Защо отборът трябва да работи в координация?

Всеки отбор разполага с 6 ключови инженерни роли. В истинското ракетостроене и космически полети нито един параметър не съществува сам за себе си — всеки избор влияе на останалите колеги от екипажа. Ако учениците въведат стойности без предварително обсъждане, мисията неизбежно ще се провали.

Длъжност в отбора	Параметър	Влияе директно върху
1. Екипажен тим	Брой на екипажа (crew_size)	Сухата маса на кораба и нужния кислород/храна/вода за цялата мисия
2. Тим Задвижване	Специфичен импулс (isp_s)	Общото гориво и броя изстрелвания на ракети-носители в LEO
3. Тим Конструкция	Суха маса (dry_payload_kg)	Осигуряването на обем за екипажа и общото тегло за ускоряване
4. Тим Поддържащи системи	Капацитет за консумативи (cargo_capacity_kg)	Оцеляването на екипажа (трябва да покрие нуждите за всички дни)
5. Тим Небесна механика	Дата на изстрелване (launch_date)	Трансферната орбита на Хоман и синхронизацията с планетите
6. Тим Мисиен план	Престой на Марс (surface_stay_days)	Обратния прозорец за връщане и радиационната безопасност (≤1000 дни)

Златните правила за успех на отбора:

1. Първо обсъдете стратегията: Изберете колко космонавти изпращате и колко дни ще останат на Марс.

2. Тим Поддържащи системи въвежда последен: Този тим трябва да изчака броя хора от Екипажен тим и дните от Мисиен план/Небесна механика.

3. Проверявайте таблото на живо: След всяко въвеждане влезте в таблото на отбора — зелените отметки показват изпълнените изисквания.

4. Всяка грешка може да се коригира: До изтичане на крайния срок можете да променяте стойностите колкото пъти е необходимо.

Екипажен тим

Отбор: _____ Ученик: _____ ПИН: _____

» Вход в сайта: https://spacetweak.exupery.net/

Параметър: Брой на екипажа (души)

Допустим диапазон: 1–8 души

Описание на длъжността: Колко астронавти летят? Повече хора = повече кислород, храна и вода, но и сигурност и работна сила на Марс.

» Какво точно трябва да направите:

ВРЪЗКА С УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ ЗА 8. КЛАС (Биология и физиология):

Дишане, хранене и енергиен баланс на човека; физиологични и психологически граници при продължителна изолация.

МИСИЯ ТЪРСЕНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ (Какво да потърсите в интернет/справочници):

1. Проучете реални космически екипажи: мисиите Apollo (3 души), корабите Crew Dragon и Orion (4 души), както и концепциите на НАСА и плана „Mars Direct“ на Робърт Зубрин за пилотиран полет до Марс (4 до 6 души).

2. Защо между 4 и 6 души: под 4 души няма дублиране на критичните професии (командир/пилот, бордови инженер, лекар/биолог, геолог/астроном). Ако един специалист пострада, цялата експедиция остава без защита.

3. Защо не повече от 6: всеки допълнителен човек изисква поне 7 000 кг суха маса за лична каюта, системи за рециклиране и скафандри, плюс над 2 100 кг храна, вода и кислород за 1 000 дни полет!

ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЕКИПНА ВЗАИМОВРЪЗКА (Кого засягате и с кого да се съгласувате):

• Тим Конструкция: Те НЕ могат да въведат масата на кораба без вашето число! Минимална суха маса = 15 000 кг + екипаж × 7 000 кг.

• Тим Поддържащи системи: Вашето число директно умножава нужния кислород, храна и вода.

• Тим Задвижване: Повече хора правят кораба по-тежък, което изисква много повече гориво по формулата на Циолковски.

» Формула и физични зависимости:

$$C = n_{crew} \times d_{total} \times 1.76 \text{ кг/ден} \times 1.20$$

$$m_{dry,min} = 15000 + n_{crew} \times 7000 \text{ кг}$$

C = нужна маса консумативи (кг); n_crew = брой на екипажа; d_total = общо дни на мисията; 1,76 кг/ден = 0,84 (O_2) + 0,62 (храна) + 0,30 (рециклирана вода); 1,20 = 20% марж за безопасност; m_dry,min = минимална суха маса на кораба.

» С кого от отбора трябва да се координирате и защо:

• Към Тим Конструкция (dry_payload_kg): Броят на астронавтите определя минималната суха маса на обитаемия модул: сухата маса трябва да е поне 15 000 + брой×7 000 кг (обем за живеене, скафандри, радиационно убежище).

• Към Тим Поддържащи системи (cargo_capacity_kg): Всеки астронавт консумира около 1.76 кг кислород, вода и суха храна на ден. По-голям екипаж изисква значително по-голям капацитет за провизии за над 1000 дни мисия.

• Към Тим Задвижване (isp_s): По-тежкият екипаж и повечето провизии изискват повече гориво и допълнителни изстрелвания на ракети за сглобяване на кораба в орбита.

» Какво казват източниците:

Исторически и планирани екипажи за дълбок космос: мисиите Apollo летят с 3 астронавта; капсулата Orion и SpaceX Dragon обикновено носят 4; архитектурата на НАСА и планът „Mars Direct“ на Робърт Зубрин задават екипаж от 4-6 специалисти за Марс (командир/пилот, бордови инженер, лекар/биолог, геолог). Под 4 души няма резерва за критичните роли; над 6 души

добавената суха маса (+7 000 кг/човек) и консумативи (+2 100 кг/човек за 1 000 дни) правят кораба непосилно тежък за извеждане в орбита.

» Пълни източници / допълнително четене:

- Уикипедия: «Пилотиран полет до Марс» - състав и роли на екипажа
- NASA Human Research Program - изследвания за размера на екипажа за дълбок космос
- Учебник по Биология и здравно образование за 8. клас - дихателна система и обмен на веществата

Тим Задвижване

Отбор: _____ Ученик: _____ ПИН: _____

» Вход в сайта: https://spacetweak.exupery.net/

Параметър: Специфичен импулс на двигателя (Isp) (секунди)

Допустим диапазон: 300–450 секунди

Описание на длъжността: Ефективност на ракетния двигател във вакуум. По-висок Isp = драстично по-малко нужно гориво (формула на Циолковски).

» Какво точно трябва да направите:

ВРЪЗКА С УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ ЗА 8. КЛАС (Физика - Реактивно движение):

Закон за запазване на импулса (m_гориво × v_газове = m_ракета × Δv) и земно ускорение g_0 = 9,80665 m/s². Специфичният импулс Isp измерва ефективната скорост на изтичане на газовете от соплото: v_газове = Isp × g_0.

МИСИЯ ТЪРСЕНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ (Какво да потърсите в интернет/справочници):

1. Потърсете реални ракетни двигатели във вакуум:

• Керосин/Кислород (напр. SpaceX Merlin 1D Vacuum): Isp ≈ 348 s.

• Метан/Кислород (напр. SpaceX Raptor 2/3 Vacuum): Isp ≈ 380 s.

• Водород/Кислород (напр. RS-25 на Space Shuttle/SLS, RL-10): Isp ≈ 450 s.

2. Защо числото е решаващо: В уравнението на Циолковски m_0 = m_крайна × e^(Δv / (Isp × g_0)) Isp стои в знаменателя на степенния показател! Сваляне на Isp от 380 на 330 s удвоява нужното гориво и ракетата става невъзможно тежка!

ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЕКИПНА ВЗАИМОВРЪЗКА (Кого засягате и с кого да се съгласувате):

• Тим Конструкция и Тим Поддържащи системи: Вземете от тях сухата маса и товара на консумативите (те образуват крайния полезен товар).

• Лимит на изстрелванията: Ако изберете нисък Isp или колегите ви са направили тежък кораб, нужните изстрелвания ще надхвърлят лимита от 8 ракети! Ако станат > 8, вие сте длъжни да изберете по-висок Isp или да заставите Конструкция и Екипаж да намалят масата.

» Формула и физични зависимости:

$$\Delta v = I_{sp} \times g_0 \times \ln(m_0 / m_f)$$

$$m_0 = m_f \times e^{\Delta v / (I_sp \cdot g_0)}$$

$$v_e = I_{sp} \times 9.80665 \text{ m/s}^2$$

$$N_{launches} = \lceil m_{LEO} / 150000 \rceil \leq 8$$

Δv = нужна промяна на скоростта; I_sp = специфичен импулс (s); g_0 = 9,80665 m/s²; m_0 = начална (с гориво) маса; m_f = крайна (празна) маса; v_e = скорост на изтичане на газовете; N_launches = брой изстрелвания по 150 тона, таван 8.

» С кого от отбора трябва да се координирате и защо:

• Към Тим Конструкция (dry_payload_kg): Поискайте крайната суха маса на кораба, за да изчислите необходимото гориво по формулата на Циолковски.

• Към Тим Поддържащи системи (cargo_capacity_kg): Поискайте масата на провизиите — тя е част от полезния товар, който двигателят трябва да ускори до 10.3 km/s.

• Към Целия отбор: Проверете дали общата маса на заредения кораб в околоземна орбита надхвърля лимита от 8 изстрелвания на ракети-носители.

» Какво казват източниците:

Специфичен импулс (Isp) на реални ракетни двигатели във вакуум: двигатели с керосин/кислород като SpaceX Merlin 1D Vacuum достигат около 348 s; с метан/кислород като SpaceX Raptor 2/3 Vacuum - около 380 s; с водород/кислород като RS-25 (Space Shuttle/SLS) или RL-10 - около 450 s,

най-високият Isp сред действащите химични ракетни двигатели. Тъй като Isp стои в знаменателя на степенния показател в уравнението на Циолковски, спад от 380 на 330 s повече от удвоява нужното гориво за същото Δv.

» Пълни източници / допълнително четене:

- Уикипедия: «Специфичен импулс» - сравнителна таблица за ракетни горива
- Уикипедия: «Формула на Циолковски» - извеждане от закона за запазване на импулса
- Учебник по Физика и астрономия за 8. клас - раздел «Реактивно движение»

Тим Конструкция

Отбор: _____ Ученик: _____ ПИН: _____

» Вход в сайта: https://spacetweak.exupery.net/

Параметър: Суха маса на завръщащия се кораб (кг)

Допустим диапазон: 15000–150000 кг

Описание на длъжността: Маса на кораба без гориво: херметичен корпус, скафандри, противорадиационно убежище, компютри и топлинен щит.

» Какво точно трябва да направите:

ВРЪЗКА С УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ ЗА 8. КЛАС (Физика и технологии):

Маса, плътност, якост на материалите и ускорение. Всеки килограм суха маса изисква десетки килограми гориво за ускоряване.

МИСИЯ ТЪРСЕНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ (Какво да потърсите в интернет/справочници):

1. Потърсете в Уикипедия сухата маса (dry mass) на истински космически кораби: Orion на НАСА (~25 000 кг с капсула и модул), кораба Apollo (~12 000 кг), SpaceX Starship (~100 000–120 000 кг суха маса).

2. Инженерно правило на НАСА за обитаемост: базовата конструкция на междупланетен кораб тежи поне 15 000 кг, плюс минимум 7 000 кг на всеки астронавт (кабина за сън, тръбопроводи за ECLSS, скафандри за открит космос, фитнес уреди срещу мускулна атрофия и радиационен щит).

ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЕКИПНА ВЗАИМОВРЪЗКА (Кого засягате и с кого да се съгласувате):

• Екипажен тим: Първо попитайте тях за броя астронавти! Вашата суха маса задължително трябва да е: 15 000 + екипаж × 7 000 кг. За 4 души минимумът е 43 000 кг; за 6 души е 57 000 кг. Ако въведете по-малко, проверката за обитаемост се проваля!

• Тим Задвижване: Вашата маса се ускорява от техния двигател във всичките 6 фази. Ако преоразмерите кораба, горивото ще надхвърли лимита от 8 ракети! Трябва да балансирате: достатъчно голям за екипажа, но възможно най-лек за ракетата.

» Формула и физични зависимости:

$$m_{dry,min} = 15000 + n_{crew} \times 7000 \text{ кг}$$

$$m_0 = (m_f + m_{fuel,next}) \times e^{\Delta v / (I_sp \cdot g_0)}$$

m_dry,min = минимална суха маса на кораба; n_crew = брой на екипажа; m_0 = маса преди това изгаряне; m_f = маса на кораба след изгарянето; m_fuel,next = гориво за следващия етап; Δv, I_sp, g_0 както в уравнението на Циолковски по-горе.

» С кого от отбора трябва да се координирате и защо:

• Към Екипажен тим (crew_size): Задължително разберете точния брой астронавти, за да осигурите достатъчен обем и маса: M_dry ≥ 15 000 + crew × 7 000 кг.

• Към Тим Задвижване (isp_s): Ако корабът е прекалено тежък (напр. над 55 000 кг), ще са нужни твърде много гориво и ракети за извеждане в космоса.

» Какво казват източниците:

Суха маса на реални космически кораби: капсулата Orion на НАСА заедно с европейския сервизен модул тежат общо около 25 000 кг; командно-сервизният модул на Apollo е бил около 11 900 кг суха маса; SpaceX Starship е в диапазона 100 000-120 000 кг суха маса. Правилото на НАСА за обитаемост на междупланетен кораб тръгва от базов корпус от 15 000 кг плюс около 7 000 кг на всеки член на екипажа за кабини, тръбопроводи на ECLSS, скафандри, фитнес уреди и радиационна защита.

» Пълни източници / допълнително четене:

- Уикипедия: «Орион (космически кораб)» - суха маса и модули
- Уикипедия: «SpaceX Starship» - технически данни за кораба

- Учебник по Физика за 8. клас - маса, сили и инертност на телата

Тим Мисиен план

Отбор: _____ Ученик: _____ ПИН: _____

» Вход в сайта: https://spacetweak.exupery.net/

Параметър: Престой на повърхността на Марс (дни)

Допустим диапазон: 30–900 дни

Описание на длъжността: Колко дни остава екипажът на Марс, преди орбиталната геометрия да позволи обратен полет към Земята.

» Какво точно трябва да направите:

ВРЪЗКА С УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ ЗА 8. КЛАС (Астрономия - Движение на планетите):

Скорост на обикаляне по орбити и закони на Кеплер. Не може да тръгнете обратно когато си поискате — Земята обикаля по-бързо от Марс и трябва да изчакате планетите отново да заемат точната взаимна геометрия, за да може елипсата на Хоман да пресрещне Земята!

МИСИЯ ТЪРСЕНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ (Какво да потърсите в интернет/справочници):

1. Потърсете в Уикипедия „Conjunction class“ и „Opposition class“ мисии до Марс:

• Дълъг престой (съединителен профил): изчаквате на Марс, докато Земята застане така, че енергийно изгодният обратен Хоманов полет (~259 дни) да я пресрещне. Пресметнете чакането: W = 2 × T_син × (1 − T_полет / T_Земя) = 2 × 780 × (1 − 259/365,25) ≈ 454 дни.

• Кратък престой (опозиционен профил): 30 до 60 дни на Марс, но обратният път минава навътре от орбитата на Венера и изисква много повече гориво. Нашата мисия лети САМО по Хоманови орбити, затова кратък престой тук не става!

2. Числа като 150 или 300 дни са ФИЗИЧЕСКИ НЕВЪЗМОЖНИ: Земята е от другата страна на Слънцето и корабът няма гориво да я настигне!

ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЕКИПНА ВЗАИМОВРЪЗКА (Кого засягате и с кого да се съгласувате):

• Тим Небесна механика: Консултирайте се с тях! Те изчисляват T_синодичен (~780 дни) и T_полет (~259 дни). Престоят ви трябва да съвпада с прозореца.

• Тим Поддържащи системи: Всеки ден престой умножава нужните запаси (екипаж × престой × 1,76 кг/ден × 1,2).

• Радиационна безопасност: космическата радиация се натрупва всеки ден (БАН дозиметър Люлин-МО). Общите дни (2×259 + престой) НЕ бива да надвишават 1 000 дни (~1 Sv). Значи престоят може да е най-много 1 000 − 518 = 482 дни - изберете го близо до оптимума от 454 дни!

» Формула и физични зависимости:

$D_{total} = 2 \times T_{flight} + D_{stay}$, $T_{flight} \approx 259$ дни

$W = 2 \times T_{syn} \times (1 - T_{flight} / T_{Earth}) \approx 454$ дни

$450 \le D_{stay} \le 560$

$D_{total} \le 1000 \Rightarrow D_{stay} \le 482$

D_total = обща продължителност на мисията (дни); T_flight ≈ 259 дни (еднопосочен Хоманов полет); D_stay = дни на повърхността на Марс; W = оптималното (най-евтино енергийно) чакане на Марс; T_syn ≈ 780 дни; T_Earth = 365,25 дни; границата от 1000 дни идва от лимита за радиационна доза (~1 Sv).

» С кого от отбора трябва да се координирате и защо:

• Към Тим Небесна механика (launch_date): Изберете престой според обратния Хоманов прозорец: 450–560 дни, оптимум ≈ 454 дни. Кратък (опозиционен) престой не е възможен с Хоманови орбити.

• Към Тим Поддържащи системи (cargo_capacity_kg): Предайте точния брой дни престой, за да изчислят запасите от кислород, храна и вода.

• Към Екипажен тим (crew_size): Уверете се, че общата мисия (518 дни полет + престой) не надхвърля безопасния радиационен лимит от 1000 дни (дозиметър „Люлин-МО“) - т.е. престой най-много 482 дни.

» Какво казват източниците:

Мисиите от съединителен тип (единственият вид, позволен в тази симулация) изчакват на Марс, докато Земята отново застане в позиция за енергийно изгоден обратен Хоманов полет - около 454 дни след пристигането; реалният прозорец за връщане е приблизително 450-560 дни. Мисиите от опозиционен тип остават само 30-60 дни, но на връщане минават покрай орбитата на Венера и се нуждаят от много повече гориво, отколкото позволява чисто Хоманов полет. Общото време на екипажа в дълбок космос и на Марс също трябва да остане под около 1 000 дни - прага, на който натрупаната космическа радиация (измервана на реални мисии с уреди като българския дозиметър „Люлин-МО“) наближава лимита от около 1 Sv за цяла кариера.

» Пълни източници / допълнително четене:

- Уикипедия: «Пилотиран полет до Марс» - раздел за профили на полета (Conjunction / Opposition)
- Институт за космически изследвания към БАН - радиационен комплекс «Люлин-МО» на сондата ExoMars около Марс
- Учебник по Астрономия за 8. клас - видими и истински движения на планетите, опозиция и съединение

Тим Небесна механика

Отбор: _____ Ученик: _____ ПИН: _____

» Вход в сайта: https://spacetweak.exupery.net/

Параметър: Дата на изстрелване

Описание на длъжността: Датата на излитане от околоземна орбита. Трябва да съответства на синодичния цикъл на подреждане (~780 дни).

» Какво точно трябва да направите:

ВРЪЗКА С УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ ЗА 8. КЛАС (Астрономия - III закон на Кеплер):

Трети закон на Кеплер ($T^2 = a^3$) и формула за синодичен период 1/T_син = |1/T_земя - 1/T_марс|. Представете си двама бегачи: Земята (вътрешна писта, 365,25 дни) и Марс (външна писта, 686,98 дни). Земята застига и подминава Марс на всеки ~780 дни (26 месеца). Точно тогава полуелипсата на Хоман изисква най-малко гориво!

МИСИЯ ТЪРСЕНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ (Какво да потърсите в интернет/справочници):

1. Намерете орбиталните радиуси: r_земя = 1,000 AU, r_марс ≈ 1,524 AU.

2. Голяма полуос на трансферната елипса: a = (1,000 + 1,524) / 2 = 1,262 AU.

3. Период на елипсата: T_елипс = a^1,5 = 1,262^1,5 ≈ 1,417 земни години.

4. Полетно време в една посока (половин елипса): T_полет = 0,5 × 1,417 × 365,25 ≈ 259 дни (~8,5 месеца).

5. Реална отправна дата: роувърът Perseverance на НАСА излетя на 30 юли 2020 г. Прибавяйте кратни на 780 дни (30.07.2020 + n × 780 дни), за да намерите следващите прозорци (напр. септ.-окт. 2024, ноем.-дек. 2026, януари 2029)!

ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЕКИПНА ВЗАИМОВРЪЗКА (Кого засягате и с кого да се съгласувате):

• Тим Мисиен план: Предайте им вашето полетно време (259 дни) и синодичен цикъл (780 дни). Техният престой зависи от това!

• Тим Поддържащи системи и Здраве: Полетът в двете посоки е 2 × 259 = 518 дни в дълбок космос! Те трябва да заложат запаси и защита.

» Формула и физични зависимости:

$$1 / T_{syn} = | 1 / T_{Earth} - 1 / T_{Mars} | \Rightarrow T_{syn} \approx 780 \text{ дни}$$

$$a = (r_{Earth} + r_{Mars}) / 2 = 1.262 \text{ AU}$$

$$T_{flight} = 0.5 \times a^{1.5} \times 365.25 \approx 259 \text{ дни}$$

$$| \text{дата} - (2020\text{-}07\text{-}30 + n \times 780 \text{ дни}) | \leq 60 \text{ дни}$$

T_syn = синодичен период (Земята застига Марс на всеки ≈780 дни); T_Earth = 365,25 дни; T_Mars = 686,98 дни; a = голяма полуос на трансферната елипса; r_Earth = 1,000 AU, r_Mars = 1,524 AU; T_flight = еднопосочно полетно време; n = произволно цяло число (номер на прозореца след отправната дата 30.07.2020).

» С кого от отбора трябва да се координирате и защо:

• Към Тим Мисиен план (surface_stay_days): Датата на старт определя момента на пристигане на Марс (след 259 дни) и синхронизацията с обратния прозорец за Земята.

• Към Тим Поддържащи системи (cargo_capacity_kg): Предайте общата продължителност на полетите (518 дни полет отиване и връщане).

» Какво казват източниците:

Земята обикаля около Слънцето на 1,000 AU, Марс - на средно 1,524 AU; полученият синодичен период (колко често Земята „застига“ Марс) е около 780 дни (26 месеца). Трансферната елипса на Хоман между тях има голяма полуос (1,000+1,524)/2 = 1,262 AU и еднопосочно полетно време от около 259 дни. Роувърът Perseverance на НАСА е използвал точно такъв прозорец, с изстрелване на 30 юли 2020 г.; следващите прозорци се падат около 2022-08, 2024-10, 2026-12 и 2029-01 (всеки на около 780 дни от предишния).

» Пълни източници / допълнително четене:

- Уикипедия: «Хоманова траектория» - принципи на междупланетен полет
- Уикипедия: «Пърсивиърънс (роувър)» - реална дата на старт (30 юли 2020 г.)
- Учебник по Астрономия за 8. клас - «Закони на Кеплер за движението на планетите»

Тим Поддържащи системи

Отбор: _____ Ученик: _____ ПИН: _____

» Вход в сайта: https://spacetweak.exupery.net/

Параметър: Капацитет за консумативи (кислород+храна+вода) (кг)

Допустим диапазон: 1000–60000 кг

Описание на длъжността: Маса на консумативите: кислородни бутилки, лиофилизирана храна и вода за ECLSS система с +20% резервен марж.

» Какво точно трябва да направите:

ВРЪЗКА С УЧЕБНИЯ МАТЕРИАЛ ЗА 8. КЛАС (Химия и биология - Дишане и метаболизъм):

Клетъчно дишане (поглъщане на O_2 и отделяне на CO_2), воден баланс и хранене. Български космически принос: Космическата оранжерия „Свет“ (създадена от БАН и работила на станция „Мир“) е първата в света, в която са отгледани висши растения от семе до семе в условия на микрогравитация!

МИСИЯ ТЪРСЕНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ (Какво да потърсите в интернет/справочници):

1. Потърсете за системата ECLSS на МКС и нормите на НАСА (BVAD) за разход на човек на ден:

• Кислород (O_2): 0,84 кг/човек/ден.

• Лиофилизирана храна: 0,62 кг/човек/ден.

• Питейна вода (с 90%+ регенерация през ECLSS): 0,30 кг/човек/ден (без регенерация са нужни над 2,5–3 кг/ден!).

• Общо = 1,76 кг/човек на ден.

2. Инженерен резерв за безопасност: +20% марж (× 1,20) за непредвидени закъснения или повреда на филтри.

ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ЕКИПНА ВЗАИМОВРЪЗКА (Кого засягате и с кого да се съгласувате):

• ЗАДЪЛЖИТЕЛНО СЕ ДОПИТАЙТЕ ДО ТРИМА КОЛЕГИ:

1. Екипажен тим -> Брой хора в екипажа.

2. Тим Небесна механика -> Дни за полет (2 × 259 = 518 дни отиване и връщане).

3. Тим Мисиен план -> Дни престой на Марс.

• Пресметнете: Нужни кг = Екипаж × (518 + престой) × 1,76 × 1,20.

• Тим Задвижване и Конструкция: Вашият капацитет се товари в ракетата! Ако въведете прекалено голямо число, ракетата ще надхвърли лимита от 8 изстрелвания! Въведете число, което покрива минимума с разумен толеранс.

» Формула и физични зависимости:

$$D_{total} = 2(259) + D_{stay}$$
$$C = n_{crew} \times D_{total} \times 1.76 \times 1.20$$
$$m_{cargo} \geq C$$

D_total = общо дни на мисията; D_stay = дни на повърхността на Марс (от Тим Мисиен план); C = нужна маса консумативи (кг); m_cargo = капацитетът, който въвеждате тук — трябва да покрива C.

» С кого от отбора трябва да се координирате и защо:

• Към Екипажен тим (crew_size): Вземете точния брой хора (N) на борда.

• Към Тим Небесна механика (launch_date): Вземете общото време за полет (2 × 259 = 518 дни).

• Към Тим Мисиен план (surface_stay_days): Вземете планирания брой дни престой на Марс (S).

• Към Важно за изчислението: Нужни консумативи = N × (518 + S) × 1.76 кг × 1.20 (+20% резерв). Вашият капацитет ТРЯБВА ДА Е ПО-ГОЛЯМ ИЛИ РАВЕН на това число!

» Какво казват източниците:

Документът BVAD (Baseline Values and Assumptions Document) на HACA дава дневен разход на астронавт от около 0,84 кг кислород, 0,62 кг лиофилизирана храна и 0,30 кг вода (при 90%+ регенерация на водата през ECLSS - без регенерация би било близо 3 кг/ден), общо около 1,76 кг/човек/ден; инженерната практика добавя 20% резервен марж отгоре. Българската космическа оранжерия „Свет“, създадена от БАН и летяла на станция „Мир“, е първата в света, в която са отгледани висши растения от семе до семе в условия на микрогравитация - част от изследванията зад затворените системи за поддържане на живота.

» Пълни източници / допълнително четене:

- Уикипедия: «Космическа оранжерия Свет» - български научен експеримент на станция Мир
- Уикипедия: «Животоподдържаща система» (ECLSS) на МКС
- Учебник по Химия за 8. клас - Кислород, химични реакции при дишане и окисление