Смета

R4D.1 · заправка жидкостей на 95% и дозаправка после полного 43-секундного цикла

Среда	Полезная геометрия	Загрузка	Расход за 43 с	Доля запаса
Керосин JP-4	292,929 л	278,282 л / 222,626 кг	11,730 л / 9,384 кг	4,2%
Раствор H_2O_2	219,476 л	208,503 л / 291,904 кг	72,005 л / 100,807 кг	34,5%
Гелий	25,559 л полостей	0,770 кг / 4,312 Нм³	Замер дозаправки открыт	—
Пилотный O_2	Полость R4D.1 не задана	Bell LLTV · 0,623 м³ свободного газа	Режим дыхания и время открыты	—

Авиакеросин в R4D.1 указан как JP-4. Цены TC-1, Jet A и Jet A-1 служат рыночными прокси. Плотности расчёта 0,800 и 1,400 кг/л. Масса H_2O_2 относится ко всему раствору. Нм³ приведены к 0 °C и 101,325 кПа.

Бюджет материалов по стране

Рынок	Сухой аппарат · керосин и доля He	После цикла · расход жидкостей	Полный профиль NASA LLRV · жидкости
Россия	61086,74 ₽ + 291,904 × P	1618,25 ₽ + 100,807 × P	7196,30 ₽ + 220,446 × P
США	953,65 $ + 291,904 × P	24,08 $ + 100,807 × P	107,07 $ + 220,446 × P
Европа	1190,40 € + 291,904 × P	38,21 € + 100,807 × P	169,93 € + 220,446 × P

> P — цена за килограмм раствора нужной спецификации в валюте строки. Открытые цены промышленной перекиси другой концентрации исключены из сметы HTP. Гелий в первой заправке оценён пропорционально номинальному количеству в опубликованной таре. Окончательный счёт зависит от минимальной партии и услуг площадки.

Интерактивная смета · Расчёт всех строк CSV · Рабочие среды и источники

Цены и условия сравнения

Основные ставки на 19 ноября 2026 г. Российский тариф аэропорта, американская выборка FBO и три европейских аэродрома.

Рынок	Цена за кг	Цена за л	База	Дата
Россия	172,447 ₽/кг	137,958 ₽/л	Аэропорт Советский, цена топлива с НДС	Проверено 19.11
США	2,566 $/кг	2,053 $/л	Национальная розничная выборка FBO	2026-11-18
Европа	4,072 €/кг	3,258 €/л	Невзвешенная розничная выборка трёх аэродромов DE–FR, с налогами	Проверено 19.11

Оптовые и альтернативные ориентиры

Рынок	Эквивалент за л	База	Источник
Россия	102,370 ₽/л	ООО «Авиэйшн Лоджистик Сервисес», Казань, цена топлива без НДС	2026-11-08
США	0,994 $/л	Спот FOB US Gulf Coast	2026-11-17
Европа	1,065 €/л	Европейский региональный рыночный индекс IATA/Platts	2026-11-08

Европейская аэродромная оценка — среднее без весов по трём опубликованным точкам Германии и Франции. Для широкого европейского оптового рынка используется региональный индекс из бюллетеня EUROCONTROL. Его сопоставимость с заправкой конкретного аппарата зависит от налогов, поставки и места.

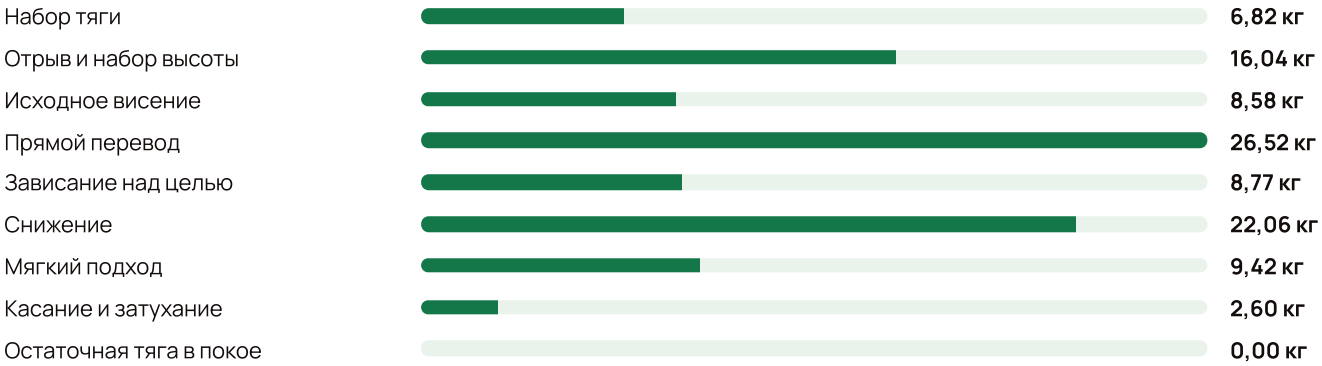
Банк России на 19.11.2026: 1 USD = 82,2281 ₽, 1 EUR = 90,3605 ₽. Сметы рассчитаны в местной валюте. Переоценка не меняет цену поставщика.

Банк России · Источники, цены за тару и даты · Все наблюдения JSON

В цены полёта также не включены испытательная площадка, персонал, оповещение и страховка, внешнее питание и пусковой воздух, анализ партии, потери при хранении, перевозка опасных грузов, утилизация, тара и расходы на ремонт или ресурс двигателей. Известную смету услуг можно добавить в интерактивном отчёте. Если известна часовая ставка, время выбранного цикла или разность длительностей умножаются на эту ставку.

Расход по фазам

За 43 с CF700 расходует 9,384 кг керосина. Из 100,807 кг раствора 97,104 кг относятся к подъёмной паре и 3,703 кг к RCS.



Фаза и время, с	Расход JP / H_2O_2, кг	Эффект	Значение
Набор тяги · 0,00–2,81	0,236 / 6,821	Вес ещё передаётся опорам, тяга растёт до отрыва.	Наземно-воздушный переход
Отрыв и набор высоты · 2,81–8,00	1,429 / 16,038	Аппарат набирает высоту и просвет над опорами.	Вывод из зоны контакта
Исходное висение · 8,00–11,00	0,834 / 8,576	Затухает вертикальный переход, сохраняется неподвижная точка.	Контроль реакции и центровки
Прямой перевод · 11,00–20,00	2,475 / 26,525	Уход вперёд с последующим торможением до новой точки.	Управляемое смещение
Зависание над целью · 20,00–23,00	0,816 / 8,766	Гасится остаточное движение по горизонтали.	Подготовка подхода
Снижение · 23,00–31,00	2,154 / 22,062	Снижается высота при сохранении точки посадки.	Контролируемое вертикальное сближение
Мягкий подход · 31,00–34,55	0,946 / 9,418	Уменьшается скорость перед геометрическим касанием.	Ограничение скорости удара
Касание и затухание · 34,55–40,94	0,495 / 2,600	Вес переходит к опорам, тяга снижается.	Расход после касания и проверка устойчивого контакта
Остаточная тяга в покое · 40,94–43,00	0,000 / 0,000	Четыре устойчивых контакта, затухает малая остаточная тяга.	Окончание цикла

Измерение расхода каждой фазы выполнено по расчётному запасу на её границах. Покомпонентная стоимость для всех трёх рынков приведена в CSV.

Фазы и коэффициенты цены CSV · Метод и разбиение траектории

Стоимость дополнительных манёвров

Сравнения используют полный цикл и указанную базу. Отдельный расчёт с тем же временем отделяет рыскание от затрат на поддержание высоты.

Манёвр и база	Итого JP / H_2O_2, кг	Δ JP / H_2O_2, кг	Материалы · Δ РФ / США / ЕС
Взлёт и посадка на месте · база 43 с	9,39 / 99,24	0,005 / -1,562	0,82 ₽ − 1,562 × P 0,01 $ − 1,562 × P 0,02 € − 1,562 × P
Доп. висение 10 с · база 43 с	12,01 / 127,73	2,623 / 26,928	452,27 ₽ + 26,928 × P 6,73 $ + 26,928 × P 10,68 € + 26,928 × P
Доп. висение 20 с · база 43 с	14,58 / 154,19	5,199 / 53,380	896,47 ₽ + 53,380 × P 13,34 $ + 53,380 × P 21,17 € + 53,380 × P
Доп. висение 35 с · база 43 с	18,37 / 193,04	8,982 / 92,235	1548,85 ₽ + 92,235 × P 23,04 $ + 92,235 × P 36,57 € + 92,235 × P
Медленный поворот по рысканию на 360° · база Доп. висение 35 с	18,34 / 197,08	-0,022 / 4,034	-3,86 ₽ + 4,034 × P -0,06 $ + 4,034 × P -0,09 € + 4,034 × P
Боковой перенос на 4 м без перемены курса · база Взлёт и посадка на месте	9,39 / 99,79	-0,002 / 0,545	-0,30 ₽ + 0,545 × P -0,00 $ + 0,545 × P -0,01 € + 0,545 × P
Разворот на 30° с посадкой в новом направлении · база Доп. висение 10 с	12,00 / 128,96	-0,004 / 1,223	-0,68 ₽ + 1,223 × P -0,01 $ + 1,223 × P -0,02 € + 1,223 × P
Перевод на 8 м · база 43 с	10,44 / 112,09	1,054 / 11,280	181,72 ₽ + 11,280 × P 2,70 $ + 11,280 × P 4,29 € + 11,280 × P
Набор высоты ЦМ до 5 м · база 43 с	9,38 / 100,81	-0,000 / 0,003	-0,01 ₽ + 0,003 × P -0,00 $ + 0,003 × P -0,00 € + 0,003 × P
Связка · 8 м, подъём и 30° · база 43 с	13,04 / 140,04	3,653 / 39,230	629,94 ₽ + 39,230 × P 9,37 $ + 39,230 × P 14,88 € + 39,230 × P

> Удельный импульс 129 с вместо 102 с в тесте чувствительности даёт 80,253 кг раствора за штатные 43 с. Разница 20,553 кг показывает влияние неопределённости двигателя на бюджет. Это проверка параметра.

Все варианты и сравнения CSV · Независимый повтор JSON

Гелий, кислород и наземные ресурсы

Бортовая загрузка He составляет 0,770 кг. Выдачу He исходная модель не интегрирует.

Рынок	Не за пропорциональное количество	Стоимость целой тары или услуги по прайсу	Кислородный ориентир
Россия	22 695,59 ₽	30 000,00 ₽	Сопоставимая ставка открыта
США	382,44 $	550,00 $	100,00–400,00 $ за обслуживание
Европа	283,84 €	599,00 €	54,00 € за опубликованную тару

Гелий на вытеснение 72,005 л раствора за цикл

Сценарий	He, кг	He, Нм³	Каталожный эквивалент РФ / США / ЕС
Проектная чувствительность 0,5 МПа (изб.)	0,071	0,397	2 089,50 ₽ / 35,21 $ / 26,13 €
Проектная чувствительность 1,0 МПа (изб.)	0,130	0,725	3 817,67 ₽ / 64,33 $ / 47,75 €
Проектная чувствительность 1,5 МПа (изб.)	0,188	1,052	5 537,52 ₽ / 93,31 $ / 69,26 €
Историческое давление наддува LLRV	0,398	2,228	11 725,76 ₽ / 197,59 $ / 146,65 €

> При переносе давления из исторического LLRV вытеснение всего проектного объёма H_2O_2 потребовало бы около 1,152 кг He при запасе 0,770 кг. Это проверка несовместимости двух наборов допущений. Остаток в баллонах, утечки и продувка повышают потребность. Расчётная ёмкость жидкостей сама по себе не определяет доступный запас полёта.

При той же проверке по историческому давлению предельная масса вытесняемого раствора составляет 195,1 кг. На расчётный цикл с полным оборотом потребовалось бы 0,778 кг He до всякого запаса. Это уже выше расчётной исходной загрузки He.

Исторический кислородный комплект Bell содержал 0,623 м³ свободного газа, около 20 минут работы по требованию. Для R4D.1 ёмкость и расход неизвестны. Наземный азот, пусковой воздух, внешнее питание, масло и гидрожидкость оцениваются как отдельные статьи по фактическому комплекту и режиму обслуживания.

Состав вспомогательных сред · Газовые источники

Исторические циклы и огибающая

В NASA TN D-3023 опубликованы расход позиционирования и имитации посадки LLRV и отдельная предполётная статья. Они показывают порядок затрат при более длинном профиле.

Исторический случай	JP, кг	H_2O_2, кг	РФ	США	ЕС
LLRV, пример полного профиля NASA рис. 34	41,73	220,45	7196,30 ₽ + 220,446 × P	107,07 $ + 220,446 × P	169,93 € + 220,446 × P
LLRV, исторические предполётные расходы	21,77	27,22	3754,59 ₽ + 27,216 × P	55,86 $ + 27,216 × P	88,66 € + 27,216 × P
LLTV-2, один из трёх исторических взлётов и посадок	—	90,72	JP открыт + 90,718 × P	JP открыт + 90,718 × P	JP открыт + 90,718 × P

Охват классов манёвров

Режим	Область результата	Эффект, значение и основание
Взлёт и набор	Рассчитан	Опоры разгружаются, появляется просвет. Фазы ground_spool и takeoff_climb
Висение и ожидание	Рассчитан	Стабилизируется траектория без заметной прибавки скорости. Фазы hover, hover_above_target и варианты hover10, hover20, hover35
Разгон, перевод, торможение	Рассчитан	Продольный перенос с возвратом скорости к нулю. Фаза translation, stationary, translate8
Рыскание на месте	Рассчитан	Курс меняется при удержании целевой точки. yaw30 минус hover10, yaw360 минус hover35 одинаковой продолжительности
Дополнительная высота	Рассчитан	Увеличивается вертикальный просвет. climb5 минус baseline
Подъём, перевод, висение, разворот	Рассчитан	Проверены совместные эффекты расхода и центровки. combined, независимый связанный прогон
Снижение, мягкий подход, посадка	Рассчитан	Тяга передаёт вес четырём опорам. Фазы descent, flare, touchdown_settle
Порыв и гиромомент	Чувствительность	Возмущаются курс и положение, управление их компенсирует. cross_force_and_gyro_bound, исходная чувствительность
Замедленные приводы	Чувствительность	После касания дольше сохраняется тяга. slower_actuation, исходная чувствительность

Полная карта режимов · Повтор выпуска

Пределы сметы и испытаний

Режим	Эффект	Основание оценки
Более податливые опоры	Изменяется динамика контакта.	compliant_feet, исходная чувствительность
Удельный импульс перекисных двигателей	При той же задаче меняется масса израсходованной среды.	isp129, допущение по краю исторического паспортного диапазона
Висение без CF700	Даже с направлением всех активных каналов вверх остаётся максимум 6.575 кН при весе 17.339 кН.	Прямое сравнение суммы условных пределов тяг и веса, без траектории снижения.
Боковой перенос без разворота	Поперечное смещение с сохранением курса.	sidemove4 в сравнении с stationary
Диагональ и разворот в движении	Потребуется расчёт одновременного крена, тяги и распределения каналов.	Цена полного манёвра неизвестна в данном выпуске.
Круг, восьмёрка, слалом	Нужно удерживать высоту при меняющемся поперечном ускорении.	Расчёты прямого перевода и статического разворота не переносятся на эту траекторию.
Возврат к старту и повторные заходы	Определяются устойчивостью, высотой и остатками рабочих сред.	Расход по времени висения может служить ориентиром поддержки, без подтверждения фигуры.
Прерванный заход и повторный отрыв	Возникают повторные переходы нагрузки на опоры.	Отдельной траектории и цены пока нет.
Отказ RCS, lift или блокировка кардана	Меняются управляющие моменты и траектория.	Требуется отдельная совместная модель отказа.
Резкий набор, высокоскоростное снижение и большие наклоны	Подводят тягу и кардан к границам, аэродинамика становится существенной.	Текущий медленный профиль и условные ограничения границы не определяют.
Полный крен, инверсия, петля, бочка, штопор	Требуют подтверждённых сил и моментов во всём диапазоне углов и скоростей.	Нет подтверждённой траектории или расхода. Для штопора потребовалась бы другая аэродинамическая модель.

> Виртуальные манёвры подтверждают траекторию внутри принятых ограничений. Для полного крена, инверсии, петли, бочки и штопора отсутствуют подтверждённые траектории и расход. Конечный перечень прогонов не описывает непрерывное пространство управляющих команд.

Расчётные исходники поддерживают повтор расхода по девяти фазам и одиннадцати дополнительным профилям. Исторические источники задают собственный аппарат, конфигурацию и профиль. Коммерческая оценка HTP, полезный запас по давлению, дозаправка O_2 и эксплуатационный режим определяются отдельно.

Исходник сметы · Стоимость и SHA входов · Проверка траекторий · Интерактивный отчёт