

POSTSOLAR

ТЯЖЁЛЫЙ HEV-КОСТЮМ

Полная сводная инженерно-игровая спецификация

Статус документа

Финальный свод всех закреплённых решений по базовому HEV. Значения, ранее рассчитанные через 4,8 кВт·ч/л топлива, отменены. Во всём документе действует единый коэффициент 6,24 кВт·ч электричества на 1 л топлива.

Версия 1.0 • 17 июля 2026
Проектный канон мира PostSolar

Содержание

- 1. Назначение, происхождение и статус технологии
- 2. Финальный паспорт и ключевые цифры
- 3. Компоновка, геометрия и оператор
- 4. Управление, суставы и движение
- 5. Физические возможности и боевая защищённость
- 6. Единственный технологический прорыв
- 7. Бронева и тепловая оболочка
- 8. Тепловой ресурс и условия эксплуатации
- 9. Интегрированная система охлаждения
- 10. Профиль температуры по глубине
- 11. Таблица восстановления теплового запаса
- 12. Таблица времени и ресурсов охлаждения
- 13. Электросистема, аккумулятор и генератор
- 14. Энергопотребление режимов
- 15. Зарядка, топливо и стандартные сутки
- 16. Атмосфера, кислород и дыхательный контур
- 17. Вода, питание и санитарная система
- 18. Аварийное движение, повреждения и мастерские решения
- 19. Финальная масса и состав систем
- 20. Логистика, грузы и эксплуатационный цикл
- 21. Ограничения и границы канона
- Приложение А. Расчётные определения и формулы
- Приложение В. Техническая база и источники идей

Что считается окончательным

Этот документ не является стенограммой обсуждения. Он сохраняет все финальные решения, цифры, ограничения и объяснения, но исключает отвергнутые промежуточные варианты.

1. Назначение, происхождение и статус технологии

HEV - тяжёлый герметичный человекоуправляемый костюм Старого мира для длительной работы на поверхности PostSolar. Он предназначен прежде всего для выживания, инженерных операций, эвакуации, работы с тяжёлыми объектами и боя в ближней зоне. Это не автономный робот, не транспортная кабина и не супергеройская броня.

- Производился Старым миром массово: существовали сотни миллионов единиц и множество поколений, исполнений и специальных вариантов.
- Современные общества PostSolar не способны воспроизводить HEV полностью. Они ремонтируют сохранившиеся машины, меняют модули и разбирают неисправные экземпляры на детали.
- Костюм ценен и редок на уровне конкретного поселения, но не уникален на уровне мира.
- Базовый HEV рассчитан на поверхность с температурой около 1200°C и на работу в атмосфере примерно 1 атм.
- Конструкция модульная, однако базовая оболочка сама является бронёй и несущим корпусом. Отдельного внешнего бронекожуха поверх неё нет.

2. Финальный паспорт и ключевые цифры

Параметр	Финальное значение
Высота	3,20 м; рабочий диапазон 3,15-3,25 м
Габариты без рюкзака	примерно 3,20 × 1,73 × 0,93 м
Ширина при опущенных руках	1,70-1,75 м
Плечи	1,28-1,35 м
Средняя толщина оболочки	около 60 мм
Площадь внешней оболочки	около 7,0 м² ± 0,3 м²
Базовая масса	672 кг
Масса с оператором 80-90 кг	752-762 кг
Масса с оператором и грузом 500 кг	1,252-1,262 т

Параметр	Финальное значение
Спокойный подъём груза	около 500 кг рядом с корпусом
Максимальный устойчивый бег	около 20 км/ч, с медленным разгоном и торможением
Тепловой ресурс при 1200°C	14 часов
Аккумулятор	46,8 кВт·ч; 94 кг
Обычная ходьба 4 км/ч	15 часов от полного аккумулятора
Генератор	10 кВт непрерывно; до 12 кВт кратковременно
Единый топливный коэффициент	1 л = 6,24 кВт·ч электричества
Стандартные сутки	8,6 л топлива и 6 л внешней воды; игровое округление 9 л + 6 л
Питьевая вода внутри	3 л
Давление и климат капсулы	1 атм, комнатная температура, комфортная влажность

3. Компоновка, геометрия и оператор

Оператор находится в компактной подвешенной капсуле, связанной с торсом, тазом и шлемом. Он стоит или находится в лёгком полуприседе. Его суставы не совпадают с суставами костюма, поэтому HEV не повторяет человеческую анатомию напрямую.

- Голова оператора находится внутри отдельного шлемного объёма, частично утопленного между плечами.
- Руки находятся на контроллерах и тактильных регуляторах; ноги стоят на силовых платформах.
- Крупного пустого помещения внутри торса нет: свободный объём минимизирован ради массы, тепловой защиты и прочности.
- Система считывает небольшие движения тела, давление стоп и рук, направление усилия и намерение оператора.
- Автоматика самостоятельно удерживает равновесие, выбирает постановку стоп, компенсирует инерцию и синхронизирует суставы.
- Внешняя геометрия округлая и сравнительно гладкая: это снижает локальный тепловой поток, количество уязвимых выступов и вероятность зацепов.
- Рюкзак или грузовой модуль добавляет примерно 0,25-0,45 м к глубине костюма и не входит в базовые габариты.

4. Управление, суставы и движение

4.1. Суставная схема

Узел	Кинематика
Плечо	3 степени свободы
Поворот плечевой части руки	1
Локоть	1
Запястье	2 наклона + непрерывное вращение на 360°
Тазобедренный сустав	3
Колено	1; управляемое переразгибание 5-10° и жёсткий ограничитель
Голеностоп	2

4.2. Приводы и фиксация

- Крупные суставы используют электрогидростатические приводы.
- Малые и быстрые механизмы используют электромеханические и пьезоэлектрические элементы.
- Магнитореологические замки удерживают нагрузку почти без расхода энергии.

- Запястье использует кольцевой подшипник, скользящие токосъёмники и вращающиеся жидкостные соединения, поэтому может непрерывно вращаться.

4.3. Характер движения

- Обычная ходьба устойчива и экономична.
- Бег мощный, но HEV медленно разгоняется и тормозит из-за массы и инерции.
- Максимальная устойчивая скорость около 20 км/ч предназначена для кратковременного высоконагруженного движения, а не для многочасового марша.
- При отключении электроэнергии сохраняется аварийное механическое движение: перенос веса, ручная/ножная подкачка гидравлики, пружины, противовесы и муфты. Бег, тяжёлая работа и полноценный бой в этом режиме невозможны.

5. Физические возможности и боевая защищённость

5.1. Сила и импульс

- Спокойный подъём около 500 кг рядом с телом.
- Подъём 500 кг на 1 м требует минимум 4,9 кДж механической работы.
- Спокойный подъём за 3 секунды: около 3-4 кВт средней электрической мощности и 12-15 кВт пика.
- Подъём тяжести с пола всем телом: примерно 5-7 кВт в среднем и 20-25 кВт пиково.
- Удержание груза на фиксаторах требует лишь сотен ватт или почти не расходует энергию.
- Оценка сильного удара: движущаяся масса руки около 80 кг, скорость ударной части около 10 м/с, кинетическая энергия порядка 4 кДж; разгон требует десятков киловатт и кратких пиков 60-80 кВт.
- В ближнем бою HEV способен ломать грудную клетку, разрывать и раздавливать человека и физически доминирует над обычной пехотой.

5.2. Баллистическая стойкость

- Пистолеты, пистолеты-пулемёты и картечь не пробивают исправную основную оболочку.
- Автоматные патроны могут наносить ограниченные локальные повреждения, особенно суставам, оптике, уплотнениям и уже повреждённым зонам.
- Полноразмерные винтовочные и снайперские боеприпасы представляют серьёзную опасность.
- Защита не абсолютна: попадания могут повреждать внешние слои, датчики, сочленения, радиаторы, кислородные модули и навесное оборудование без немедленного пробития капсулы.

6. Единственный технологический прорыв

Каноническая формулировка

Цельноизготовленная несущая вакуумно-керамическая монокок-оболочка.

Единственное крупное допущение сверх современной промышленности - массовое выращивание и совместное спекание многофункционального герметичного УНТС-СМС монокока. В одном градиентном изделии объединены горячая кожа, броня, несущая структура, независимые вакуумные микрокамеры, отражающие мембраны, холодная герметичная оболочка, каналы и крепления.

- Миллионы независимых герметичных микрокамер: прокол повреждает локальную область, а не уничтожает весь вакуум.
- Минимум тепловых мостов, болтов, тяжёлых рам и отдельных корпусов.
- Оболочка выдерживает удар, изгиб, тепловые циклы и локальные повреждения.
- Сложные криволинейные детали формируются сразу в окончательной геометрии.
- Другие системы - аккумулятор, генератор, привод, кислородный насос - не требуют второго открытия сопоставимого масштаба; это дорогая и очень развитая инженерия на основе известных физических принципов.

7. Броневая и тепловая оболочка

7.1. Функциональные уровни

№	Функция	Материал и толщина
1	Градиентное защитное покрытие EBC	HfO ₂ -HfSiO ₄ + силикат иттербия; 0,3-0,8 мм, расчётно 0,4 мм
2	Горячий ударно-несущий слой	3D SiC/SiC CMC; 2,5-4 мм, расчётно 3 мм
3	Локальная сверхвысокотемпературная броня	HfB ₂ -SiC / ZrB ₂ -SiC; 1-3 мм на ладонях, подошвах, передних голених, шлеме, кромках и креплениях
4	Градиентный тепловой разрыв	Пористый SiC-SiBC; 1-4 мм, расчётно 3 мм
5	Вакуумные микрокамеры	30-50 мм, расчётно около 42 мм
6	Отражающие керамические мембраны	Встроены в вакуумный объём, уменьшают лучистый перенос
7	Резервная изоляция	Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ /YSZ-аэрогель; эквивалент 10-20 мм, расчётно 12 мм
8	Холодная силовая и баллистическая оболочка	Углепластик + арамид/UHMWPE; 3-6 мм, расчётно 5 мм
9	Холодные водяные каналы и внутренний лайнер	Зона 4-8 мм; примерно 2 мм эквивалентной сплошной массы

7.2. Принципы защиты

- Основная горячая кожа - SiC/SiC с EBC; УНТС используется локально, где действительно нужны экстремальная температура и износостойкость.
- Вакуум является основной теплоизоляцией, аэрогель - резервом после локальной потери вакуума.
- Отдельной тяжёлой рамы нет: силовую работу совместно выполняют горячий слой, холодная оболочка и решётка внутри вакуумного объёма.
- Средняя физическая толщина около 60 мм; конечности 52-58 мм, торс и таз 62-68 мм, шлем 65-75 мм.
- Подошвы 85-100 мм, ладони и пальцы 65-80 мм, передние голени 70-80 мм, оптические блоки 75-90 мм.
- Суставные лабиринты имеют эффективную глубину 100-140 мм.

7.3. Защита суставов

- Перекрывающиеся чешуи SiC/SiC.
- Смещённые тепловые лабиринты без прямой линии внутрь.
- Отражающие экраны, охлаждаемое силовое кольцо, внутреннее уплотнение и холодная водяная рубашка.

8. Тепловой ресурс и условия эксплуатации

- Расчётная непрерывная среда: 1200°C при давлении около 1 атм.
- Обычный дневной диапазон поверхности: примерно 1100-1300°C.
- Контакт с лавой и потоками до 2000°C допустим только кратковременно; длительное погружение не предусматривается.
- День длится около 14 часов, ночь - около 10 часов.
- Ночью поверхность обычно имеет 600-900°C: вскоре после заката около 900°C, в середине ночи около 700°C, перед рассветом около 600°C.
- При глубине около 150 м модель даёт примерно 85-95°C: для HEV это безопасная зона охлаждения, но для человека без систем охлаждения сырой тоннель остаётся опасным.
- Тепловой ресурс не зависит от режима работы в игровой модели: вклад приводов, боя и тяжёлой работы считается незначительным по сравнению с внешним тепловым потоком.

Тепловой час

1 тепловой час - количество тепла, поступающее за 1 час при 1200°C. Для расчётов принят средний поток 1,4 кВт; полный запас 14 часов равен примерно 19,6 кВт·ч тепла.

- Целевой общий теплоприток исправной оболочки: 1,2-1,6 кВт, включая швы и внутренние нагрузки.
- Расчётный эффективный коэффициент теплопроводности панельной системы: 0,003-0,004 Вт/(м·К).
- 14-часовой рейтинг предполагает предварительно охлаждённый исправный костюм, целые вакуумные ячейки, смешанную нормальную работу и отсутствие длительного контакта с 2000°C.

9. Интегрированная система охлаждения

Название системы

Интегрированный контур активного теплового сброса HEV.

Система не состоит из четырёх независимых холодильников. Это один тепловой аккумулятор, одна высокотемпературная тепловая магистраль, общий насосный блок и несколько способов сброса тепла, подключённых к одному контуру.

1. Тепловой аккумулятор отдаёт накопленное тепло в общий контур.
 2. Два основных насоса и один резервный направляют тепло к внешней оболочке, ладоням, подошвам, спине и радиаторам.
 3. Разворачиваемые керамические радиаторы выходят из спины, плеч и боков. Они эффективны при стоянке и медленном движении, но уязвимы и заметны в ИК-диапазоне.
 4. Топливный теплообменник предварительно нагревает топливо перед генератором и забирает небольшую долю тепла. Дополнительное топливо ради этого не сжигается.
 5. Влажный режим дозирует воду в отдельную сеть горячих испарительных каналов и пор. Вода кипит, а пар уносит тепло наружу.
- Чистый перегретый пар при 1200°C почти прозрачен; белое облако возникает при наличии капель, пыли или охлаждении струи.
 - Испарительные поры изолированы от вакуумных микрокамер.
 - Автоматика сначала использует пассивное охлаждение, затем сухое активное и только потом добавляет столько воды, сколько действительно полезно.
 - Развёртывание активной системы занимает около 10 минут. Это время не включено в табличные значения восстановления.
 - Во время активного охлаждения костюм уязвимее, имеет яркую ИК-сигнатуру и не предназначен для полноценного боя.

10. Профиль температуры по глубине

Ниже приведён принятый игровой профиль после катастрофы. Это не универсальный земной геотермальный градиент, а согласованная модель PostSolar, используемая для всех расчётов HEV.

Температура среды	Ориентировочная глубина
1200°C	0 м
1100°C	8 м
1000°C	17 м
900°C	26 м
800°C	35 м
700°C	44 м
600°C	54 м
500°C	66 м
400°C	78 м
300°C	94 м
200°C	113 м
100°C	145 м
50°C	177 м

11. Восстановление теплового запаса

В таблице показано, сколько из 14 тепловых часов восстанавливается за 6 часов. Время полного восстановления указано только там, где оно достигается. При 400°C и ниже влажный режим воду не подаёт и совпадает с сухим.

Т / глубина	Пассивно: восстановлено за 6 ч	Сухое: восстановлено за 6 ч	Влажное: восстановлено за 6 ч	Сухое: время до 14	Влажное: время до 14
1200°C / 0 м	0	0	0	-	-
1100°C / 8 м	1,2	1,9	3,4	-	-
1000°C / 17 м	2,4	3,9	6,9	-	-
900°C / 26 м	3,7	6,1	10,6	-	-
800°C / 35 м	4,9	8,1	13,6	-	-
700°C / 44 м	6,1	10,0	14,0	-	6 ч
600°C / 54 м	7,3	11,6	14,0	-	5 ч 36 мин
500°C / 66 м	8,5	13,0	14,0	-	5 ч 15 мин
400°C / 78 м	9,7	14,0	14,0	6 ч	6 ч
300°C / 94 м	11,0	14,0	14,0	5 ч 36 мин	5 ч 36 мин
200°C / 113 м	12,2	14,0	14,0	5 ч 15 мин	5 ч 15 мин
100°C / 145 м	13,4	14,0	14,0	4 ч 57 мин	4 ч 57 мин
50°C / 177 м	14,0	14,0	14,0	4 ч 48 мин	4 ч 48 мин

Примечание: пассивный режим при высокой температуре достигает равновесия и не может бесконечно продолжать восстановление. Для полного сброса при горячей среде необходим активный контур; при 700°C полное шестичасовое восстановление требует влажного режима.

12. Время и ресурсы охлаждения

Все топливные значения пересчитаны по единому коэффициенту 1 л = 6,24 кВт·ч. Формат ячеек: расход в час • расход за весь цикл. При 400°C и ниже вода не используется.

Т / глубина	Сухое охлаждение: топливо	Влажное охлаждение: топливо + вода
1200°C / 0 м	не включается	не включается
1100°C / 8 м	0,22 л/ч • 1,29 л/6 ч	0,23 л топлива + 1,50 л воды/ч • 1,38 л топлива + 9,00 л воды/6 ч
1000°C / 17 м	0,20 л/ч • 1,20 л/6 ч	0,22 л топлива + 1,40 л воды/ч • 1,29 л топлива + 8,40 л воды/6 ч
900°C / 26 м	0,19 л/ч • 1,15 л/6 ч	0,21 л топлива + 1,30 л воды/ч • 1,25 л топлива + 7,80 л воды/6 ч
800°C / 35 м	0,18 л/ч • 1,06 л/6 ч	0,19 л топлива + 1,15 л воды/ч • 1,15 л топлива + 6,90 л воды/6 ч

Т / глубина	Сухое охлаждение: топливо	Влажное охлаждение: топливо + вода
700°C / 44 м	0,17 л/ч • 1,02 л/6 ч	0,18 л топлива + 1,00 л воды/ч • 1,08 л топлива + 6,00 л воды/6 ч
600°C / 54 м	0,15 л/ч • 0,92 л/6 ч	0,16 л топлива + 0,85 л воды/ч • 0,91 л топлива + 4,76 л воды/5 ч 36 мин
500°C / 66 м	0,15 л/ч • 0,88 л/6 ч	0,15 л топлива + 0,70 л воды/ч • 0,81 л топлива + 3,68 л воды/5 ч 15 мин
400°C / 78 м	0,13 л/ч • 0,78 л/6 ч	0,13 л топлива + 0 л воды/ч • 0,78 л топлива + 0 л воды/6 ч
300°C / 94 м	0,12 л/ч • 0,65 л/5 ч 36 мин	0,12 л топлива + 0 л воды/ч • 0,65 л топлива + 0 л воды/5 ч 36 мин
200°C / 113 м	0,11 л/ч • 0,57 л/5 ч 15 мин	0,11 л топлива + 0 л воды/ч • 0,57 л топлива + 0 л воды/5 ч 15 мин
100°C / 145 м	0,09 л/ч • 0,45 л/4 ч 57 мин	0,09 л топлива + 0 л воды/ч • 0,45 л топлива + 0 л воды/4 ч 57 мин
50°C / 177 м	0,08 л/ч • 0,41 л/4 ч 48 мин	0,08 л топлива + 0 л воды/ч • 0,41 л топлива + 0 л воды/4 ч 48 мин

Главный экспедиционный случай
При 700°C полный ночной цикл восстанавливает все 14 тепловых часов за 6 часов и расходует 1,08 л топлива + 6 л воды. За 8 одинаковых циклов: 8,64 л топлива на охлаждение и 48 л воды.

13. Электросистема, аккумулятор и генератор

13.1. Аккумулятор

- Номинальная и полезная ёмкость в игровой модели совпадают: 46,8 кВт·ч, без отдельного резерва.
- Масса аккумуляторного блока: около 94 кг при принятой удельной энергии 500 Вт·ч/кг.
- Полный заряд рассчитан ровно на 15 часов обычной ходьбы при 3,12 кВт.
- Аккумулятор обеспечивает кратковременные пики, быстрые манёвры, старт генератора и тихий режим.

13.2. Генератор

- Высокотемпературный SOFC с внутренним риформингом топлива.
- Номинальная непрерывная электрическая мощность 10 кВт; кратковременно около 12 кВт.
- Топливный тракт: фильтр, удаление серы, испаритель/подогреватель, затем внутренний риформинг в стеке.
- Стандартное топливо - чистый низкосернистый керосин или синтетический дизель. Грязное найденное топливо постепенно повреждает модуль.
- SOFC медленно запускается и работает горячим; аккумулятор закрывает старт и все резкие пики.
- Генератор может одновременно питать костюм и заряжать аккумулятор. При нагрузке ниже 10 кВт остаток мощности идёт в заряд; выше 10 кВт батарея покрывает разницу.

Единый энергетический коэффициент

1 л топлива = 6,24 кВт·ч электричества. Других коэффициентов в финальном каноне нет.

14. Энергопотребление режимов

Все значения ниже - чистое потребление после принятой средней рекуперации. В них уже учтён условный возврат около 50% части энергии от солнечного, теплового и механического потока; повторно вычитать рекуперацию нельзя.

Режим	Средняя мощность	От полного аккумулятора	Топливный эквивалент
Аварийный минимум	0,12 кВт	390 ч	0,019 л/ч
Ожидание	0,32 кВт	146 ч 15 мин	0,051 л/ч
Стояние / лёгкая ручная работа	0,80 кВт	58 ч 30 мин	0,128 л/ч
Ходьба 2 км/ч	2,00 кВт	23 ч 24 мин	0,321 л/ч
Обычная ходьба 4 км/ч	3,12 кВт	15 ч	0,500 л/ч
Быстрая ходьба 6 км/ч	4,89 кВт	9 ч 34 мин	0,784 л/ч
Тяжёлая инженерная работа	7,00 кВт	6 ч 41 мин	1,122 л/ч
Бег 10 км/ч	9,33 кВт	5 ч 01 мин	1,495 л/ч
Бег 20 км/ч / непрерывный бой	21,15 кВт	2 ч 13 мин	3,389 л/ч эквивалента; генератор один не покрывает

- Кратковременная мощность: 60 кВт до 10 секунд.
- Пиковая мощность: 100 кВт на 1-2 секунды.
- Получение кислорода, удаление CO₂, вентиляция, датчики и управление уже входят в указанные режимы и не прибавляются отдельно.

15. Зарядка, топливо и стандартные сутки

Операция	Энергия	Время	Ресурсы
Полная зарядка 0-100%	46,8 кВт·ч	4 ч 41 мин при 10 кВт	7,50 л

Операция	Энергия	Время	Ресурсы
Восстановление после 14 ч обычной ходьбы	43,68 кВт·ч	4 ч 22 мин	7,00 л
14 ч ходьбы + 10 ч ожидания	46,88 кВт·ч	в течение суточного цикла	7,51 л
Влажное охлаждение при 700°C	≈6,72 кВт·ч	6 ч	1,08 л + 6 л воды
Полный стандартный суточный цикл	≈53,6 кВт·ч	укладывается в 6 ч генерации ночью	8,59 л + 6 л воды

Игровая норма

Стандартные сутки HEV округляются до 9 л топлива и 6 л внешней воды. За 8 стандартных суток: точно около 68,7 л топлива и 48 л воды; игровое округление - 72 л топлива и 48 л воды.

- Чтобы произвести около 53,6 кВт·ч за шестичасовую ночь, генератор работает в среднем примерно на 8,9 кВт, что ниже его непрерывного предела 10 кВт.
- Топливо, внешняя вода и канистры не входят в массу HEV; они являются грузом в рюкзаке, на креплениях или в повозке.

16. Атмосфера, кислород и дыхательный контур

16.1. Основная схема

Наружный воздух не подаётся непосредственно в капсулу. Стартового воздуха внутри достаточно для запуска. Внутренняя смесь постоянно циркулирует; оператор расходует O₂ и производит CO₂. Система удаляет CO₂ и влагу, а из внешней атмосферы забирает только кислород.

- Высокотемпературные твёрдооксидные электрохимические кислородные насосы отделяют O₂ от горячей атмосферы.
- Выделенный кислород постепенно охлаждается и малыми дозами вводится в замкнутый дыхательный контур.
- Азот стартовой смеси остаётся буферным газом и циркулирует внутри.
- CO₂ удаляется регенерируемой системой; точная химия не является игровой механикой.

16.2. Распределённая отказоустойчивость

Зона	Число независимых кислородных модулей
Спина и грудь	4
Бока корпуса и таз	2
Плечи	2
Верхние части рук	2
Предплечья	2
Бёдра	2
Голени	2
Всего	16

- Каждый модуль: защищённый воздухозаборник, фильтр, керамический кислородный насос, микроканальный охладитель, обратный клапан и подключение к магистрали.
- Установленная производительность около 120% нормы. Потеря нескольких модулей не отключает дыхание немедленно.
- Три кольцевые кислородные магистрали имеют автоматические отсечные клапаны и перекрываемые перемычки.

16.3. Масса и энергия

- Среднее потребление всей дыхательной системы: около 0,25 кВт; кратковременно при высокой нагрузке 0,45-0,50 кВт.
- За 24 часа это около 6 кВт·ч, эквивалент примерно 0,96 л топлива. Расход уже включён в общий режим костюма.
- Полная масса распределённой кислородной и дыхательной системы около 18 кг.

- Она входит в выделенные 26 кг жизнеобеспечения, поэтому отдельного увеличения массы нет.

16.4. Управление внутренней средой

- Давление: 1 атм.
- Температура: комнатная.
- Влажность: комфортная и автоматически регулируемая.
- Контроллер может безопасно менять подачу O₂, циркуляцию, температуру, влажность и удаление CO₂ в соответствии с нагрузкой.
- Намеренно повышать CO₂ ради сонливости запрещено: гиперкапния плохо управляется и ухудшает мышление, координацию и безопасность.
- Режим сна создаётся безопасно: более прохладный воздух, мягкий обдув, снижение шума, тёплый тусклый свет и неподвижная поддерживающая поза.

17. Вода, питание и санитарная система

17.1. Питьё и еда

- В костюм встроено 3 л питьевой воды. Эти 3 кг уже включены в базовую массу 672 кг.
- Пить можно внутри через герметичный питьевой интерфейс.
- Для полноценной еды необходимо снять шлем.
- Дополнительная вода перевозится снаружи. Чистую воду охлаждения можно выпить, но это прямо уменьшает запас влажного охлаждения.

17.2. Моча как ресурс охлаждения

Мочу нельзя подавать в чистые каналы: соли и мочевины засорят клапаны, поры и теплообменники. Поэтому используется отдельная грязная испарительная ветвь.

- Мочеприёмник → герметичный накопитель → теплообменник → отдельная испарительная камера → пар наружу.
- Соли и остатки остаются в обслуживаемом грязевом накопителе.
- Игровое правило: 1 л мочи заменяет примерно 1 л воды влажного охлаждения.
- Если охлаждение сейчас не требуется, моча сохраняется до следующего цикла.

17.3. Экскременты и рвота

- Твёрдые отходы помещаются в герметичный изолированный отсек хранения.
- Рвота смывается водой в тот же санитарный отсек.
- Отсек имеет обратные клапаны и фильтрацию запаха и очищается после выхода оператора.
- Отсек твёрдых отходов не соединён с охлаждением; в охлаждение через отдельную ветвь допускается только моча.

18. Аварийное движение, повреждения и мастерские решения

18.1. Потеря электричества

- Оператор способен медленно перемещать костюм механически, используя внутренние рычаги, перенос веса, пружины, противовесы и ручную/ножную подкачку.
- Это аварийная эвакуация, а не штатная ходьба: нельзя полноценно бегать, поднимать 500 кг или вести бой.
- За каждые 100 кг внешнего груза сверх собственной массы HEV физиологический расход оператора увеличивается на 10%: вода, кислород и калории.
- Сама базовая масса 672 кг не даёт +67%; правило применяется только к дополнительному грузу.

18.2. Повреждения

Подробные таблицы отказов не создаются. Мастер определяет последствия интуитивно с учётом места и характера повреждения. Типичные уязвимые элементы: суставы, оптика, уплотнения, развёрнутые радиаторы, внешние кислородные модули, магистрали, клапаны и локальные вакуумные ячейки.

- Пробоитие отдельной вакуумной ячейки ухудшает только локальную область.
- Повреждённые кислородные и жидкостные ветви автоматически изолируются.
- Внешние модули можно ремонтировать и заменять, а основную оболочку - восстанавливать ограниченно.

19. Финальная масса и состав систем

Система	Масса
Несущая броневая и тепловая оболочка	300 кг
Суставные ядра и приводы	110 кг
Энергосистема: аккумулятор 94 кг + генератор, силовая электроника и топливный тракт	139 кг
Встроенная питьевая вода	3 кг
Насосы, клапаны и теплообменники	18 кг
Кислород, CO ₂ -контроль, климат, медицина и санитарные системы	26 кг
Капсула и удержание оператора	24 кг
Оптика, датчики, связь и автоматика	14 кг
Проводка, трубопроводы и интерфейсы	18 кг
Пассивные аварийные механизмы	10 кг
Крепёж и общий конструктивный резерв	10 кг
ИТОГО	672 кг

- В массу не входят: оператор, топливо, внешняя вода охлаждения, рюкзак, оружие, инструменты, груз и дополнительные модули.
- Предыдущий встроенный запас 35 кг технической воды исключён. Внутри осталось только 3 л питьевой воды; вся вода охлаждения перевозится как груз.

20. Логистика, грузы и эксплуатационный цикл

20.1. Грузы

- HEV спокойно несёт около 500 кг близко к корпусу; внешние канистры и рюкзак учитываются в этой грузоподъёмности.
- Объём штатных баков не фиксируется: топливо и вода находятся в канистрах, рюкзаке, на внешних креплениях или в сопровождающей повозке.
- Базовый костюм сохраняет одинаковую массу независимо от длительности экспедиции; меняется только внешний груз.

20.2. Типовой суточный цикл

- Перед выходом: аккумулятор заряжен, тепловой аккумулятор восстановлен, внутри 3 л питьевой воды, стартовый воздух стабилен.
- Дневная работа: до 14 часов на поверхности при 1200°C. Обычная ходьба за это время расходует 43,68 кВт·ч и почти весь тепловой запас.
- Ночной отход в более холодную зону: ориентир 700°C или глубже.
- Развёртывание охлаждения около 10 минут.
- При 700°C: 6 часов влажного охлаждения, 1,08 л топлива и 6 л воды.
- Параллельно генератор питает жизнеобеспечение и восстанавливает электрический запас.
- Суммарно за стандартные сутки: 8,59 л топлива и 6 л воды; для игры 9 л + 6 л.

21. Ограничения и границы канона

- HEV не предназначен для длительного погружения в материал температурой 2000°C.
- Рейтинг 14 часов относится к исправному предварительно охлаждённому костюму при 1200°C, а не к любому повреждённому состоянию.
- 20 км/ч - верхняя устойчивая скорость, а не крейсерская скорость на весь день.
- 500 кг - спокойный подъём рядом с корпусом; дальний вынос груза резко увеличивает момент и снижает допустимую массу.
- Генератор не покрывает режим 21,15 кВт: при беге 20 км/ч или непрерывном бою аккумулятор всё равно разряжается.
- Кислородная система предполагает наличие достаточного O₂ во внешней атмосфере. В инертной или токсически изменённой атмосфере без кислорода потребуется отдельный запас, который в базовую модель не включён.
- Таблицы охлаждения являются финальной игровой инженерной моделью, а не результатом полноразмерных испытаний или CAD-расчёта.

- Глубинно-температурный профиль - каноническая модель PostSolar, а не универсальная геологическая формула.
- Повреждения, ресурс деталей, точные моменты приводов, крепёж и детальная ремонтная механика оставлены мастеру и не регламентируются.

Приложение А. Расчётные определения и формулы

Расчёт	Выражение
Энергия обычной ходьбы за 15 ч	$3,12 \text{ кВт} \times 15 \text{ ч} = 46,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$
Топливный коэффициент	$6,24 \text{ кВт}\cdot\text{ч} / \text{л}$
Полная зарядка	$46,8 / 10 = 4,68 \text{ ч} = 4 \text{ ч } 41 \text{ мин}; 46,8 / 6,24 = 7,5 \text{ л}$
14 часов ходьбы	$3,12 \times 14 = 43,68 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; 43,68 / 6,24 = 7,0 \text{ л}$
Суточное базовое электричество	$43,68 + 0,32 \times 10 = 46,88 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; 46,88 / 6,24 = 7,51 \text{ л}$
Охлаждение при 700°C	$1,08 \text{ л} \times 6,24 \approx 6,72 \text{ кВт}\cdot\text{ч} + 6 \text{ л воды}$
Стандартные сутки	$46,88 + 6,72 \approx 53,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; 53,6 / 6,24 \approx 8,59 \text{ л}$
Тепловой запас	$1,4 \text{ кВт} \times 14 \text{ ч} = 19,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч тепла}$
Подъём 500 кг на 1 м	$mgh = 500 \times 9,81 \times 1 \approx 4,9 \text{ кДж}$
Кинетическая энергия ударной руки	$\frac{1}{2}mv^2 = 0,5 \times 80 \times 10^2 \approx 4 \text{ кДж}$

Приложение В. Техническая база и источники идей

Проект является фантастической экстраполяцией. В качестве физической базы использовались реальные направления исследований и инженерные принципы: SOFC с внутренним риформингом, высокотемпературные керамические кислородные мембраны и насосы, вакуумная многослойная изоляция, UHTC/CMC, транспирационное охлаждение, разворачиваемые радиаторы и замкнутые дыхательные контуры.

- DOE - Fuel Cell Systems; Types of Fuel Cells; Solid Oxide Fuel Cells.
- NASA FUELEAP и работы по прямому использованию углеводородного топлива в SOFC.
- NASA Thermal Balance и материалы по радиаторам и тепловому излучению.
- NASA Transpiration Cooling и Passive Vaporizing Heat Sink.
- NASA / NTRS - технологии кислородных генераторов, замкнутых дыхательных систем и жизнеобеспечения скафандров.
- Исследования SiC/SiC CMC, UHTC HfB₂-SiC / ZrB₂-SiC, EBC и высокотемпературных кислород-ионных мембран.

Финальный статус

Базовый HEV полностью определён на уровне, необходимом для мира и игры: конструкция, масса, размеры, движение, защита, тепло, охлаждение, энергия, топливо, кислород, вода, санитария, логистика и ограничения согласованы.

Mk. VI «DURANDAL» HEAVY ENVIRONMENTAL SUIT – COLORWAY VARIANTS

W CUTAWAY / NARROW VIEWPORT



01 | STANDARD ISSUE
LOGISTICS BRANCH



02 | SURFACE HEAT OPERATIONS
THERMAL ENGINEERING CORPS



03 | INDUSTRIAL SALVAGE / ENGINEERING
FIELD ENGINEERING DIVISION



04 | TACTICAL HAZARD RESPONSE
HAZARD RESPONSE COMMAND



PostSolar — Тяжёлый HEV-костюм

© 2026 RigosMortis. Все права сохранены.

Авторский мир и кампания: PostSolar — Экпирос

Первая публичная фиксация этой серии материалов: 23 июля 2026 года

Официальный аккаунт: github.com/RigosMortis

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Публикация в интернете не является передачей исключительных прав и не предоставляет открытую лицензию.

Без предварительного разрешения автора не разрешаются присвоение авторства, повторная публикация или распространение файла, создание и распространение переработок, удаление сведений об авторе и коммерческое использование.

Допускаются обычное чтение, необходимые для просмотра технические копии, ссылки на официальную публикацию и иные способы использования, прямо разрешённые обязательными нормами применимого законодательства.

ПРОВЕРКА ВЕРСИИ

Контрольная сумма SHA-256 этого PDF опубликована вместе с материалами PostSolar. Совпадение контрольной суммы подтверждает побайтовую идентичность зафиксированной версии.