

УДК 372.853

DOI 10.51691/2541-8327_2023_12_41

***ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ В
ПОЛЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ***

Девяткин Е.М.

к.ф.-м.н., доцент

*ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный
исследовательский университет)»*

Москва, Россия

Вильданов А.Н.

к.ф.-м.н., доцент

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,

Нефтекамский филиал

Нефтекамск, Россия

Аннотация: Виртуальные лаборатории являются эффективным инструментом для обучения учащихся физике, позволяя им взаимодействовать с моделями и симуляциями физических процессов. В данной работе рассмотрены основные принципы работы виртуальных лабораторий. В исследовании были представлены примеры созданных авторами виртуальных лабораторий по изучению движения тел в поле силы тяжести и оценены их эффективность и практическая ценность для использования в образовании. В заключении приведены общие выводы и рекомендации по использованию виртуальных лабораторий в процессе обучения физике.

Ключевые слова: виртуальные лаборатории, веб-приложения, JavaScript, сила тяжести.

USE OF DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES IN PHYSICS***Devyatkin E.M.****candidate of Physical and Mathematical Sciences,**Moscow Aviation Institute (National Research University)**Moscow, Russia****Vildanov A.N.****candidate of Physical and Mathematical Sciences,**Ufa University of Science and Technology, Neftekamsk branch**Neftekamsk, Russia*

Abstract: Virtual laboratories are an effective tool for teaching physics, allowing students to interact with models and simulations of physical processes. This paper explores the fundamental principles of virtual laboratories. The study includes examples of virtual laboratories created by the authors for studying the motion of objects in a gravitational field, evaluating their effectiveness and practical value for educational purposes. The conclusion summarizes general findings and provides recommendations for the use of virtual laboratories in the physics education process.

Keywords: virtual laboratories, web applications, JavaScript, gravity.

В современном образовательном процессе все большую популярность приобретают виртуальные лаборатории, которые позволяют учащимся более эффективно изучать различные научные явления и процессы [1, 2]. Особенно важным аспектом в изучении физики является понимание движения тел в поле силы тяжести. Виртуальные лаборатории предоставляют возможность проведения экспериментов и наблюдения за изменениями, происходящими в режиме реального времени. Это позволяет учащимся более глубоко

погрузиться в изучение физических законов, а также улучшить свои навыки анализа и экспериментирования.

Виртуальные лаборатории представляют собой программные среды, созданные для изучения и моделирования различных физических явлений и процессов, в данном случае - движения тел в поле силы тяжести. Они предлагают учащимся уникальную возможность проводить эксперименты и исследования в виртуальной среде, которая имитирует реальные физические условия и позволяет получать аналогичные результаты.

Одним из основных преимуществ виртуальных лабораторий является их доступность и гибкость [3-4]. Учащиеся могут использовать такие лаборатории в любое время и из любого места, где есть интернет-соединение. Благодаря этому, учебный процесс становится более удобным и эффективным, а студенты могут самостоятельно исследовать различные аспекты движения тел в поле силы тяжести без ограничений времени и пространства.

Виртуальные лаборатории также обладают большой гибкостью в настройке экспериментов, позволяют изменять параметры системы, такие как масса тела, начальная скорость, угол броска и другие, и наблюдать, как эти изменения влияют на движение тела. Такой подход позволяет более полно и глубоко изучить законы физики и улучшить понимание принципов движения тел в поле силы тяжести.

Кроме того, виртуальные лаборатории предоставляют учащимся возможность проводить эксперименты в безопасной и контролируемой среде. Они могут практиковаться и экспериментировать без риска для себя и окружающих, что особенно важно при работе с опасными или сложными экспериментами. Такой подход позволяет студентам сосредоточиться на процессе и улучшить свои навыки в проведении экспериментов, а также развить критическое мышление и аналитические способности.

В последнее время виртуальные лаборатории стали неотъемлемой частью образовательного процесса, предоставляя уникальную возможность учащимся изучать различные физические явления и законы без необходимости физического присутствия в реальной лаборатории [4]. Одним из важных аспектов, требующих изучения, является движение тел в поле силы тяжести.

Изучение движения тел в гравитационном поле имеет огромное значение для понимания фундаментальных законов физики и их применения в реальной жизни. Понимание динамики движения тел позволяет не только предсказывать и объяснять поведение объектов в пространстве, но и разрабатывать эффективные стратегии в различных областях науки и техники.

Виртуальные лаборатории по изучению движения тел в поле силы тяжести предоставляют уникальную среду для экспериментов и исследований. С их помощью учащиеся могут моделировать различные ситуации, изменять параметры и условия, а затем наблюдать и анализировать результаты. Такой подход позволяет развивать критическое мышление, улучшать навыки анализа данных и принятия решений.

Одной из главных причин изучения движения тел в поле силы тяжести является практическое применение полученных знаний. Знание законов динамики позволяет решать различные инженерные задачи, например, проектирование механизмов, анализ структур и конструкций, разработка космических аппаратов и многое другое. Виртуальные лаборатории предоставляют возможность практического обучения, позволяя учащимся применять теоретические знания на практике и развивать свои навыки инженерного проектирования.

Таким образом, изучение движения тел в поле силы тяжести с использованием виртуальных лабораторий имеет огромное значение для

образования и научных исследований. Оно позволяет студентам углубить свои знания о физических законах, развить навыки анализа и принятия решений, а также применить полученные знания в практических задачах. Виртуальные лаборатории становятся незаменимым инструментом в образовании, помогая учащимся легче и эффективнее освоить сложные законы физики и развить свои технические навыки.

При создании виртуальных лабораторий необходимо было выбрать программное обеспечение, способное обеспечить достаточный уровень интерактивности и реалистичности моделирования движения тел в поле силы тяжести [5-7]. Для этой цели было принято решение использовать язык программирования JavaScript, так как он является одним из самых популярных и широко используемых языков для разработки интерактивных веб-приложений. Мультипарадигменный язык программирования JavaScript имеет большое число преимуществ перед другими языками которые могут использоваться для создания виртуальных лабораторий по физике. JavaScript является стандартным языком программирования для разработки интерактивных веб-приложений и хорошо поддерживается большинством современных браузеров. Это позволяет создавать виртуальные лаборатории, которые могут быть запущены на различных устройствах и операционных системах. JavaScript обладает огромным количеством инструментов и библиотек, которые значительно упрощают создание интерактивных веб-приложений. Например, существуют специализированные библиотеки для моделирования физических явлений, анимации и визуализации данных, что позволяет создавать реалистичные и понятные виртуальные лаборатории для изучения движения тел в поле силы тяжести. JavaScript является относительно простым языком программирования, что позволяет быстро освоить его даже для людей, не имеющих большого опыта в программировании. Это важно при создании виртуальных лабораторий, так

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

как позволяет привлечь большее количество пользователей к изучению физических явлений.

И, наконец, JavaScript обладает хорошей совместимостью с другими технологиями, такими как HTML и CSS. Это позволяет создавать полноценные веб-приложения, которые могут быть легко интегрированы с другими системами и ресурсами. Эта методика была использована авторами статьи при создании виртуальных лабораторий и моделей экспериментальных задач, с которыми можно ознакомиться на сайте, посвященном виртуальным работам по физике [8].

На рис.1. представлен внешний вид авторской виртуальной лаборатории «Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту». Установка электронной лабораторной работы состоит из координатной плоскости, тела и электронного блока. На странице приложения виртуальной физической лаборатории, находящейся по адресу <https://efizika.ru/html5/186/index.html> находится поле для задания и изменения параметров установки, таких как начальная скорость тела и угол к горизонту. Блок управления имеет три интуитивно понятные кнопки «Пуск», «Пауза» и «Сброс». При нажатии на кнопку «Пуск» включается электронный секундомер, и тело начинает движение с начальной уставленной скоростью и под углом к горизонту, установленным на панели управления. Установка является многовариантной и позволяет задавать начальную скорость тела и угол к горизонту броска тела.



Рис. 1. Виртуальная лаборатория «Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту»

В настоящий момент, наиболее актуальной задачей по использованию представленной виртуальной лаборатории, является проверка расчетов углов броска тела для его попадания в точку с заранее заданными координатами.

Если тело брошено с начальной скоростью \vec{v}_0 , составляющий угол α с горизонтом, то оно полетит по криволинейной траектории. Определим форму траектории. Введем координатные оси как показано на рис. 2.

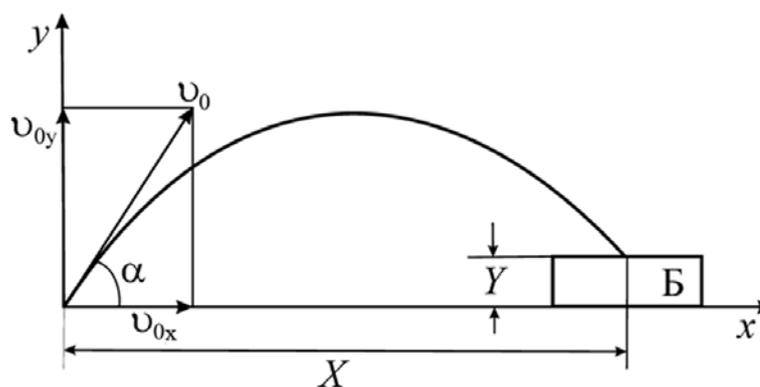


Рис. 2. Траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту

Разложим скорость \vec{v}_0 на две составляющие по координатным осям:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha, \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha.$$

Движение тела можно рассматривать как сумму двух движений:

а) равномерного вдоль горизонтальной оси OX со скоростью

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha.$$

б) (равноускоренного) равнопеременного по вертикальной оси OY .

Ускорение свободного падения направлено вниз (в сторону, противоположную, направлению оси OY), поэтому составляющая скорости по этой оси в любой момент времени равна

$$v_y = v_{0y} - gt \quad \text{или} \quad v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - gt.$$

Координаты x и y как функции времени выразятся так:

$$x = v_{0x}t = v_0t \cdot \cos \alpha; \quad y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}.$$

Исключая из этих выражений время, получим уравнение траектории движения тела, брошенного под углом к горизонту:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

В это выражение угол α входит в виде функций $\operatorname{tg} \alpha$ и $\cos^2 \alpha$. Выразим одну функцию через другую (того же аргумента).

$$\cos^2 \alpha = 1/(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha).$$

Используя последнее выражение уравнение траектории тела, брошенного под углом к горизонту, приведем его к виду

$$\frac{g}{2v_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{1}{x} \operatorname{tg} \alpha + \left(\frac{g}{2v_0^2} + \frac{y}{x^2} \right) = 0.$$

Введем обозначения $\frac{g}{2v_0^2} = A$, $\frac{1}{x} = B$, $\left(\frac{g}{2v_0^2} + \frac{y}{x^2} \right) = C$, получим

квадратное уравнение, в котором неизвестным будет $\operatorname{tg} \alpha$.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

$$A \operatorname{tg}^2 \alpha - B \operatorname{tg} \alpha + C = 0.$$

Решая последнее уравнение относительно $\operatorname{tg} \alpha$, находим

$$\operatorname{tg} \alpha_{1,2} = \frac{B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}.$$

По значениям $\operatorname{tg} \alpha_1$ и $\operatorname{tg} \alpha_2$ находим углы α_1 и α_2 .

На рис. 3. представлен внешний вид следующей виртуальной лаборатории «Изучение движения тела, брошенного горизонтально». Она доступна всем желающим использовать её на занятиях по физике на авторском сайте по адресу: <https://efizika.ru/html5/118/index.html>.

Важной особенностью данной лаборатории является возможность её использования в качестве тренажёра перед выполнением реальной лабораторной работы, входящей в учебную программу физики средней школы. Явления, рассматриваемые в представленных виртуальных лабораториях по изучению движения тел в поле силы тяжести, являются нестационарными, они имеют аналогичные блоки управления, позволяющие изучать процессы в режиме реального времени.

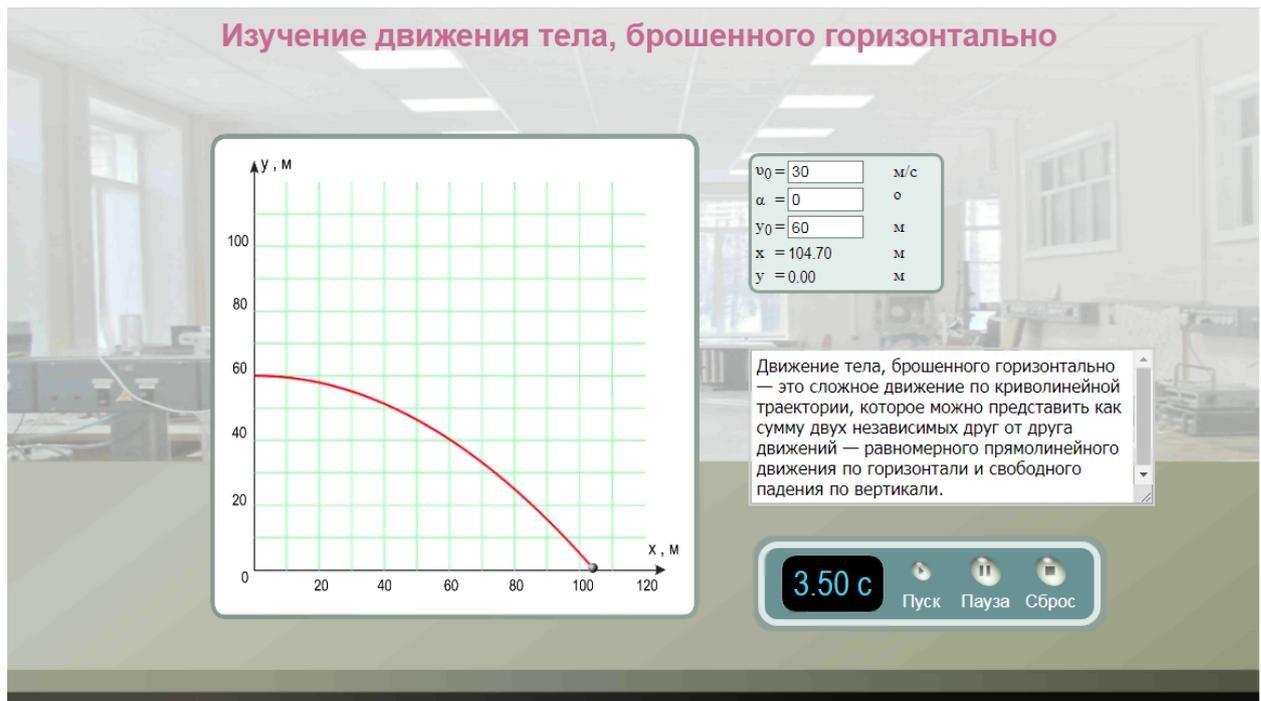


Рис. 3. Виртуальная лаборатория «Изучение движения тела, брошенного горизонтально»

В заключение следует отметить, что виртуальные лаборатории, предназначенные для изучения движения тел в поле силы тяжести, являются эффективным инструментом обучения и позволяют учащимся более глубоко понять физические законы и принципы движения тел в гравитационном поле.

Виртуальные лаборатории способствуют развитию навыков самостоятельной работы и исследовательской активности учащихся. Они предоставляют возможность проводить эксперименты в различных условиях и проверять различные гипотезы, что способствует развитию критического мышления и умения применять полученные знания на практике [9].

Важным аспектом виртуальных лабораторий является их доступность. Благодаря интернету и современным технологиям, такие лаборатории могут быть использованы учащимися из разных регионов и учебных заведений. Это позволяет расширить границы классического образования и дать возможность каждому ученику получить доступ к качественному обучению.

Тем не менее, необходимо отметить, что виртуальные лаборатории не заменяют полноценной лабораторной работы. Физический эксперимент и непосредственное взаимодействие с объектами имеют свою ценность и способствуют лучшему усвоению материала. Поэтому виртуальные лаборатории следует рассматривать как дополнение к традиционным методам обучения [10].

Для создания виртуальной лаборатории с интерактивными элементами был использован язык JavaScript, который позволяет эффективно манипулировать с элементами DOM веб-страницы [11].

В целом, виртуальные лаборатории по изучению движения тел в поле силы тяжести являются эффективным и инновационным инструментом обучения. Они позволяют учащимся лучше понять и применить физические законы и принципы, а также развить навыки самостоятельной работы и исследовательской активности. Развитие и совершенствование таких лабораторий имеет большое значение для современной образовательной системы.

Библиографический список:

1. Franklin R., Smith Ju. Practical assessment on the run iPads as an effective mobile and paperless tool in physical education and teaching. *Research in Learning Technology*, 2015, vol. 23: 27986.
2. De Jong T., Linn M.C., Zacharia C.Z. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education//*Science*, 2013. V. 340. Apr 19. pp. 305-308.
3. Баранов А.В. Виртуальные проекты студентов в физическом лабораторном практикуме профильного лицея/ Баранов А.В., Борыняк Л.А., Заковряшина О.В. // *Открытое и дистанционное образование*. – 2014. – №2(54). – С. 40-44.

4. Тарасова Л.И. Применение цифровых образовательных ресурсов на уроках физики /Тарасова Л.И., Гришин М.Ю.// Вестник Марийского государственного университета, 2009. – №3.

5. Девяткин Е.М. Использование технологии программируемой flash-анимации для моделирования механических колебаний. // Сборник научных статей международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования», Барнаул, 20-24 октября, 2015. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – С. 917-920.

6. Гарифуллин Р.И. Электронный комплекс виртуальных лабораторных установок по механике и молекулярной физике/ Гарифуллин Р.И. Девяткин Е.М. // Сборник научных статей международной молодежной школы-семинара «Ломоносовские чтения на Алтае», Барнаул, 5-8 ноября, 2013: в 6 ч. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – Ч.III. – С. 309-311.

7. Девяткин Е.М. Реализация интерактивного обучения при решении физических задач повышенной сложности/ Девяткин Е.М., Хасанова С.Л. //Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29499> (дата обращения: 16.05.2020).

8. Виртуальные лабораторные работы по физике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://efizika.ru> (дата обращения: 09.01.24).

9. Боброва Л.Н., Никулова Г.А. Физико-математический профиль обучения в школе: необходимые когнитивные навыки и способности // Психолого-педагогический поиск. – 2022. – № 4 (64). С. 93-105.

10. Devyatkin E.M. Virtual interactive laboratory assignments and experiments in physics in the system of education // Proceedings of the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). Novosibirsk: NSTU NETI, 2018. Vol. 1. P. 255-258. doi:10.1109/APEIE.2018.8545019.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

11. Вильданов А.Н. Построение интерактивных тестовых заданий по высшей алгебре с помощью mathjax / А. Н. Вильданов // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 12-2. – С. 301-305. – doi: 10.17513/snt.39476.

Оригинальность 89%