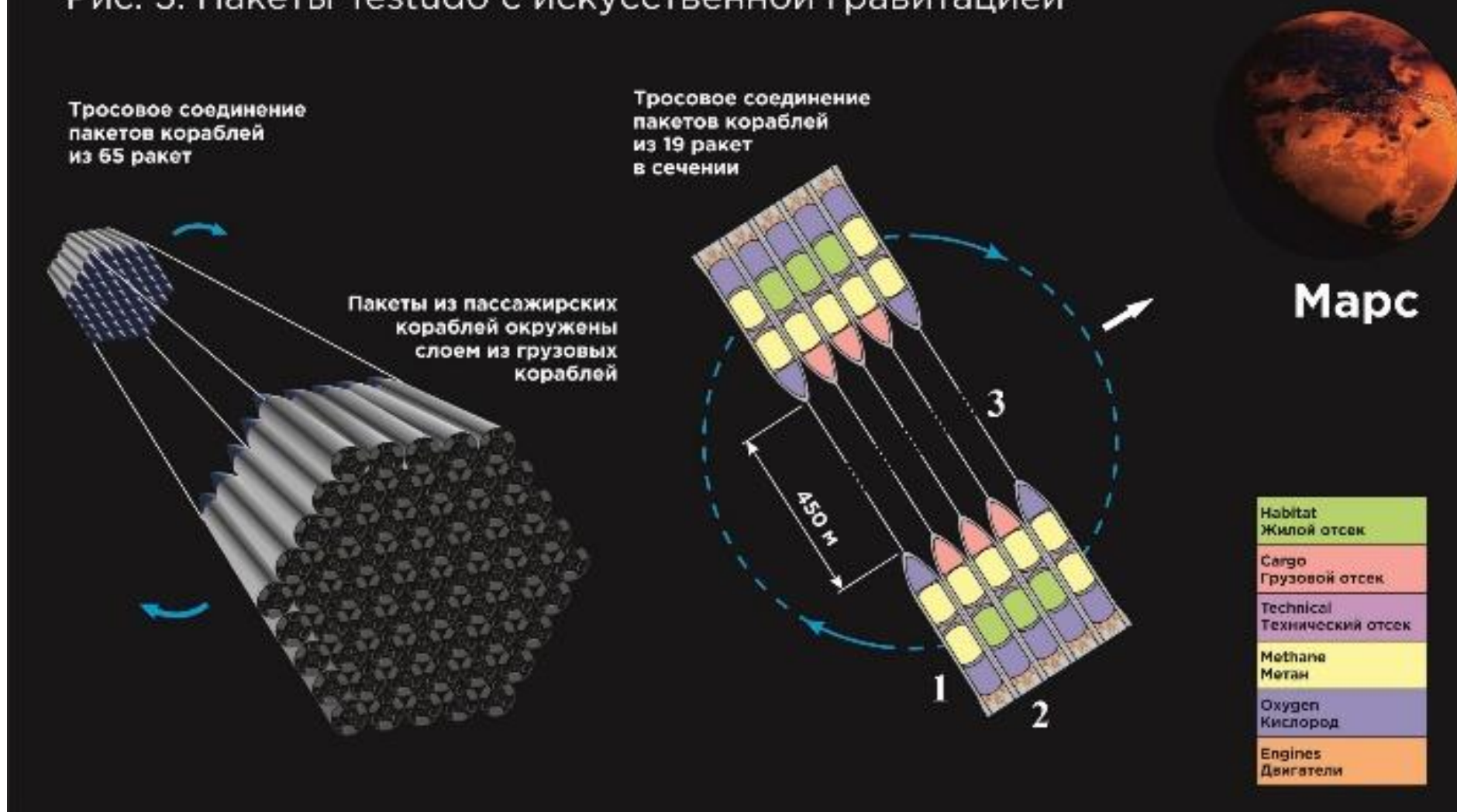


Рис. 3. Пакеты Testudo с искусственной гравитацией.

1 – грузовой корабль Starship.

2 – пассажирский корабль Starship.

3 – тросовое соединение пакетов кораблей



Марсианский челнок для перевозки с орбит на Марс до 900 человек.

Параметры марсианского челнока соответствуют параметрам суборбитального корабля для межконтинентальных перелетов на Земле.

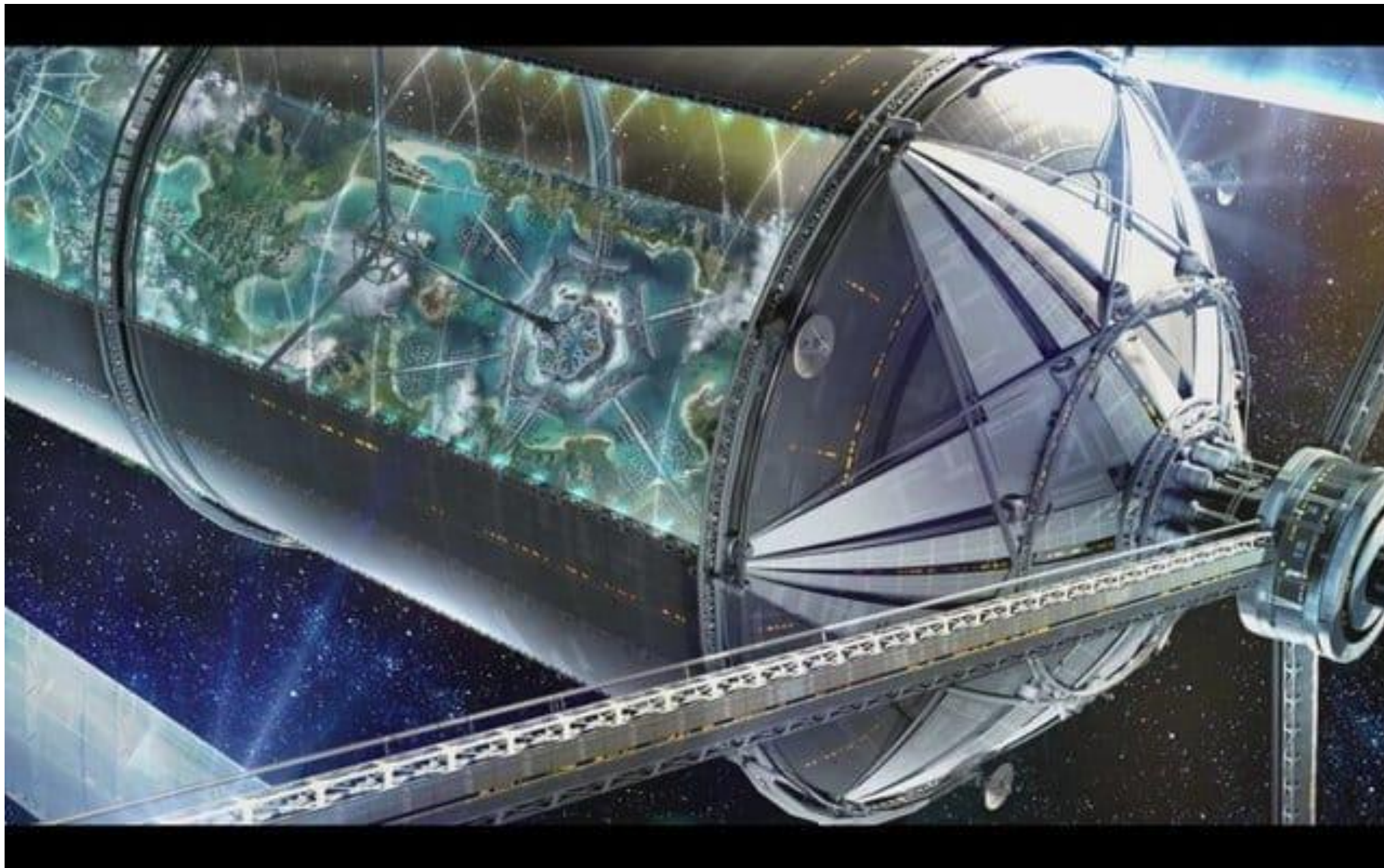
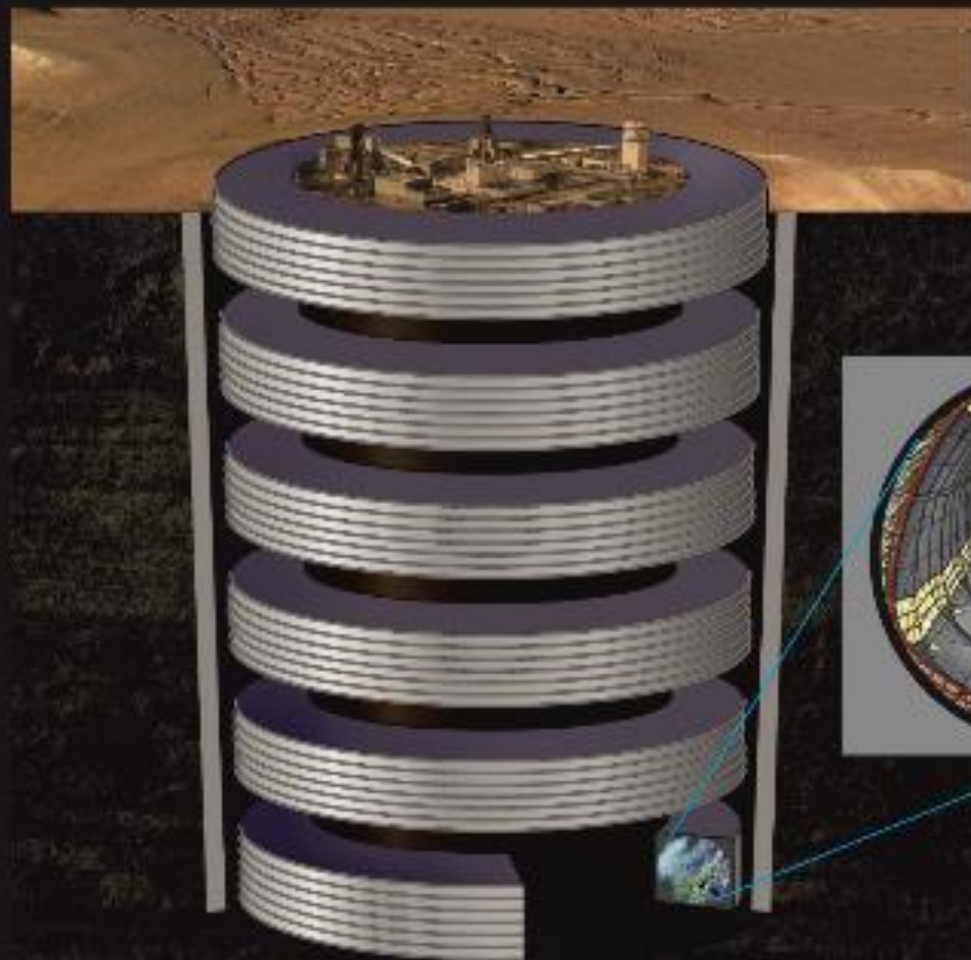


Рис. 4. Цилиндрический город с искусственной гравитацией

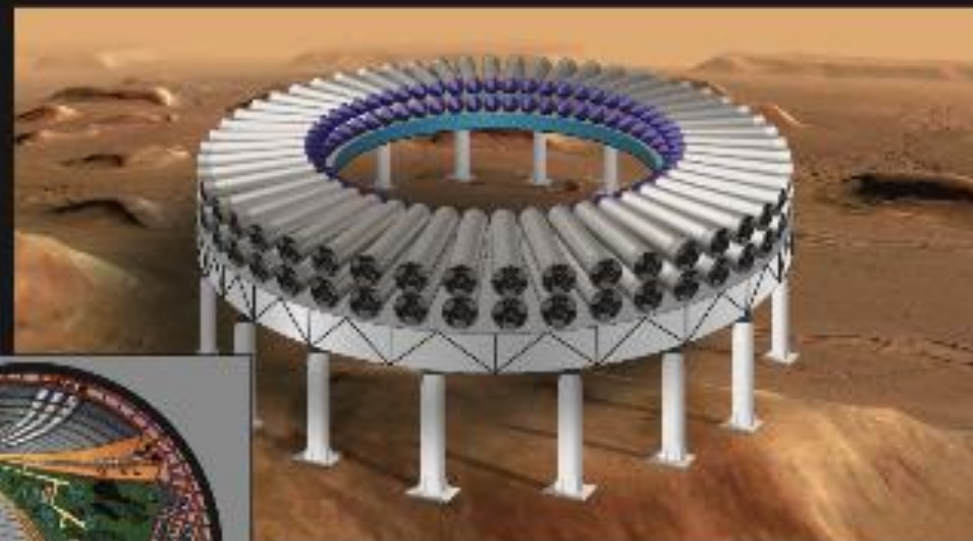


Рис. 5. Тороидальный город с искусственной гравитацией

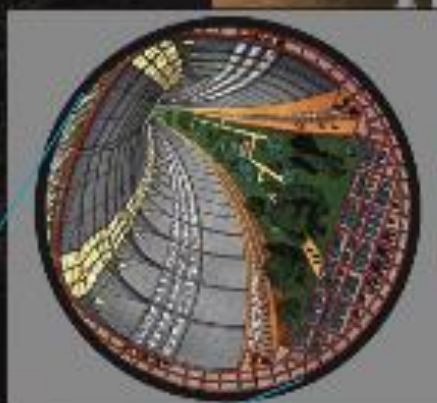
Многоуровневый «подземный» город
на 30 тыс. человек.



«Надземное» поселение (отель) из отслуживших
кораблей Starship для 10000 человек.



Диаметр отеля - 224 м
Количество модулей
из пассажирских кораблей
Starship - 52 шт

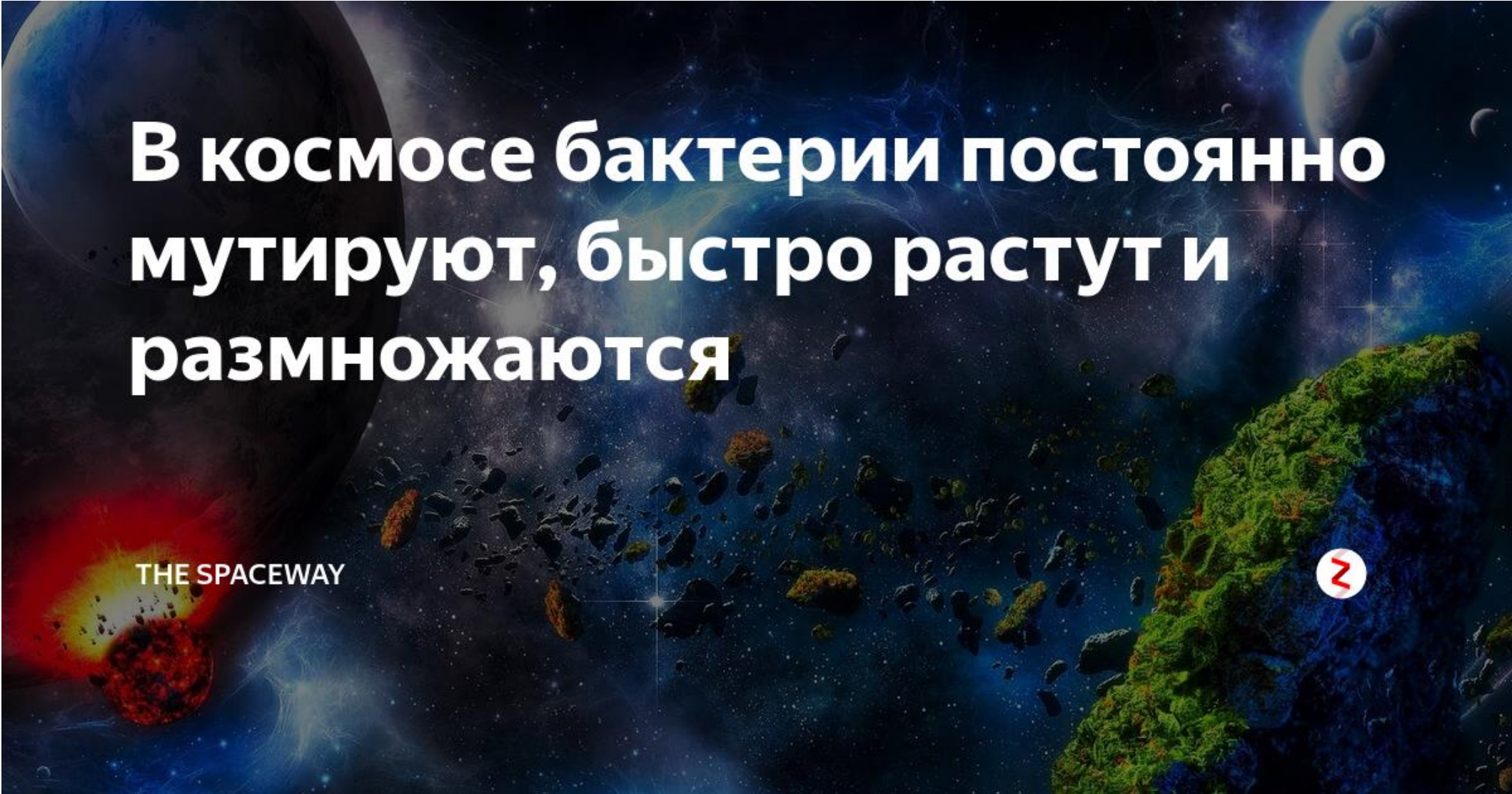


Диаметр тора - 1000 м
Толщина тора - 141 м
Ширина обитаемой зоны в каждом торе - 100 м
Количество колонистов на единичном уровне - 5 тыс. чел.
Количество уровней (этажей) - до 20
Площадь этажа (без учета зданий) - 314 тыс. м²
Техническая площадь этажа - до 1 млн. м²





Центрифуга с коротким радиусом



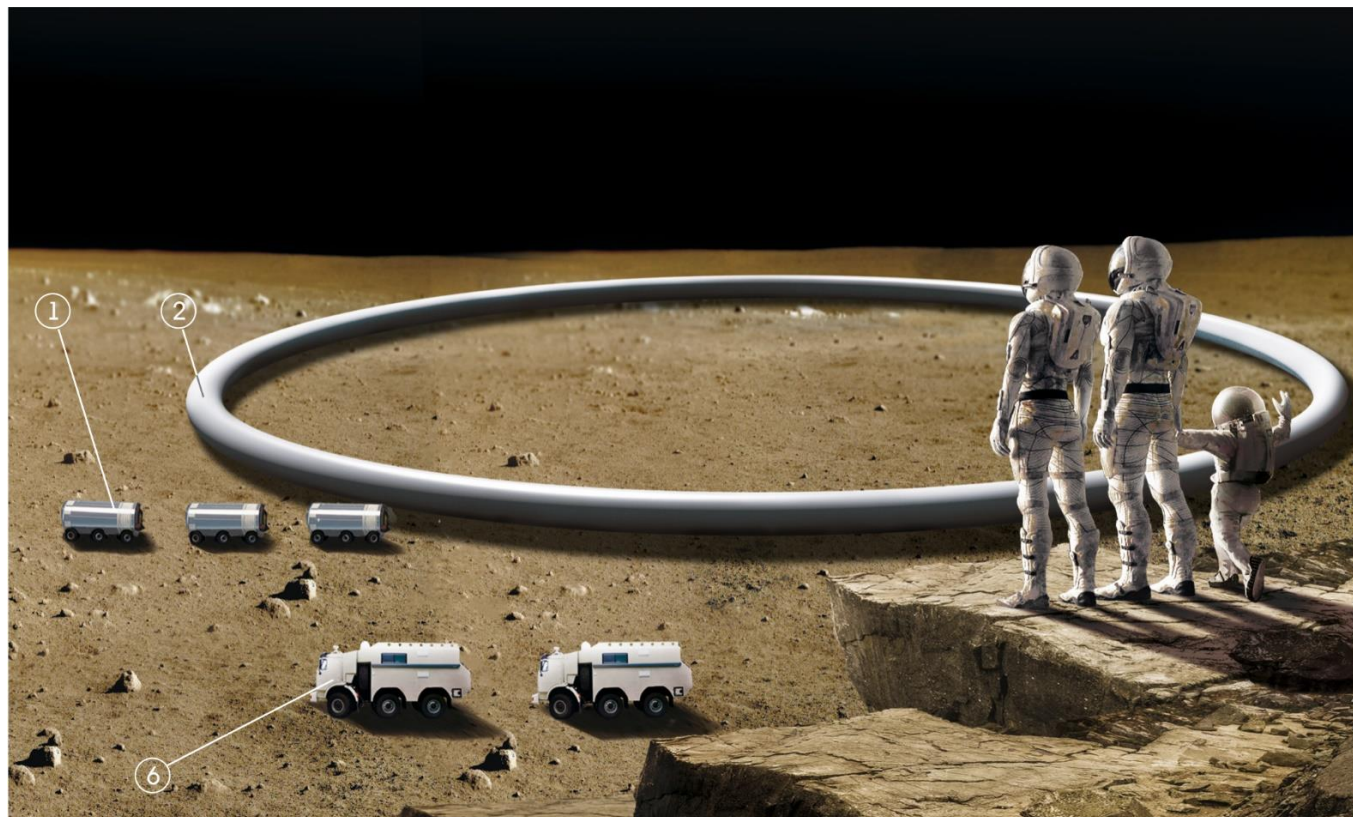
**В космосе бактерии постоянно
мутируют, быстро растут и
размножаются**

THE SPACEWAY



Гипогравитация – такой же мутагенный фактор, как и космическая радиация.





Выводы

1. Проект Testudo показывает возможность сокращения дозы облучения экипажа не только за счет сокращения времени перелета при использовании энергоемких субпараболических траекторий, но и за счет создания эффективной антирадиационной защиты при большом времени перелета по экономной траектории Гомана. Проект Testudo осуществим при соединении в пакет минимум 19 кораблей типа Starship.
2. Пакеты Testudo из отработанных кораблей Starship открывают возможность строительства межпланетных топливных депо и защищенных от радиации больших орбитальных станций с искусственной гравитацией возле колонизируемых планет.
3. Космические поселения на Луне, Марсе, Церере, Титане и других небесных телах могут быть защищены от гипогравитации, присущей типовым напланетным поселениям. Вращение жилых модулей поселения, создающих искусственную силу тяжести, возможно не только в космосе, но и на планетах при незначительных затратах по сравнению с орбитальными поселениями. Независимо от решения проблемы медикаментозной защиты населения от гипогравитации, поселения-центрифуги обеспечат космическую экспансию по всем малым телам Солнечной системы.
4. Медицинские обстоятельства настоятельно требуют отказа от типовых планов марсианской базы и поселений без искусственной гравитации.
5. Планы колоний, предусматривающие для создания искусственной гравитации использование центрифуг с коротким радиусом, также должны быть отклонены в пользу центрифуг с большим радиусом и большим жилым объемом, позволяющим экипажу функционировать без ограничений положения тела и подвижности.
6. Бактериальная опасность требует исключить или минимизировать в составе жилых помещений базы зоны, в которых отсутствует искусственная гравитация и потому могут происходить мутации микроорганизмов.

Литература

1. Майборода А.О. Долговременная лунная база с искусственной гравитацией и минимальной массой конструкции // Воздушно-космическая сфера. 2019. №3. С. 36 – 43. URL: [https://www.vesvks.ru/public/wysiwyg/files/VKS-3\(100\)-2019-web-36-43.pdf](https://www.vesvks.ru/public/wysiwyg/files/VKS-3(100)-2019-web-36-43.pdf)
2. Майборода А.О. Искусственная гравитация для постоянной лунной базы // Энергия: экономика, техника, экологии» 2020. №4. С.15-19.
URL: https://www.jiht.ru/science/temp/15-19%20%D0%9C%D0%B0%D0%B9%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0_compressed.pdf?fbclid=IwAR1dJnGJGjEO6kKjUfvNZIf_ITx8zqCkMd0fosequ5N9Fkzvhg-cIgmUeNI
3. Майборода А.О. Эффективные способы защиты от космических факторов в межпланетном корабле и внеземной колонии // Воздушно-космическая сфера. 2021. № 3. С. 32 – 41. URL: https://www.ashurbeyli.ru/public/flipboard/3vks2021/?fbclid=IwAR3E_J2eyF-1SHuGwmlEz8YuCs567sj-qIr9tTBPJ6H4CKJo9etWxxngHA8#page=34
4. Пол Ринкон. Долгое пребывание в космосе чревато атрофией сердца // BBC. 30 марта 2021. URL: <https://www.bbc.com/russian/features-56572052>
5. Екатерина Рощина. Центрифуга не спасла людей от когнитивных изменений в условиях микрогравитации // N+1. 19 марта 2021.
URL: https://nplus1.ru/news/2021/03/19/artificial-gravity-and-cognitive-effects?fbclid=IwAR30nSpe4l9bQTaiTq5onGhi4tJJ_3AtzPUgT2yUaqd8LaXjihzoJAqGves