

А.А. Шаповалов

## МОБИЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР ПО МЕХАНИКЕ

**Аннотация.** В статье представлен вариант компактного конструктора по механике, позволяющего собирать установки для изучения различных видов движения и взаимодействия тел. Предусматривается возможность проводить измерения как с помощью линейки и секундомера, так и с помощью датчиков расстояния, силу, ускорения, подключаемых к компьютеру.

**Ключевые слова:** конструктор, механика, лабораторный физический эксперимент, демонстрационный физический эксперимент, экспериментальные задачи, датчики физических величин.

A.A. Shapovalov

## MOBILE DESIGNER ON MECHANICS

**Abstract.** The paper presents a variant of the compact design of mechanics, which allows collecting apparatus for studying different types of motion and interaction of bodies. It is envisaged as an opportunity to measure with a ruler and a stopwatch, and with the help of distance sensors, force, acceleration, connected to the computer.

**Key words:** designer, mechanical, physical laboratory experiment, a demonstration experiment in physics, experimental tasks, sensors of physical quantities.

Конструктор предназначен для постановки демонстрационных опытов, выполнения фронтальных лабораторных работ, работ физического практикума, решения экспериментальных

задач, проведения учебно-исследовательских и проектных работ по механике.

Основой конструктора является деревянный ящик с выдвигной крышкой (рис. 1–3). Размеры ящика  $40 \times 30 \times 10$  см.



Рис. 1. Открытый ящик



Рис. 2. Закрытый ящик



Рис. 3. Ящик с приоткрытой крышкой

В ящике хранятся и транспортируются все детали конструктора (рис. 4). На внешней короткой торцевой стороне ящика закреплены два уголка (рис. 5). Между уголками и плоскостью ящика оставлено целевидное отверстие, в которое может вставляться выдвинутая из ящика крышка. К верхней плоскости выдвигной крышки ящика с отступом от края крышки на ширину уголка (порядка 2 см) вплотную друг к другу приклеены две полосы, изготовленные из крышек кабель-канала. Ширина каждой полосы 4 см. С другой стороны с таким же отступом от края приклеена стальная полоса шириной 4 см. (рис. 6). К данной полосе с помощью сильного магнита в процессе сборки установок

должны крепиться различные навесные элементы.

В верхней части полос из крышек кабель-канала на расстоянии 2 см от края крышки сделаны сквозные отверстия. В эти отверстия должны вставляться и далее закрепляться стальные стержни, входящие в комплект (рис. 7). На одном уровне со сделанными отверстиями, но на противоположной части крышки, делается еще одно такое же сквозное отверстие. Диаметр отверстий определяется диаметром резьбовой части используемых стержней и может колебаться в пределах от 5 до 9 мм.



Рис. 4. Ящик с деталями конструктора



Рис. 5. Уголки на короткой торцевой стороне ящика для крепления выдвигающей крышки



Рис. 6. Крышка, вставленная в щелевидное отверстие между уголками и стенкой ящика

Таким образом, вертикально прикрепленная к ящику крышка с полозьями из части кабель-канала, металлической полосой, закрепленными стержнями обеспечивает функциональность

ящика при сборке различных конструкций. К стержням можно подвешивать разные элементы, например, шары (рис. 8) или блоки (рис. 9).



Рис. 7. Стержни для крепления навесных конструкций

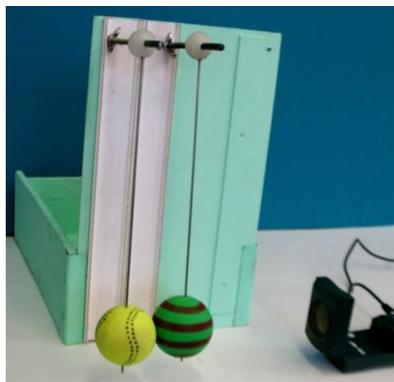


Рис. 8. Шары на спицах, подвешенные на стержнях



Рис. 9. Неподвижные блоки на стержнях, укрепленных на вертикально стоящей крышке от ящика

В комплект оборудования данного конструктора входят 4 фрагмента кабель-канала без крышек. Длина фрагментов определяется внутренними размерами ящика и составляет 35 см.

Два фрагмента, отдельно или вместе, могут использоваться для увеличения высоты подвеса навесных конструкций. Для этого фрагменты вставляются в закрепленные на крышке ящика части кабель-канала, после чего они могут по ним перемещаться. Для того чтобы можно было производить крепление стержней, во фрагмен-

тах кабель-канала сделаны соответствующие отверстия (рис. 10).

Чтобы обеспечить прочное крепление собранных кабель-каналов на крышке ящика при их вертикальном расположении, используется спица с нарезанной на ней резьбой (рис. 11).

Из еще одного тонкого кабель-канала такой же ширины (4 см) и длины (35 см) изготавливается линейка, которая может перемещаться по полозу, наклеенному на крышку от ящика (рис. 12).



Рис. 10. Кабель-канал в собранном состоянии



Рис. 11. Соединение двух кабель-каналов с помощью спицы



Рис. 12. Подвижная линейка и грузы на пружине

В качестве навесных конструкций могут использоваться шары различной массы (рис. 13), бруски (рис. 14), ведерки (рис. 15), пружины

разной жесткости (рис. 16) полосовая или круглая резина (рис. 17), датчики физических величин (рис. 18).



Рис. 13. Шары



Рис. 14. Брусок



Рис. 15. Ведерки



Рис. 16. Пружины разной жесткости



Рис. 17. Резиновый жгут

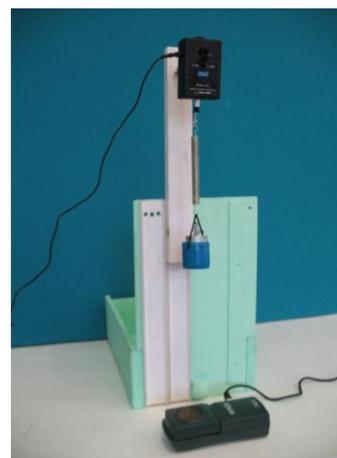


Рис. 18. Пружина, подвешенная к датчику силы

Стальная полоса, укрепленная на вертикально установленной крышке ящика, позволяет с помощью сильного магнита устанавливать под разными углами треки, изготовленные из фрагментов кабель-канала (рис. 19). Магнит явля-

ется съемным элементом конструкции и прикрепляется к кабель-каналу с помощью винта (рис. 20).

К треку может прикрепляться неподвижный блок (рис. 21–23).



Рис. 19. Трек для легкоподвижной тележки



Рис. 20. Магнит для крепления трека к металлической полосе



Рис. 21. Блок



Рис. 22. Блок с крепежными элементами



Рис. 23. Блок, укрепленный на треке

Длина трека может увеличиваться путем соединения нескольких фрагментов кабель-канала (рис. 24). Для этого используются уз-

кие металлические пластинки, винты и гайки (рис. 25, 26).



Рис. 24. Фрагменты треков

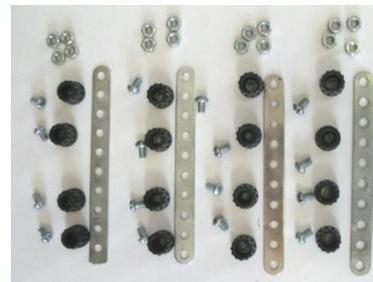


Рис. 25. Крепежные элементы для треков

По собранным трекам может кататься легкоподвижная тележка и скользить брусок. Тележка собирается из отрезка кабель-канала, четырех блоков и двух осей (рис. 26). Длина тележки составляет 8–10 см. Для увеличения мас-

сы тележки внутрь кабель-канала вставляется деревянный брусок соответствующей длины. К бруску крепится петля (рис. 27). Такая тележка движется по разобранному кабель-каналу, как по рельсам (рис. 28).



Рис. 26. Элементы для сборки тележки

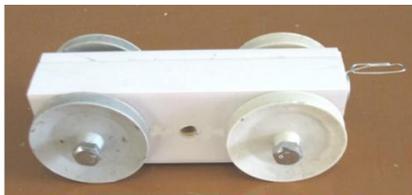


Рис. 27. Тележка в сборе



Рис. 28. Тележка на треке

Для того чтобы бруски, двигаясь по гладкой поверхности трека, не сваливались с него, к брускам привинчиваются ограничители, также сделанные из тонких частей кабель-канала (рис. 29, 30).

Трек с помощью магнита может крепиться к стальной полосе, но может использоваться и отдельно от ящика. Так, для изучения движения

тела по горизонтальной поверхности, трек можно класть прямо на рабочий стол (рис. 31). Для изучения движения связанных тел трек должен слегка выступать за край стола. Для измерения перемещений, скоростей и ускорений в работах можно использовать датчик расстояния, который также крепится на треке с помощью фрагмента кабель-канала (рис. 32–33).

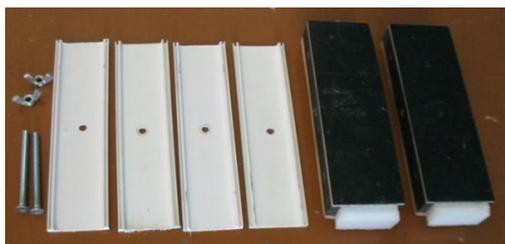


Рис. 29. Бруски с ограничителями и крепежными элементами



Рис. 30. Брусок с ограничителями на наклонном треке

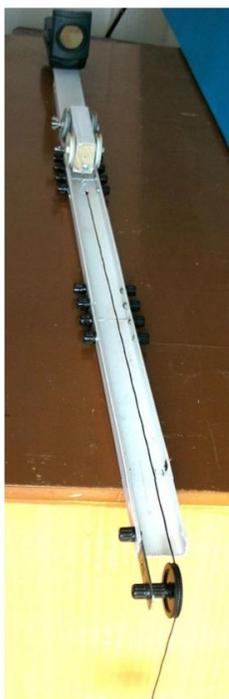


Рис. 31. Трек с тележкой на поверхности стола



Рис. 32. Датчик расстояния на платформе, перемещающейся по треку



Рис. 33. Тележка на треке в зоне действия датчика расстояния

Из брусков и блоков могут собираться легкоподвижные тележки, которые будут двигаться по рабочему столу без направляющих рельсов (рис. 34). На таких тележках можно устанавливать датчики ускорения (рис. 35) и датчики силы (рис. 36). Датчики ускорения крепятся к тележкам с помощью двустороннего скотча.

Для установки датчиков силы в тележках высверливаются отверстия, в которые вставляются штыри (рис. 37). Для обеспечения относительно мягкого удара при столкновении тележек между собой или между тележкой и препятствием, на торцах тележек укреплены буферные прокладки.



Рис. 34. Элементы для сборки тележек



Рис. 35. Датчики ускорения на тележках



Рис. 36. Датчик силы на тележке

На отдельной платформе из кабель-канала укреплены соединенные в последовательную цепь микроэлектродвигатель, батарея гальвани-

ческих элементов, переменный резистор и выключатель. На ось двигателя может насаживаться блок (рис. 38).



Рис. 37. Датчик силы, укрепленный на штыре



Рис. 38

Кроме обозначенных элементов в состав конструктора входят набор нитей разной длины (рис. 39), набор грузов (рис. 40), детали,

из которых можно собрать пружинный пистолет (рис. 41).



Рис. 39. Набор нитей разной длины



Рис. 40. Набор грузов



Рис. 41. Набор для изготовления пружинного пистолета

На основе данного конструктора можно собирать установки для изучения равномерного и равнозамедленного движения тел по горизонтальной поверхности; равноускоренного и равнозамедленного движения тел по наклонной плоскости; различных вариантов движения связан-

ных тел; упругих и неупругих соударений тел; движения тел при наличии силы трения; упругих деформаций; колебаний пружинного и нитяного маятников; движения тела по окружности. Некоторые из экспериментальных установок представлены на рис. 42–49.



Рис. 42. Пружинный пистолет для стрельбы под углом к горизонту



Рис. 43. Пружинный пистолет для стрельбы в шар, закрепленный на бруске



Рис. 44. Баллистический маятник



Рис. 45. Установка для изучения упругого и неупругого ударов

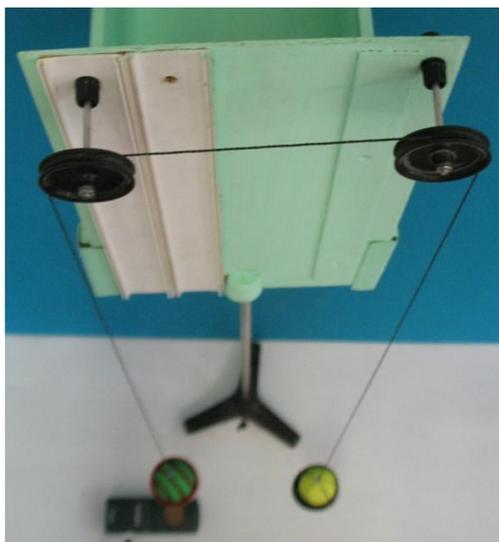


Рис. 46. Установка для изучения движения связанных тел



Рис. 47. Установка для изучения деформации пружины и колебаний пружинного маятника



Рис. 48. Установка для изучения движения легкоподвижной тележки по горизонтальной поверхности



Рис. 49. Установка для изучения движения бруска по наклонной плоскости

В качестве измерительных инструментов в представленном конструкторе могут использоваться линейка, мерная лента, которые также входят в комплект оборудования, и секундомер. Но значительно повысить точность измерений и принципиально изменить технологию сбора, обработки и представления информации позволяет использование в конструкторе датчиков рас-

стояния, силы, ускорения, сопряженных с компьютером.

На этапе апробации конструктора нами использовались и дали хорошие результаты датчики фирмы Vernier. Обработка результатов проводилась с использованием программы LoggerPRO.