Согласен, хотелось бы сократить время работы программы увеличив DT, но нельзя: здесь большое время полёта, погрешность по мере счёта накапливается сильно. В итоге я прилетаю в другую точку, и эта разница настолько велика, что потеря устойчивости полёта происходит совсем иначе. Малый DT на последнем витке не спасает потому, что погрешность уже накопилась до этого, я уже нахожусь в неправильной точке. Нет смысла бороться за точность последнего витка, когда на предпоследнем я уже имею большую накопленную погрешность. Я понимаю, что если суммировать скорость и координату не методом прямоугольников, как у меня, а методом трапеций, то точность будет лучше, но так уж пошёл с самого начала. Уже не хочется переделывать, тем более, что смысл моего вывода это не поменяет.

О времени полёта я не стал сильно заботиться, черепаха – транспорт неспешный по своей природе. Как я понял, смысл этой задачи не во времени полёта. Был бы больше парус – долетел бы быстрее, не проблема.

Сначала я попробовал самую простую и очевидную схему - просто разгоняться за счёт открытия паруса в нижнем секторе, как на первых 500 витках, при этом орбита вытягивается примерно в направлении оси OY, и это логично. Игра с φ\_open и φ\_close на этом этапе не даёт существенной разницы. Может быть можно немного уменьшить количество витков, на сотню, это не принципиально. Дальше нас ждут более серьёзные трудности.

На некоторой высоте, в зависимости от DT это могло быть примерно от 280 до 320 тысяч км, программа внезапно висла. Долго искал ошибку, но нигде не нашёл. Тогда попробовал исключить из задачи массу Луны, прикрутил режим NOMOON, и тут всё сработало. Из этого я смог сделать только один вывод – происходит гравитационный манёвр от действия Луны, парусник неожиданно улетает в рандомном направлении с рандомной скоростью. Это событие происходит внезапно и неконтролируемо. Полёт теряет устойчивость. В этот момент я включил голову, и понял, что потеря устойчивости здесь должна происходить неизбежно потому, что периоды обращения парусника и Луны разные, значит рано или поздно произойдёт их сближение, и парусник попадёт в зону влияния Луны, а подрулить для перехода на окололунную орбиту в этот момент ему нечем.

Потеря устойчивости полёта сильно усложняет задачу. Я могу безопасно поднять апогей только до ≈300 тысяч км. Дальше дороги нет, но есть развилка – пойти налево или направо. Мы можем либо хотеть малое время полёта, в таком случае нужно дать двигателем ускоряющий импульс в перигее и сразу подняться на орбиту Луны. Теоретически можно так подогнать импульс и фазу Луны, чтобы даже сразу выйти на окололунную орбиту. Практически это сделать сложно, наверное. Я не пробовал. Или дать двигателем ещё один импульс - коррекцию траектории при приближении к Луне, так будет более надёжно.

Или, второй вариант, если у нас в приоритете энергетика, то в таком случае теряем время на дрейф пока ось орбиты парусника не повернётся апогеем вниз, и тогда осторожно подрабатывая парусом в нижнем секторе в узком интервале [φ\_open, φ\_close] можем поднять перигей. Открывать парус на широкие углы не получается потому, что орбита очень быстро поворачивается вдоль оси ОХ – действие ветра происходит на большом участке эллипса. У меня получилось поднять перигей примерно до 150 тысяч км. В своём решении я пошёл по этому варианту, т.к. двигателя же нет, значит нужно выжать из паруса максимум, это заставляет лететь на грани потери устойчивости, поэтому приставил ещё пару костылей, чтобы не упасть раньше времени. Время на дрейф уходит ещё примерно вдвое больше первого (разгонного) этапа. И ещё плюс порядка 100 витков на поднятие перигея. В общем, полёт удлиняется по времени раза в три-четыре.

А потом всё равно нужен двигатель, но энергетика такого полёта, как мне кажется, будет получше, чем в первом варианте. Обе эти орбиты, с которых нужно подниматься двигателем, имеются на графике в моём решении: первый вариант – это витки с 600 по 900, второй – с 1100 по 1400.

Мой вывод: без двигателя, только на одном парусе долететь до Луны в принципе не получится из-за неизбежной потери устойчивости полёта на высоте примерно 300+ тысяч км. Может показаться зачем тогда вообще парус, если двигатель всё равно нужен? На это могу сказать, что парус берёт на себя часть энергетики, поэтому с ним можно везти бак меньшей ёмкости. В этом польза паруса. Оценку в цифрах не могу дать, не считал, даже примерно не представляю уровень. Может выгода в массе топлива как раз равна массе паруса? Не знаю.

В моём решении после того, как я подтвердил дрейфующим полётом (смысл этого участка только испытательный, практической пользы нет) на витках с 1100 по 1400 устойчивость наивысшей достигнутой с парусом орбиты 320 х 150 тысяч км (если её можно условно считать устойчивой, потому что орбита постоянно пульсирует и поворачивает ось, и, кстати, такое поведение орбиты может быть предвестником приближающейся потери устойчивости), я чуть-чуть подтолкнул парусник, совсем немножко – шесть маленьких бустов по 10° между φ\_open и φ\_close, поднял апогей с 320 до 330 тысяч км. Полёт сначала продолжился нормально, но на самом деле парусник уже оказался за границей устойчивости, поэтому уже был обречён. Вскоре самопроизвольно произошёл гравитационный манёвр и парусник куда-то унесло. К этому моменту, на орбите 320 х 150 он летел на границе зоны устойчивости, я его специально столкнул в пропасть, чтобы проиллюстрировать явление. Показал это в самом конце решения, и тут уже нажал «красную кнопку» (ещё один костыль, чтобы записать последний виток), потому что дальше парусник летит совершенно хаотично и неуправляемо. Само событие потери устойчивости в данном случае началось с внезапной резкой потери скорости, на графике это видно.

Управлять парусником, уже потерявшим устойчивость, для перехода на окололунную орбиту, как мне кажется, нереально. Это всё равно, что самолёт, находящийся в штопоре, посадить на аэродром прямо на витке штопора – теоретически можно, но практически вряд ли реализуемо.

Мне кажется, что вывод всё-таки правильный, хотя, конечно, сомневаюсь. В решении привёл все этапы и явления, о которых здесь написал, на графике всё это показано. Хорошо бы более наглядно показать это всё анимацией, но пока не умею.