

## ДЕЙСТВУЮЩАЯ МОДЕЛЬ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ



В статье описана действующая модель гравитационного поля Земли для того, чтобы ее можно было использовать при изучении темы «Гравитационное поле. Закон всемирного тяготения».

Данная установка позволяет воспроизвести явление гравитации как вне Земли, так и внутри Земли, получить графическую зависимость гравитационной силы от расстояния от центра Земли до некоторой высоты над поверхностью Земли.

При изучении на уроках физики в IX классе закона всемирного тяготения и ознакомлении с дополнительной информацией по данному вопросу в интернете, научной литературе, мы пришли к выводу, что этот учебный материал в школьном курсе физики сводится только к констатации фактов и формулировке закономерностей [2, 3]. Поэтому, посещая занятия лаборатории изобретателей и рационализаторов при центре детского (юношеского) творчества «Городской», было решено сконструировать действующую модель гравитационного поля Земли для того, чтобы ее можно было использовать при изучении темы «Гравитационные явления. Закон всемирного тяготения».

Действующая модель гравитационного поля Земли позволяет воспроизвести явление гравитации как вне Земли, так и внутри Земли, получить графическую зависимость гравитационной силы от расстояния от центра Земли до некоторой высоты над поверхностью Земли.

Изучение закона всемирного тяготения, открытого Ньютоном, особых затруднений

**Д. Черноусов,**  
учащийся МОУ СОШ № 65, г. Липецк  
Научные руководители:

**А.Ф. Казанцев,**  
педагог дополнительного образования  
центра Д(Ю)ТТ «Городской»;

**О.В. Гоголашвили,**  
учитель физики МОУ СОШ № 65 г. Липецк

не вызывает в его понимании, но он имеет ограниченную сферу применения, например, космос, где тела находятся далеко друг от друга. Границей применения этого закона является поверхность Земли, а как изменяется сила тяжести внутри нее по мере продвижения от поверхности к центру? По этому закону силу тяготения определить нельзя.

Известно, что в соответствии с теоремой Гаусса сила тяжести внутри Земли уменьшается по линейному закону до нуля, начиная от ее поверхности до центра, если Землю принять за однородное тело.

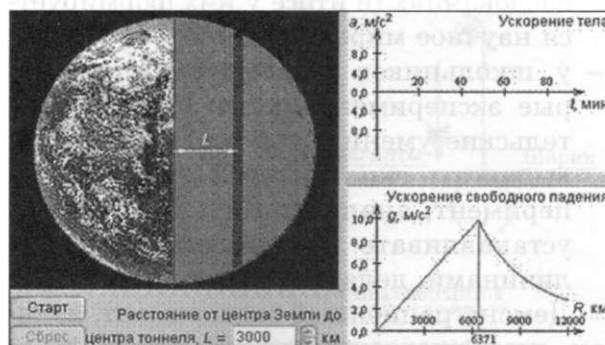


Рис. 1.  
Гравитация внутри Земли

Огромная масса Земли  $6 \cdot 10^{24}$  кг является источником возникновения силы тяжести (притяжения), возникновения свободного падения  $g$  как внутри Земли, так и в ближайшем ее окружении. Ускорение свободного падения  $g$  не зависит от массы испытываемого тела, каким бы оно ни было, поэтому этой величиной очень удобно обозначить и построить гравитационное поле Земли.

Использование данной модели на уроках физики при проведении демонстрационного эксперимента, несомненно, повысит качество обучения.

Демонстрационный эксперимент представляет собой воспроизведение физических явлений учителем на демонстрационном столе с помощью специальных приборов. Он относится к иллюстративным эмпирическим методам обучения.

Роль демонстрационного эксперимента в обучении определяется той ролью, которую эксперимент играет в физике-науке как источник знаний и критерий их истинности, и его возможностями для организации учебно-познавательной деятельности учащихся.

Значение демонстрационного эксперимента заключается в том, что:

- школьники знакомятся с экспериментальным методом познания в физике, с ролью эксперимента в физических исследованиях (в итоге у них формируется научное мировоззрение);
- у школьников формируются некоторые экспериментальные и исследовательские умения: наблюдать явления, выдвигать гипотезы, планировать эксперимент, анализировать результаты, устанавливать зависимость между величинами, делать выводы.

Демонстрационный эксперимент, являясь средством наглядности, способствует организации восприятия учащимися учебного материала, его пониманию и запоми-

нанию; позволяет осуществить политехническое обучение учащихся; способствует повышению интереса к изучению физики и созданию мотивации учения.

При выполнении действующей модели гравитационного поля Земли мы придерживались требований, предъявляемых к проведению любого демонстрационного эксперимента [1]:

- выразительность опыта — он должен достаточно просто и отчетливо показывать сущность гравитационных явлений;
- убедительность опыта — просмотр опыта не должен приводить к двойственному или неправильному толкованию, а убедительно показать, как меняется гравитационное действие по мере удаления от центра Земли;
- надежность опыта, т.е. возможность повторного его воспроизведения;
- кратковременность — опыт не должен занимать на уроке много времени;
- занимательность — эксперимент должен вызывать у учащихся интерес;
- видимость — опыт должен быть отчетливо виден всем учащимся в классе, поэтому при конструировании модели необходимо выбрать ее оптимальный размер;
- соответствие правилам безопасного труда.

Итак, нами был составлен план исследования.

1. Изучение литературы по методике преподавания физики в школе, по теории всемирного тяготения и гравитационного поля Земли.

2. Конструирование и изготовление модели Земного шара:

- выбор формы, удобной для показа при обучении;
- выбор материала, легко принимающего форму кольца;

– решение проблемы выбора материала для подвески испытуемого шарика, выполняющего роль имитатора линейной функции;

– сборка модели Земного шара и закрепление пробного шарика в ее центре.

3. Конструирование и изготовление платформы модели Земного шара:

– выбор формы конструкции удобной для демонстрации явления;

– выбор легкого и прочного материала;

– оформление чертежей и графиков.

4. Конструирование и изготовление имитатора гиперболической функции:

– выбор материала (деталей) сила притяжения (сжатия) между которыми обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними;

– изготовление механизма типа «ножницы», реализующего гиперболическую зависимость;

– установка и настройка механизма;

– соединение всех узлов конструкции.

5. Апробация модели.

Действующая модель гравитационного поля Земли состоит из трех основных частей:

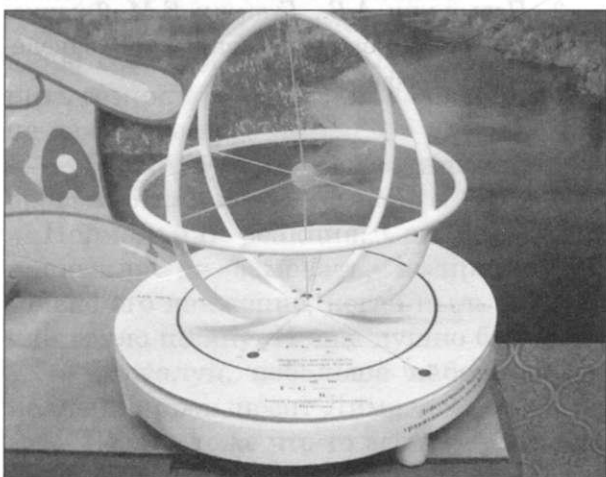


Рис. 2. Модель Земного шара с подвесом испытуемого шарика

1. Модели Земного шара с подвесом испытуемого шарика, где с помощью подвеса на резинках имитируется линейная функция. На такой модели можно очень удобно и наглядно выполнять фронтальные лабораторные работы на уроках физики при измерении свободного падения с помощью школьного динамометра в любой точке внутри земного шара начиная от центра Земли до ее поверхности.

2. Платформы модели Земного шара с размещением на ней гравитационного поля, как внутри, так и вне Земли в виде концентрических окружностей с фиксированным ускорением свободного падения, а так же основных формул и графиков.

3. Имитатора гиперболической функции (приложение 1), представляющего собой механизм типа «ножницы». Основную роль в механизме играют два постоянных магнита, сила притяжения между которыми обратно пропорциональна квадрату

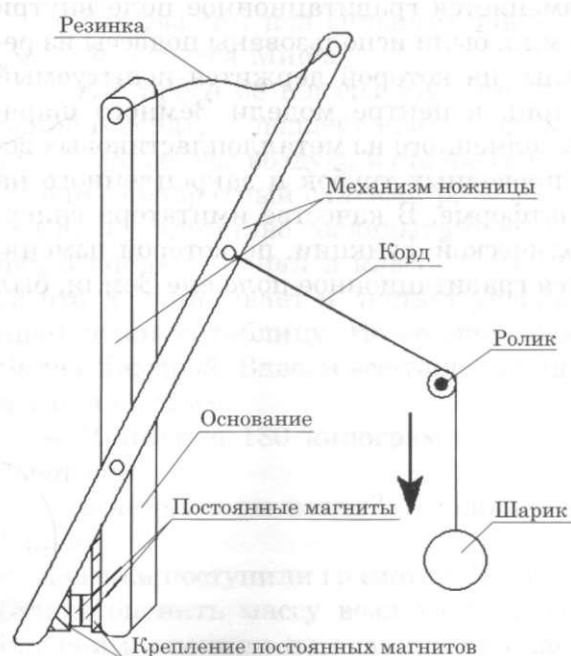


Рис. 3. Кинематическая схема имитатора гиперболической функции гравитационного поля  $g = f(R)$

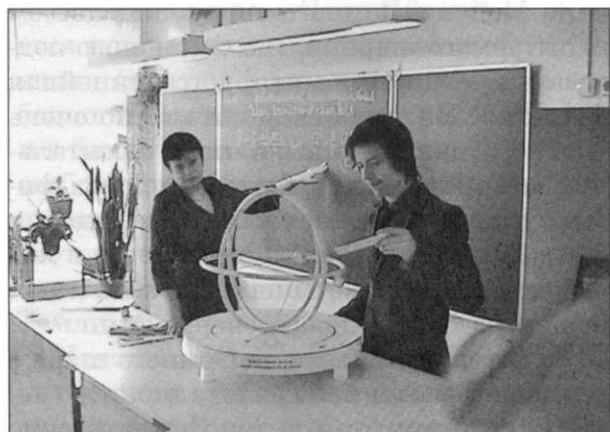


Рис. 4. Использование изготовленной модели на уроке физики

ту расстояния между ними, что и легло в основу гиперболической функции закона всемирного тяготения.

При изготовлении модели нами был использован метод имитации. В качестве имитатора линейной функции, по которой изменяется гравитационное поле внутри Земли, были использованы подвесы из резины, на которой держится испытуемый шарик в центре модели Земного шара, выполненного из металлопластиковых водопроводных трубок и закрепленного на платформе. В качестве имитатора гиперболической функции, по которой изменяется гравитационное поле вне Земли, был

сконструирован механизм типа «ножницы» на постоянных магнитах.

Таким образом, представленная нами модель соответствует всем требованиям безопасности при проведении демонстрационного эксперимента, достаточно просто и отчетливо показывает сущность изучаемого явления, позволяет учащимся ознакомиться с экспериментальным методом познания природы, способствует формированию экспериментальных умений. Модель рекомендуется для использования в учебном процессе при изучении темы «Гравитационные явления».

### Литература

1. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. заведений / С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурьшева, Н.Е. Вازهевская др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурьшевой. — М.: Издательский центр «Академия», 2000.
2. *Мякишев Г.Я.* Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. — 19-е изд. — М.: Просвещение, 2010.
3. *Перышкин А.В., Гутник Е.М.* Физика. 9 кл.: Учеб. для общеобразоват. Учеб. заведений. — М.: Дрофа, 2006.

