



# Кубок 7 ЛФИ

11.s07.e01

*’Тяжело попасть в яблочко если ты не червь’  
Какой-то чел(рвь)*

## Worms Armageddon

Эта история случилась в те славные времена, когда Team 17 еще не приняла крайне сомнительное решение добавить в наш двумерный мир третье измерение. Тогда уже можно было с помощью бейсбольной биты сделать из вражеского worms’a блинчик, скачущий по воде, но еще не случилась серьёзная глобализация в лице фортифицированных сооружений и кризиса вседозволенного потребления. Вместе с тем, в воздухе, помимо привычного запаха напалма, уже стояло ощущение напряжения от грядущих перемен. Новостные сводки и слухи пестрили сообщениями о скором уходе из этого мира его Создателя — Энди Дэвидсона — и разносились они быстрее и громче, чем возмущенные крики противников после попадания в них банана-бомбы.

Червячок-ветеран Си-Люс-Люс, лучшие годы жизни которого пришлись еще на времена шестнадцатитбитного мира и который застал переход в эту новую, более четкую и детализированную реальность, всё это считывал и именно поэтому заставлял своего юного падавана червячка по имени Пайтон тренироваться с удвоенной силой. При этом Си-Люс-Люс точно знал, что несмотря на непрерывный и всё нарастающий поток обновлений для инвентаря, успеха все равно добьется тот, кто достигнет совершенства в искусстве владения старым-добрым Ninja Rope – резиновым жгутом, который в руках опытного worms’a позволял быстро перемещаться из одной точки локации в другую ([см. полезное методическое пособие](#)).

## Ninja Rope

В этот день солнце припекало сильнее обычного. Червячок Пайтон собрал всю свою волю в кулак и под строгим надзором своего Учителя приступил к выполнению заранее подготовленных для него упражнений.

### Ката 1<sup>1</sup>

В этом задании червячку Пайтону предстоит тренироваться на невесомом резиновом жгуте жесткости  $k$  и длины  $L_0$ , подвешенном к верхней части экрана монитора потолка. Суть упражнения состоит в следующем: Пайтон оборачивается плотным узким кольцом вокруг жгута в его верхней точке после чего начинает скользить вниз вдоль жгута. Силы трения скольжения червячка по верхней и нижней половинам нерастянутого жгута равны  $F_1$  и  $F_2$  соответственно. Считая, что масса Пайтона равна  $m$ , найдите для следующих значений сил  $F_1$  и  $F_2$  суммарные потери механической энергии от момента начала движения до момента, когда Пайтон будет находиться в состоянии свободного полёта:

<sup>1</sup>Ката — формальный комплекс упражнений в карате и других японских боевых искусствах, представляющий собой последовательность движений (блоков, ударов, стоек) против воображаемых противников.

1. (1,5 балла)  $F_1 = F < mg$ ,  $F_2 = (F/2 - kL_0/2) > 0$ ,
2. (0 баллов)  $F_1 = F < mg$ ,  $F_2 > mg$ ,
3. (1,5 балла)  $F_1 = F$ ,  $F_2 = 2F < mg$ .

Ускорение свободного падения  $g$ . Силой сопротивления воздуха нужно пренебречь.

## Ката 2

После того, как Пайтон успешно разобрался с первым упражнением, Учитель Си-Люс-Люс разрешил ему прерваться на обед и заморить червячка. С этого момента, масса Пайтона стала равна  $M$ , но если вы оставите её равной  $m$  это не будет считаться ошибкой.

Во втором упражнении доблестному worms'у досталась другая модификация Ninja Rope — тоже невесомая, тоже жесткостью  $k$  и длины  $L_0$ , но такая, что когда Пайтон оборачивается вокруг него тонким узким колечком, сила трения скольжения между тельцем червя и материалом жгута постоянна и равна  $F$ , причем  $F < Mg$ .

Несмотря на то, что до перехода Worms'ов в 3D ещё оставлось немало времени, Си-Люс-Люс уже нашёл путь к бета-тестовому полигону будущих обновлений и не стал упускать возможности на нём потренироваться.

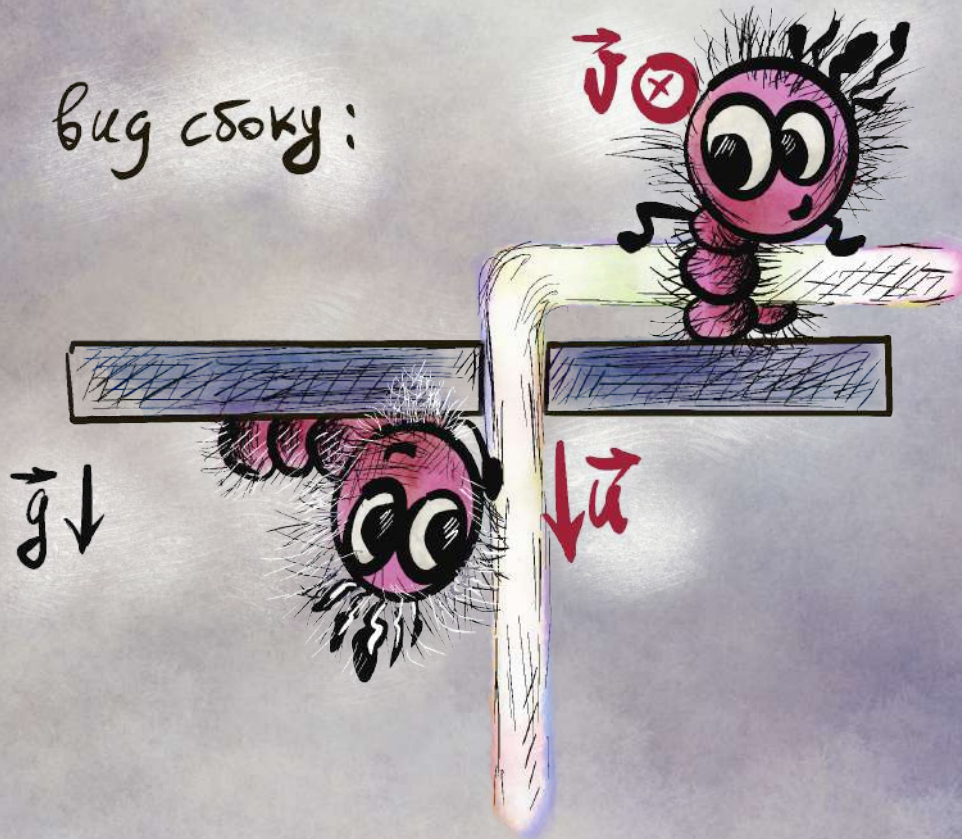
Суть упражнения заключалась в следующем:

- Пайтону необходимо обернуться кольцом вокруг нерастянутого жгута в его середине. При этом Пайтон и Ninja Rope находятся на гладкой горизонтальной поверхности;
  - Один конец жгута продет в отверстие, проделанное в столе и находится в мощных ручищах Си-Люс-Люса. Другой же конец свободен и находится на гладкой горизонтальной поверхности;
  - Пайтон выстреливает из базуки так, что его отдачей толкает в направлении перпендикулярном Ninja Rope. В результате он начинает двигаться со скоростью  $v_0$  против часовой стрелки (см. рисунок), при этом  $\frac{mv_0^2}{l_0/2} > F$ . Одновременно с этим Си-Люс-Люс начинает выбирать своими мощными ручащами резиновый жгут со скоростью  $u$ .
4. (4 балла) Найдите суммарные потери механической энергии во всём процессе соскальзывания Пайтона с Ninja Rope, начиная с момента, когда он выстрелил из базуки, заканчивая моментом времени, когда он начнёт свободно скользить по горизонтальной поверхности. Ответы дайте для двух случаев:
- а) Если скорость  $u$  постоянна и равна  $v_0/2$ .
  - б) Если скорость  $u$  меняется со временем по следующему закону:

$$u(t) = v_0 \frac{v_0 t}{2\pi(l_0/2)}.$$

**Внимание!** Пункты а) и б) оцениваются **одновременно**.

Массой снаряда базуки по сравнению с массой Пайтона можно пренебречь.



### Ката 3

Си-Люс-Люс решил показать своему юному падавану мастер-класс по левитации. Он подвесил невесомый Ninja Rope жёсткости  $k$  и длины  $L_0$  к потолку, а сам, свернувшись в кольцо толщины  $\delta$  и радиусом  $r$ , обхватил резиновый жгут и завис в воздухе так, что его верхний торец располагался на расстоянии  $l_0$  от точки крепления жгута. Известно, что давление тельца Си-Люс-Люса на резиновый жгут одинаково в любом сечении и равно  $P$ . Коэффициент трения между тельцем Учителя и Ninja Rope равен  $\mu$ .

Пайтон решил потянуть за свободный конец Ninja Rope, квазистатически наращивая силу до некоторого  $F$ . Найдите:

5. (1,5 балла) удлинение жгута, если  $F = \mu\pi r\delta P$

6. (1,5 балла) удлинение жгута, если  $F = 4\mu\pi r\delta P$

Для каждого из пунктов найдите численные ответы (в единицах  $L_0$ ) для случаев:

а)  $2\delta = l_0 = L_0/3$ ,  $kL_0 = 10\mu\pi r\delta P$ ;

б)  $3\delta = l_0 = L_0/4$ ,  $kL_0 = 8\mu\pi r\delta P$ ;

в)  $2\delta = l_0 = L_0/5$ ,  $kL_0 = 6\mu\pi r\delta P$ .

Во время всего эксперимента Си-Люс-Люс так и не сдвинулся с места и его верхний торец всё время находится на одном и том же расстоянии от точки крепления жгута.

Первый Хинт — 27.04.2026 20:00 (МСК)

Второй Хинт — 29.04.2026 12:00 (МСК)

Окончание Первого Эпизода — 01.05.2026 20:00 (МСК)

Разбор Первого Эпизода — 01.05.2026 20:00 (МСК)