

Попов А.И: Измерение скорости ракеты на 110-112с полёта

Материал из Большой Форум

1. Краткая история американской лунной ракеты
2. Измерение скорости ракеты на 110-112с полёта
3. Измерение скорости ракеты к моменту отделения первой ступени
4. Операция «Кроссруд»: охрана призрака
5. 1970 год: находка в Атлантике
6. Ракета «Сатурн-5» - «не более чем миф»

Содержание

- 1 Немного об облаках
- 2 Интересный клип! Сверим часы!
- 3 Ракета проходит через облака с сильным отставанием от графика полёта по высоте
- 4 Скорость ракеты на 110-112 секундах почти в 9 раз меньше, чем положено по графику полёта
- 5 Приложение 1.
- 6 Приложение 2.
- 7 Ссылки

Немного об облаках

В начале этой главы нам необходимо освежить наши знания об облаках. Дело в том, что они расскажут нам о полёте ракеты нечто такое, о чём умалчивает NASA. Вот что написано в^[1] о типах облаков (перевод автора в сокращении) «*семейства облаков делятся на три группы в соответствии с их высотой. Высокие облака от 13 до 5 км. Средние облака от 7 до 2 км. Низкие облака от 2км ... (и ниже – А.П.)*». Выше 12-13 км небо практически всегда чистое (илл.1), так как более высокие облака возникают очень редко, при особых обстоятельствах, которые в нашем случае не представляют интереса.



Илл.1. а) самолёты NASA на высоте ~10км фиксируют прохождение облачного слоя челноком «Колумбия» (STS-2);^[2] б) другой вид из самолета, находящегося на высоте ~10-12 км,

Об облачности в день старта А-11 расскажут и фотографии, и сводки NASA. День выдался почти ясный (илл.2). Светило солнце, отбрасывая чёткие тени от людей и предметов. Но почти всё небо было затянуто белёсой дымкой более высокой облачности. Были отдельные облака и пониже. В сводке NASA^[4] приведены данные об облачности в день старта А-11 (перевод таблицы на русский язык – автора). В этот день в небе над космодромом были все три вида облаков. Самый низкий – кучевые облака на высоте 0,7км. Их было немного – около 10% от площади всего неба. На высоте 4,5км находились высококучевые облака (40% по площади). И над ними – тонкий слой так называемых перисто-слоистых облаков. Они занимали практически весь небосвод (90%). На илл.2 видно, что они тонкие и полупрозрачные, так как через них просвечивает голубизна неба. Так собственно и должно быть. Вот их типичная характеристика: «*высота 6 – 8 км. Просвечивают солнце, луна, иногда яркие звёзды, слабо просвечивает голубое небо. Тонкая беловатая пелена, которая не размывает контуров солнечного или лунного дисков*».^[5]



Илл.2. а) вид на старт ракеты с наблюдательной башни космодрома,^[3] б) представители СМИ и другие приглашённые гости наблюдают за стартом «Аполлона-11». Расстояние примерно 5км. (журнал «Life» за август 1969 года)

Облачность	Таблица 1 в день	
	Apollo 11	старта Apollo 13
1-й уровень		
% по площади неба	10%	
тип	кучевые	
высота (км)	0,7	
2-й уровень		
% по площади неба	20%	40%
тип	высококучевые	высококучевые
высота (км)	4,5	5,7
3-й уровень		
% по площади неба	90%	100%
тип	Перисто-слоистые	Перисто-слоистые

высота (км) | (~8км, см. текст) | 7,8

Именно этот верхний полупрозрачный и тонкий слой и будет интересовать нас. Потому что мы сможем использовать его как своеобразный оптический экран. Мы увидим ракету и в момент прохождения этого экрана и даже после (пусть и не столь отчетливо).

К сожалению, в таблице NASA не приведена высота верхнего слоя облаков. Но характерная высота этих облаков (около 8км) известна по многим справочникам.^{[1][4][5][6][7]} При последующих расчётах мы будем использовать это значение высоты, как наиболее типичное. Правильность этого выбора подтверждают и данные по А-13, согласно которым в день старта этого корабля подобные перисто-слоистые облака находились на высоте 7,8км.

Интересный клип! Сверим часы!

Всё, что ниже рассказано о ракете, пронзающей облака, в основных чертах, повторяет и развивает идеи и выводы А. Кудрявца. А. Кудрявец^{[8][9]} обратил внимание на интересный видеоклип,^{[9][10]} показывающий старт ракеты А-11: «Видео замечательно тем, - пишет автор, - что старт Сатурна-5 показан одним кадром - с момента отрыва от стартового стола и до отделения первой ступени. В нём нет разрывов и склеек, поэтому есть возможность проследить начальный участок полёта ракеты». Автор клипа Philip Frank Pollacia (см. Приложение 1) в то время был молодым сотрудником компании IBM и принимал активное техническое участие во многих космических проектах США, в том числе, и в программе «Аполлон». Он был направлен своей компанией в почётную командировку для наблюдения за стартом «Аполлона-11». Там он и снял этот видеоклип.



Илл.3. Слева – момент зажигания (начало отсчёта времени длительности полёта), на вставке – автор клипа, Philip Frank Pollacia, в то время сотрудник IBM и участник многих космических программ США, включая программу «Аполлон» - современная фотография; справа – ракета приближается к третьему слою облаков.^{[11][12]}

тем не менее, лишняя проверка не помешает.

А. Кудрявец пишет по этому поводу:^[14] «зачем грешить на ролик и полагать, что он замедлен? Ведь его можно легко оценить по времени подъёма «Сатурна-5» на высоту башни обслуживания! Для сравнения были подобраны 7 других имеющихся роликов старта А-11». Список этих клипов (роликов) приведен по ссылке^{[15][16][17][18][19][20][21][22]} с указанием времени подъёма на высоту башни, измеренного А. Кудрявцом. Среди этих роликов есть и ролик, подписанный NASA (илл.4), что снимает многие типичные вопросы защитников NASA.

Результат сравнения оказался таким: по клипу с подписью NASA время подъёма ракеты на высоту башни составляет 10с, по изучаемому клипу^{[9][10]} – 9с. По документам NASA^[23] это время составляет около 9,5с. Так что совпадение по времени просто отличное и, как заключает А. Кудрявец, «не может быть и речи о намеренном замедлении темпа показа» изучаемого нами клипа. (Другие изученные ролики подтвердили этот вывод^{[15][16][17][18][19][20][21][22]}).

По ходу клипа^{[9][10]} можно увидеть и другие, не столь строгие, но зато простые и наглядные свидетельства того, что клип воспроизводит события в реальном ритме времени. Достаточно обратить внимание на ходьбу и жестикуляцию людей, попадающих в кадр по ходу клипа. Они абсолютно естественны.

Изучим с помощью клипа,^{[9][10]} как ракета проходит третий, самый высокий, слой облачности (илл.5).

Ракета проходит через облака с сильным отставанием от графика полёта по высоте



Илл.5. Ракета пронзает верхний облачный слой

Этот фрагмент выделен на илл.6а синей рамкой и показан на илл.6б в увеличенном масштабе.

Согласно графику (илл.6б, см. также приложение 2), на 105-й секунде полёта ракета должна находиться на высоте 24км (красный цвет), т.е. значительно выше облаков всех видов, а она на самом деле только-только преодолела облачный слой на высоте ~ 8км (зелёный цвет). Но, может быть, ещё не всё потеряно, и ракета догонит своё расписание. Согласно официальному графику, примерно на 162-й секунде ракета должна находиться на высоте 66км,^[23] где от неё должна отделиться отработавшая первая ступень. Чтобы «войти в график» к моменту отделения первой ступени, ей за оставшиеся 57 секунд ракете нужно буквально подпрыгнуть в высоту на более чем 58 - 53 км. «Догнать такое отставание невозможно» - так сказал автору ветеран-ракетчик Н.В. Лебедев.

Итак, к моменту времени 105с по набору высоты ракета отстает относительно официального графика примерно в 3 раза. Естественно, этого не может быть без отставания ракеты по графику скорости полёта.

Скорость ракеты на 110-112 секундах почти в 9 раз меньше, чем положено по графику полёта

Из всего клипа мы будем изучать лишь кадры от момента старта ракеты до эпизода прохождения ею высокого третьего слоя облаков. На илл.3 слева показан кадр «зажигание», то есть, самое начало старта ракеты. Время с указанием часа, минут и секунд – это отметка времени на клипе. Это время отсчитывается от какого-то другого события. Поскольку нас интересует только полёт ракеты, то временная отметка 1:01.02 в дальнейшем принята за начало отсчёта времени длительности полёта (то есть за 0с). Полётное время ниже даётся в секундах.

Очень важное значение имеет то, что показания таймера присутствуют на всех кадрах клипа и не прерываются. Соответствуют ли они реальному временному ходу полёта?

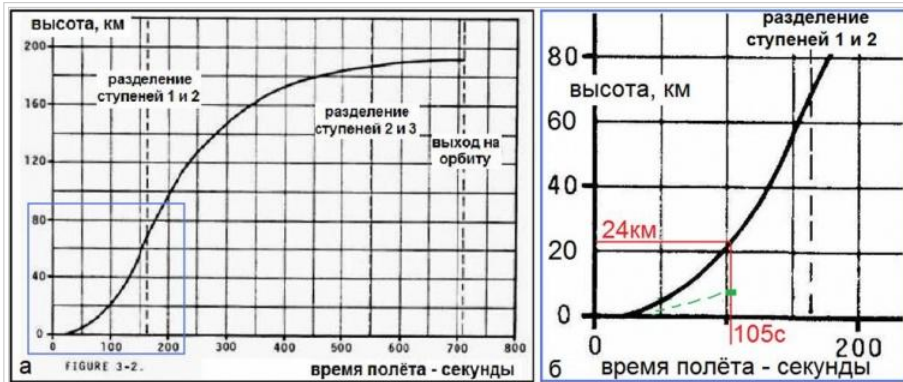
Один из участников дискуссии (см. приложение 1) сумел переговорить по телефону с автором клипа.^{[9][10]} Автор клипа подтвердил, что «скорость съёмки и воспроизведения фильма не менялась. Взлёт «Аполлона» это один план без разрывов и склеек». И,



Илл.4. Заставка авторизованного видеоклипа NASA^{[13][9][10]}

На 101-ой секунде ракета приближается к высокому облачному слою. На 110-ой секунде, когда ракета только отбрасывает ракету, загораясь солнечные лучи. В общем, всё видно, как на полупрозрачном и довольно тонком экране. Через пару секунд (112с) ракета прошла через облачный слой, проделав в нём отверстие в виде воронки или просто дырки. Он, как мы знаем, расположен на наиболее вероятной высоте 8км. Следовательно, на отметке таймера 105с ракета летит на высоте 8км.

А теперь обратимся к графику NASA, изображающему набор высоты ракеты А-11 в соответствии с общей схемой полёта на Луну.^[23] На илл.6а показан полный график от старта до выхода на орбиту. Автор книги заменил английский текст собственным переводом. Нас из этого графика интересует лишь первая сотня секунд полёта.



Илл.6. Официальный график набора высоты ракеты (NASA, APOLLO/SATURN V POSTFLIGHT TRAJECTORY - AS-506) [24]

Как отмечалось, на илл.5 видна тень от ракеты. Следовательно, верхний слой облачности оптически подобен тонкому полупрозрачному экрану. И экран этот довольно ровный, потому что тень от ракеты, перемещаясь по нему, неплохо сохраняет свою форму.

По скорости убегания тени ракеты на облачном экране можно определить скорость ракеты. Это утверждение поясняет схема илл.7. Здесь указаны обозначения: l - длина тени ракеты и L - расстояние от хвоста тени ракеты до центра дырки в облаках. Какой бы ни был угол освещения солнца и угол подъёма ракеты, смещение тени ракеты на одну свою длину l соответствует смещению тела ракеты на один корпус, то есть на 110м.

Поясним, как конкретно происходит измерение скорости ракеты.

Прежде всего на экране компьютера в мм измеряется длина тени ракеты l . Это делается по ряду стоп-кадров, выбираемых через приблизительно равные отрезки времени в исследуемом промежутке 110-112с.

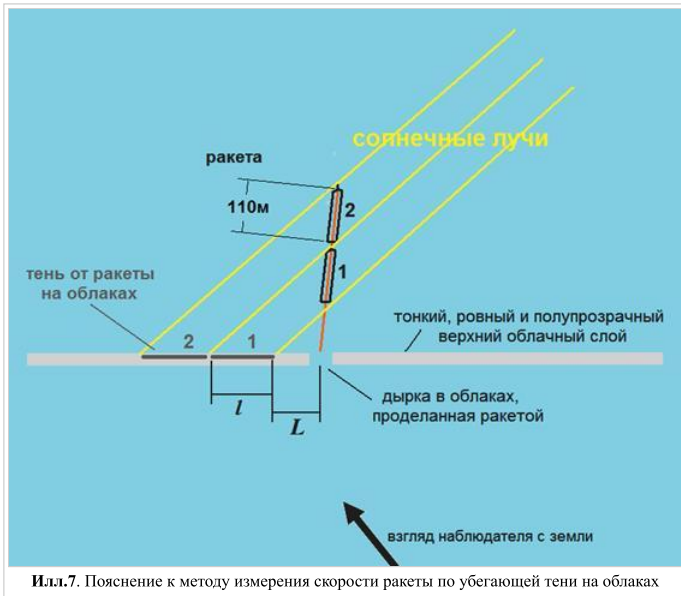
На илл.8 показаны два таких кадра. По шести стоп-кадрам получился следующий ряд значений l : 40, 38, 39, 39, 35 и 43 (мм). Им соответствует среднее значение $l = (39 \pm 1,5)$ мм. Это значение l и используется ниже. Дальнейшие измерения проведены двумя методами, близкими по существу, но отличающимися в деталях.

Первый метод. В этом случае работу выполняют два человека (одному человеку не хватает глаз, рук и реакции). Это недостаток метода. Зато он не требует знания того, с какой скоростью (кадров в секунду) велась съёмка. Это самый прямой метод измерения.

Сначала клип останавливается на таком (начальном) стоп-кадре, когда хвост тени находится неподалёку от дырки в облаках (типа илл.8 слева). При этом на экране компьютера в мм измеряется $L_{нач}$.

Затем одновременно запускаются клип и секундомер, который измеряет время с точностью 0,1с. (Точности таймера, показанного на экране клипа, для этих измерений не хватает). Когда хвост тени уже близок к тому, чтобы покинуть экран, клип, а вместе с ним и секундомер, останавливается. Этот второй стоп-кадр (типа илл.8 справа) будет конечным для данного измерения. На нём измеряется значение $L_{кон}$. Время t , прошедшее между начальным и конечным кадром, показывает секундомер. На этом собственно измерение заканчивается, и начинается довольно простая обработка его результата.

Простым вычитанием определяется величина смещения тени от начального к конечному кадру: ΔL (мм) = $L_{кон} - L_{нач}$. Делим значение ΔL на t и получаем скорость удаления тени от дырки в облаках в мм/с (см. табл. 2, строка 1). Эта скорость будет легко пересчитана в скорость ракеты.



Илл.7. Пояснение к методу измерения скорости ракеты по убегавшей тени на облаках



Илл.8. К пояснению измерения скорости ракеты

Такие измерения с разными парами начальных и конечных стоп-кадров были проделаны 10 раз (таблица 2). В результате усреднения результатов по разным парам установлено, что за 1с тень смещается на 42,3мм, что составляет 1,08 от длины самой тени (39мм). Следовательно, за 1с и ракета смещается на 1,08 от своего корпуса, то есть на 120м. Таким образом:

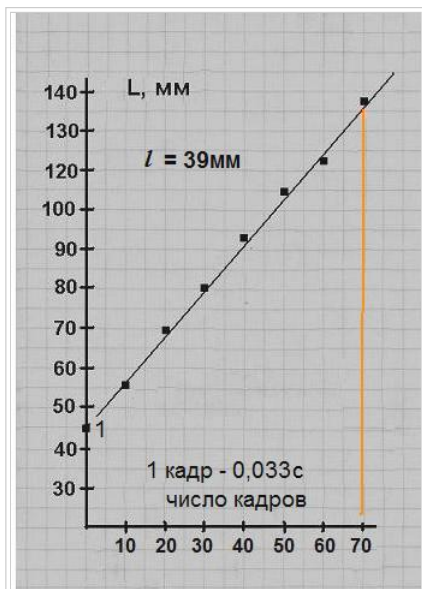
$$V_{изм} = 120 \text{ м/с (по первому методу)}$$

Таблица 2. К измерению скорости ракеты первым методом

№ изм	$L_{нач}$ мм	$L_{кон}$ мм	t с	ΔL мм	$\Delta L/t$ мм/с
1	30	150	2,9	120	41
2	30	155	2,9	125	43
3	40	150	2,2	110	50
4	35	135	2,7	100	37
5	35	135	2,4	100	42
6	35	170	3,2	135	42
7	50	150	2,3	100	43
8	35	150	3,0	115	38
9	45	150	2,3	105	46
10	40	150	2,7	110	41
среднее					42,3

Второй метод не требует ни быстрой реакции, когда клип запускается и через 2-3с вновь останавливается, ни секундомера, ни второго человека. Как недостаток, он требует использования данных о скорости клипа (числа кадров в секунду)

Измерения начинаем похожим образом: останавливаем клип в такой момент, когда и тень от ракеты полностью оформилась, и расстояние её от дырки достаточно чётко просматривается (типа илл.8 слева). Измеряем на экране компьютера расстояние L . (применять индекс «нач» - «начальное» здесь не имеет смысла). А далее с помощью видеоредактора начинаем продвижение клипа вперёд кадр за кадром (step by step). Через каждые 10 кадров делаем остановку и измеряем изменившееся значение L . Измеренные значения L . наносим на график (илл.9) в виде экспериментальных точек. По этим точкам проводим усредняющую линию изменения расстояния тени ракеты от центра дырки в облаке.



Илл.9. К измерению скорости ракеты вторым методом

Скорость показа клипа составляет 30 кадров за секунду (илл.3), так что длительность каждого отдельного кадра равна 0,033с. Из графика видно, что за 70 кадров, то есть за 2,3с тень от ракеты смещается на 90 мм. Это в 2,3 раза больше её длины l . Значит и ракета за это время переместилась на расстояние 2,3 от длины её корпуса, то есть на 253м. Делим это расстояние на 2,3с и получаем, что скорость ракеты равна: $V_{изм} = 110$ м/с (по второму методу)

Таким образом, оба метода дали очень близкие результаты. Усредняя эти результаты и их ошибки по известным правилам, получим окончательный итог наших измерений:

$$V_{изм} = (115 \pm 5) \text{ м/с на 111-й секунде полёта (среднее по обоим методам)}$$

Сравним измеренное значение скорости ракеты, с тем, что написано в отчёте NASA о полёте «Аполлона-11»^[23](Table B-1). Возьмём в качестве опорной секунды сравнения среднюю точку названного интервала времени – 111с. Важная для нас таблица «Table B-1» приведена в приложении 2. Некоторое неудобство для сравнения представляет то, что в «Table B-1» дана не величина скорости ракеты, а величины её проекций на некие оси X, Y, Z (из которых X – вертикальная ось). Но по этим проекциям легко посчитать и величину скорости. Согласно «Table B-1» на 111с полёта вектор скорости ракеты имеет следующие проекции: $v_x = 593$ м/с, $v_y = 3$ м/с и $v_z = 789$ м/с. Из геометрии $v = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2}$. Отсюда получаем:

$$V_{наса} = 986 \text{ м/с,}$$

Мы видим, что измеренное значение скорости в 8,6 раза меньше того, что положено иметь ракете по расписанию полёта NASA.

Осталось подвести итог данной главы.

Из приведённых наблюдений и измерений следует, что в интервале времени ~ 105-112с после старта ракета летит примерно в 3 раза ниже по высоте и почти в 9 раз медленнее, чем положено по графику NASA.

Кинохроника NASA даёт нам возможность экспериментально измерить скорость ракеты ещё для одного момента времени – примерно на 162-163-й секунде полёта, за 2-3с до того, как от ракеты отделяется первая ступень. И мы должны её использовать, потому что вслед за этими секундами кинохроника NASA о полёте ракеты довольно быстро заканчивается, а других возможностей для определения скорости ракеты (имеются в виду другие моменты времени полёта) найти не удалось. Об этом – следующая глава.

Приложение 1.

Перевод авторского звукового сопровождения к изучаемому видеоклипу и сведения о его авторе (цитируется по ^[25])

«0:04 В шеле 1969г. меня выбрали для поездки на мыс (Канаверал) наблюдать запуск Аполлона-11. Это была наша первая попытка высадить людей на Луне. И мы потратили деньги на новые камеры, Супер-8. Они работали на аккумуляторах, и нам не надо было заводить и переворачивать киноплёнку. И качество картинки также стало лучше. 0:38 За день до запуска мы подошли очень близко к стартовой площадке. Это изображение здания сборки, где они собирали саму ракету. 1:03 Это очень большая ракета. 1:10 Посмотрите на размер грузовиков по сравнению с ракетой. Она огромна. 1:23 Это PFP со своим другом Джо Банкером. Джо - менеджер ALSEP оборудования для экспериментов, которые мы оставили на Луне. 1:37 Он и я были выбраны вместе. 1:41 Это здание вертикальной сборки где собирался космический корабль и откуда его тащил краулер на стартовую площадку. 2:02 А это краулер, корабль сидит на этом монстре и он движется, я думаю, со скоростью 5 миль в час. Очень плавно, чтобы добраться до стартового стола. 2:19 Это люди, которые собрались в день запуска. Камера движется очень быстро. Вы сейчас увидите бывшего президента Линдона Джонсона, Джонни Карсона и возможно других людей, которых я сегодня и не узнаю. 2:38 Но, повторяю, что моя основная цель - посмотреть на запуск, а не смотреть людей. 3:03 Джо и я были достаточно удачливы, чтобы подобраться прямо к (неразборчиво, возможно "к дороге")... и это максимально близко, как мы только могли подойти. Это примерно одна миля от места запуска. Это был довольно хороший вид и дал мне интересную перспективу, которую вы не увидите на телевизоре. Так что мы усядемся поудобней и посмотрим запуск. 3:30 Итак начинается, 3-2-1... 3:44 Зажигание и подъем. Аполлон-11, первые люди высадившиеся на Луне. Нил Армстронг и Базз Олдрин - два астронавта, которые в самом деле ступили на Луну. Майкл Коллинз был в командном модуле и обращался вокруг Луны, пока эти двое исследовали Луну. И он следил за КМ, и был готов принять их, когда они вернутся с поверхности Луны в ЛМ. 4:26 Так что мы расслабимся и будем смотреть - это замечательное зрелище.

После некоторых поисков удалось найти автора этого ролика и владельца Youtube аккаунта pfrollacia. Им оказался Филип Фрэнк Полэйша (Philip Frank Pollacia), далее просто Фил. Мне удалось до него дозвониться и поговорить, и вот что стало известно. Фил работал менеджером в IBM, затем вышел на пенсию. Родился в Хьюстоне и провёл детство в Луизиане. Получил степень бакалавра в Технологическом университете Луизианы, и степень магистра Обернского университета, - обе в математике. Фил начал карьеру как программист по сопровождению орбитального полёта и спуска по программам NASA. Ему довелось работать оператором во время первой встречи Джемини-7 и -5, аварийного спуска Джемини-8 и Аполлона-13.

После программы Джемини он стал главным менеджером IBM во время полётов Аполлонов, Скайлаб и Союз-Аполлон. Вот дополнительные сведения, которые стали известны о его фильме после разговора с ним. Фил сам снимал фильм одной 8мм камерой. Это максимальное качество фильма, которое у него есть. Для перевода в цифровую форму из 8мм киноплёнки использовалось несколько последовательных этапов. Скорость съёмки и воспроизведения фильма не менялась. Взлёт Аполлона - это один план, без разрывов и склеек. Сейчас Филу 71 год».

Приложение 2.

Выдержка из таблицы В – I документа NASA^[23]

TIME SEC	Высота			проекция скорости		
	XE M	YE M	ZE M	V _x DXE M/S	V _y DYE M/S	V _z DZE M/S
100.0	21328	85	12910	516.6	2.6	568.2
101.0	21848	87	13487	523.6	2.5	586.4
102.0	22375	90	14083	530.6	2.5	605.0
103.0	22909	93	14697	537.6	2.5	624.0
104.0	23451	95	15331	544.6	2.5	643.3
105.0	23999	98	15984	551.5	2.5	662.9
106.0	24554	100	16657	558.4	2.5	683.0
107.0	25115	103	17350	565.4	2.5	703.4
108.0	25684	105	18064	572.2	2.6	724.1
109.0	26260	108	18798	579.1	2.7	745.2
110.0	26842	111	19554	586.0	2.9	766.7
2 111.0	27432	114	20332	592.9	3.1	788.5
112.0	28028	117	21131	599.8	3.3	810.7
113.0	28631	120	21953	606.7	3.6	833.1
114.0	29242	124	22798	613.7	3.8	855.9

Илл.9. К измерению скорости ракеты вторым методом

- ↑ 1,0 1,1 [1] (<http://www.britannica.com/EBchecked/t>)
- ↑ [2] (<http://grin.hq.nasa.gov/IMAGES/SMAL2000-001359.jpg>)
- ↑ [3] (<http://www.hq.nasa.gov/alsj/a11/ap11-KSC-69PC-387.jpg>)
- ↑ 4,0 4,1 [4] (http://history.nasa.gov/SP-4029/Apollo_18-15_Launch_Weather.htm)
- ↑ 5,0 5,1 [5] (<http://meteoweb.ru/cl004-1-2.php>)
- ↑ [6] (<http://www.igras.ru/index.php?r=192&id=6926>)
- ↑ [7] (<http://www.thefreedictionary.com/cirros>)
- ↑ А. Кудрявец. Видеооблачения лунных миссий NASA (http://andrew-vk.narod.ru/public/Moon_hoax/Vid.htm)
- ↑ 9,0 9,1 9,2 9,3 9,4 9,5 9,6 [8] (<http://edgeways.ru/consilium/forum/re21,314215,328502#msg-328502>)
- ↑ 10,0 10,1 10,2 10,3 10,4 10,5 [9] (<http://video.yandex.ru/users/andrew-vk/view/15/>)
- ↑ [10] (<http://www.youtube.com/watch?v=LnF3OZOTnA>)
- ↑ [11] (<http://bolshoyforum.org/forum/index.php?action=felblog;sa=view;cont=732;uid=>
- ↑ использованного среди других роликов для верификации темпа

- воспроизведения исследуемого клипа
(<http://video.yandex.ru/users/andrew-vk/view/14/>),
14. ↑ [12]
(<http://edgeways.ru/consilium/forum/read-21,314215,328502#msg-328502>)
 15. ↑ ^{15,0} ^{15,1} - а) 10 секунд
(<http://www.youtube.com/watch?v=vl-401aRFSE>)
 16. ↑ ^{16,0} ^{16,1} - б) 10 секунд
(<http://www.youtube.com/watch?v=Y70SgYPIBGY>)
 17. ↑ ^{17,0} ^{17,1} - в) 12 секунд
(http://www.youtube.com/watch?v=0Z5t84Ktt_k)
 18. ↑ ^{18,0} ^{18,1} - г) 10 секунд
(<http://www.youtube.com/watch?v=WGHANLcCk>)
 19. ↑ ^{19,0} ^{19,1} - д) 9 секунд
(<http://www.youtube.com/watch?v=24v8zRaXLiY>)
 20. ↑ ^{20,0} ^{20,1} - е) 9 секунд
(<http://www.youtube.com/watch?v=V5QkqAmm2EY>)
 21. ↑ ^{21,0} ^{21,1} ж) атрибутированный ролик NASA - 10 секунд
(<http://video.yandex.ru/users/andrew-vk/view/14/>)
 22. ↑ ^{22,0} ^{22,1} ролик по ссылке [5], исследуемый в этой главе - з) 9 секунд
 23. ↑ ^{23,0} ^{23,1} ^{23,2} ^{23,3} ^{23,4}
[APOLLO/SATURN V POSTFLIGHT TRAJECTORY - AS-506 9,5с - TABLE B-1 смотреть две колонки цифр слева "TIME SEC" и "XE M". Первая - отсчёт времени, вторая - высота подъёма, график илл.6 см. fig.3-2, команда на отделение первой ступени происходит на высоте 66км (по Table 3-III) и 66,7км (по Table 3-IV) в момент времени (162,3с по Table 3-I и по Table 3-IV)]
 24. ↑ [13]
(<http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.n>)
 25. ↑ [14]
(<http://bolshoyforum.org/forum/index.php?action=felblog;sa=view;cont=732;uid=>)

Ссылки

Источник —

«http://www.bolshoyforum.com/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2_%D0%90.%D0%98:_%D0%98%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%81_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82%D0%B0»

Категории: Лунная афера | Аферы | Наука

- Последнее изменение этой страницы: 21:55, 21 июня 2017.

