

УДК 37

DOI 10.21661/r-114029

*М.В. Маркушевич*

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СВОБОДНЫХ  
ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ OPENOFFICE.CALC КАК ОДИН  
ИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПРЕДМЕТАМ ФИЗИКО-  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА В ОСНОВНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

*Аннотация:* в статье подробно рассматривается использование такого современного метода обучения, как компьютерное моделирование, применительно к моделированию различных видов механического движения материальной точки в свободных электронных таблицах OpenOffice.org Calc при конструировании учебных занятий по физике и информатике в основной и средней школе. Особое внимание обращено на использование компьютерного моделирования, интегрированного с другими современными методами обучения.

*Ключевые слова:* компьютерное моделирование, электронные таблицы, OpenOffice, движение тела, брошенного горизонтально, свободное программное обеспечение, интегрированный метод обучения.

*M.V. Markushevich*

**COMPUTER MODELING IN FREE SPREADSHEETS OPENOFFICE.CALC  
AS ONE OF THE MODERN METHODS OF TEACHING PHYSICS  
AND MATHEMATICS CYCLE SUBJECTS IN PRIMARY  
AND SECONDARY SCHOOLS**

*Abstract:* the article details the use of such modern method of training as computer simulation applied to modelling of various kinds of mechanical motion of a material point in the free spreadsheet OpenOffice.org Calc while designing physics and computer science lessons in primary and secondary schools. Particular attention is paid to the application of computer modeling integrated with other modern teaching methods.

**Keywords:** *computer modeling, spreadsheets, OpenOffice, movement of the body thrown horizontally, freeware, integrated teaching method.*

Одним из очевидных трендов современного образования, обусловленным новыми требованиями стандартов к образовательным результатам изучения предметов физико-математического цикла, к повышению качества образования, развитием содержания школьного образования по физике и информатике, переходом к новой информационной образовательной среде, увеличением арсенала электронных образовательных ресурсов, используемых в современной школе, является использование современных методов обучения.

Хотя в прошлых работах автор рассматривал достаточно сложные, компьютерные модели различных видов механического движения [11; 13], в настоящей работе хотелось бы изучить использование метода компьютерного моделирования интегрировано с другими современными методами обучения во все своем многообразии при конструировании уроков предметов физико-математического цикла и, кроме того, продемонстрировать работу с компьютерными моделями движения двух тел, позволяющей оценивать их взаимное положение в пространстве.

Почему в фокусе настоящей работы находится именно метод обучения? С точки зрения автора, в педагогической деятельности крайне важен правильный выбор применяемого метода обучения, так как конечный результат деятельности человека в любой ее форме: научной, педагогической, практической и т. п. — определяется не только тем, каков ее субъект или какова специфика ее объекта, но в существенной мере зависит от того, каким образом совершается данный процесс, какие способы, приемы и средства при этом применяются [2].

В широком смысле слова «метод можно рассматривать как некоторую систематическую процедуру, которая состоит из последовательности определенных операций, применение которых приводит либо к достижению поставленной цели, либо приближает к ней» [9]. Это можно рассматривать как общепедагогическое определение метода.

Следует отметить, что в дидактике существуют различные подходы к определению понятия «метода обучения», которые естественным образом вытекают из приведенного выше философского определения, а именно:

- 1) способ деятельности учителя и обучающихся;
- 2) совокупность приемов работы;
- 3) путь, по которому учитель ведет обучающихся от незнания к знанию;
- 4) система действий учителя и обучающихся и др.

Так, согласно И.Я. Лернеру, метод обучения как способ достижения цели обучения представляет собой систему последовательных и упорядоченных действий учителя, организующего с помощью определенных средств практическую и познавательную деятельность обучающихся по усвоению социального опыта, при этом деятельность учителя обусловлена целью обучения, закономерностями усвоения и характером учебной деятельности школьников [1]. М.И. Махмутов утверждает, что метод обучения – это система регулятивных принципов и правил организации педагогически целесообразного взаимодействия педагога и обучающихся, применяемая для определенного круга задач обучения, развития и воспитания. Он выделяет в методах обучения две стороны: внешнюю и внутреннюю. Внешняя сторона отражает то, каким способом действует учитель, а внутренняя – какими правилами он руководствуется.

В целом большинство педагогов рассматривают методы обучения как способы упорядоченной взаимосвязанной деятельности учителя и обучающихся, направленные на решение комплекса задач образовательного процесса.

Реализация системно-деятельностного подхода к обучению информатике как методологической основы ФГОС общего образования предусматривает широкое использование в образовательном процессе современных методов обучения, таких как:

1. Компьютерное моделирование (симуляция).
2. Метод информационного ресурса.
3. Разбор проблемных ситуаций в дискуссии.
4. Метод проектов.

5. Фронтальное обучение в диалоговом режиме.

6. Дидактические игры [1].

Среди вышеперечисленных современных методов обучения информатике хотелось бы выделить компьютерное моделирование как наиболее универсальный общенаучный метод, который можно использовать интегрировано с другими частнонаучными методами обучения, а именно – с методом проектов, фронтальным обучением в диалоговом режиме, разбором проблемных ситуаций в дискуссии, дидактическими играми и другими. При этом при интеграции метода моделирования с другими методами обучения основой в любом случае будет оставаться создание и исследование компьютерной модели, но под разными углами зрения на данный процесс.

Например, в случае интеграции метода моделирования с методом проектов мы получаем исследовательский проект, в ходе которого учащийся создает компьютерную модель какой-либо системы, процесса или явления (физического, биологического или социального) и затем всесторонне тщательно изучает созданную модель при разных значениях параметров, характеризующих состояние исследуемой системы.

В случае интеграции метода компьютерного моделирования с методом фронтального обучения в диалоговом режиме можно рассмотреть сценарий урока, на котором преподаватель задает учащимся в классе наводящие вопросы, на которые они ищут ответы, совершая те или иные действия с компьютерной моделью, имеющейся в их распоряжении. При этом урок строится по заранее продуманной учителем схеме, когда он преподает учебный материал, ведя учащихся от одного самостоятельно сделанного ими вывода к другому.

В случае интеграции метода компьютерного моделирования с методом разбора проблемной ситуации в дискуссии возможна реализация такого сценария урока, при котором учащиеся имеют возможность разобраться в проблемной ситуации с помощью исследования предоставленной им преподавателем готовой компьютерной модели. При этом какой именно виртуальный эксперимент необходимо провести с моделью, учащиеся определяют для себя самостоятельно.

В случае интеграции метода компьютерного моделирования с методом дидактической игры можно предложить вариант, при котором учащимися создается модель, предполагающая симуляцию движения двух тел, которыми управляют разные игроки. В процессе данной дидактической игры участники поочередно меняют определенные параметры, характеризующие движение соответствующего тела, стремясь достичь выигрышной ситуации.

В основе метода моделирования лежит умозаключение по аналогии. Модель (от лат. *modulus* – мера, мерило, образец, норма) – аналог оригинала как определенного фрагмента реальности. Этот аналог является своеобразным «заместителем» оригинала в познании и практике и служит для расширения знания об оригинале, для конструирования оригинала или для преобразования или управления им [2].

В настоящей работе рассматриваются компьютерные физические модели, а именно модели различных видов механического движения материальной точки. Использование метода компьютерного моделирования обосновано тем, что непосредственное изучение различных видов механического движения тел технически весьма сложно, так как требует различных технических средств фиксации местоположения тела в различные моменты времени, например, высокоскоростной видеосъемки. Очевидно, что в распоряжении школьных лабораторий таких средств на настоящий момент нет.

В нашем случае компьютерное моделирование используется для расширения знания о характере изучаемого вида механического движения, для более тщательного и всестороннего его рассмотрения и визуализации зависимости различных параметров данного вида движения от времени.

Сущность компьютерного моделирования, как уже отмечалось, заключается в замене оригинала его математической моделью (уравнениями, описывающими движение материальной точки и т. п.), воплощаемой в какой-либо программной среде и обрабатываемой в дальнейшем с помощью компьютерной техники.

Важно отметить, что компьютерное моделирование относится к группе методов, которые можно уподобить алгоритмам математики. В этих методах задан

строгий порядок исследовательских операций, который приводит к желаемому результату. Рассмотрим более подробно основные этапы разработки и исследования компьютерной модели [3]:

1. Описательная информационная модель.
2. Формализованная модель.
3. Выбор программной среды моделирования.
4. Создание компьютерной модели в выбранной среде.
5. Исследование компьютерной модели в ходе виртуального эксперимента.
6. Анализ полученных результатов виртуального эксперимента.
7. Доработка и корректировка компьютерной модели.

При чем, как будет показано ниже, некоторые этапы могут объединяться и/или повторяться несколько раз в процессе разработки и исследования модели.

Именно высокий уровень алгоритмичности и технологичности метода компьютерного моделирования делает его привлекательным для регулярного использования в учебном процессе по таким предметам как физика, математика и информатика.

#### *Компьютерная симуляция в «чистом» виде*

В первую очередь классифицируем метод компьютерной симуляции (моделирования).

По характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся (В.А. Сластенин, М.М. Новик и др.) компьютерное моделирование относится к интерактивным методам, предполагающим широкое взаимодействие учеников не только с учителем, но и друг с другом, при этом доминирование активности обучающихся в процессе обучения, а учитель чаще выступает лишь в роли организатора процесса обучения, лидера группы, создателя условий для инициативы обучающихся.

По типу (характеру) познавательной деятельности (И.Я. Лернер, М.П. Скаткин и др.) метод компьютерного моделирования можно отнести либо к частично-поисковым методам, при использовании которых учитель расчленяет проблему

на подпроблемы, намечает шаги поиска, а обучающиеся осуществляют отдельные шаги поиска ее решения под руководством учителя, который мотивирует действия обучаемых, контролирует их выполнение, либо к исследовательским методам, при использовании которых ученик сам ставит перед собой проблему и ее решает, т. е. реализуется творческая деятельность ученика.

По источникам передачи и характеру восприятия информации (Е.Я. Голант, И.Т. Огородников и др.) метод компьютерного моделирования можно отнести к практическим методам.

При классификации в зависимости от конкретных дидактических задач (Б.П. Есипов и др.) метод компьютерного моделирования, с точки зрения автора, можно одновременно отнести к категориям объяснения и закрепления материала.

В настоящей работе мы будем обращаться к компьютерному моделированию или симуляции ниже в разделе «метод проектов». Но метод компьютерного моделирования совершенно не обязательно использовать именно в форме проектной деятельности, хотя, с точки зрения автора, проект – наиболее подходящая среда для полного раскрытия возможностей столь мощного инструмента как компьютерное моделирование. Мы вполне можем использовать элементы компьютерной симуляции при разработке обычных урочных занятий, проводимых в форме лекции или семинара.

В данном случае, с точки зрения автора, преподавателю оптимально использовать достаточно простые, уже готовые, компьютерные модели в режиме демонстрации с помощью мультимедийного проектора или интерактивной доски, так как сложные модели, создаваемые самими учащимися, требуют интеграции метода компьютерного моделирования с другими методами обучения.

Приведем пример использования компьютерной модели движения тела, брошенного вертикально вверх, в ходе урока физики.

В курсе физики 9-го класса при изучении раздела механики «Свободное падение тел» изучаются различные виды свободного падения тел, в том числе и

движение тела, брошенного вертикально вверх. Этот вид механического движения относится к наиболее простым, так как форма траектории его движения – это прямая линия, но при несколько необычном и более глубоком взгляде на процесс у учащихся могут возникать сомнения, которые можно легко разрешить, применяя метод компьютерной симуляции.

### *Описательная информационная модель*

Рассмотрим кинематику тела, брошенного вертикально вверх в вакууме с высоты  $H$  и с начальной скоростью  $V_0$ .

### *Формализованная модель*

Направим ось  $y$  вертикально вверх, поместим начало отсчета  $0$  на земле, расположим тело на высоте  $H$  над землей, придадим ему начальную скорость  $V_0$ . Результат можно увидеть на рисунке 1.

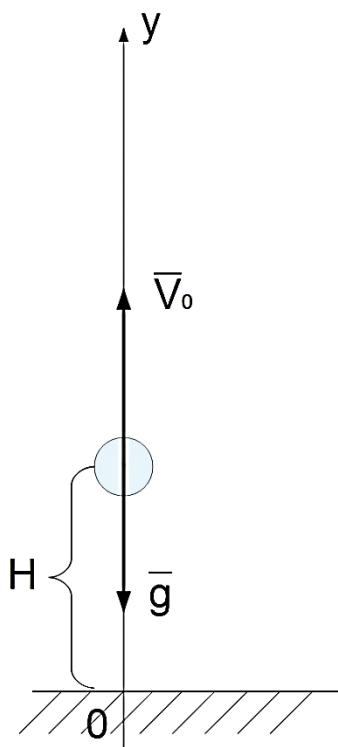


Рис. 1. Схема движения тела, брошенного вертикально вверх

Запишем уравнение (1) зависимости координаты тела от времени и уравнение (2) зависимости скорости тела от времени:

$$y = H + v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

$$v = v_0 - gt \quad (2)$$



*Выбор программной среды моделирования*

Какую же программную среду рационально выбрать для компьютерного моделирования физических процессов, рассматриваемых в разделах кинематика и динамика? Очевидно, что наиболее подходящим для данных целей являются:

1. Визуальный язык программирования.
2. Динамические электронные таблицы.

Основным недостатком какого-либо языка программирования является то факт, что для его эффективного использования для компьютерного моделирования им надо владеть практически в совершенстве. К сожалению, такими компетенциями в области использования информационно-коммуникационных технологий (далее ИКТ-компетенции) обладают далеко не все учащиеся старших классов.

Электронные таблицы, в свою очередь, к середине 10-го класса обычно уже достаточно хорошо освоены в ходе изучения основного курса информатики [3]. Кроме того, электронные таблицы – значительно более простое программное средство, нежели среда визуального программирования. Таким образом, с точки зрения авторов, целесообразно выбрать именно электронные таблицы в качестве среды для создания компьютерных моделей.

Обычно в нашем распоряжении на рабочих компьютерах в школах находятся электронные таблицы Excel из офисного пакета Microsoft Office, но, в случае их использования для учебного процесса, этот выбор не будет оптимальным, так как MS Excel:

1. Относится к платному программному обеспечению.
2. Обычно поставляется в составе офисного пакета Microsoft Office.
3. Может использоваться только под операционными системами семейства Windows или Mac OS X.

4. Системные требования к Microsoft Office 2013: 1 гигабайт ОЗУ (32-разрядный выпуск); 2 гигабайта ОЗУ (64-разрядный выпуск), 3,0 гигабайта свободного места на жестком диске [4].

Иными словами, при использовании в качестве среды для моделирования электронных таблиц Excel, мы не сможем предлагать учащимся работать с компьютерной моделью дома, так как в случае отсутствия у них данного программного обеспечения предложение купить его или обновить домашний компьютер до 2 гигабайт оперативной памяти будет звучать несколько вызывающе в устах преподавателя физики, а в случае использования учащимися дома операционной системы семейства Linux или FreeBSD, OpenBSD установить Excel будет в принципе невозможно.

Какую же альтернативу можно предложить? Такой альтернативой является свободное кроссплатформенное программное обеспечение, например, электронные таблицы OpenOffice.Calc. Электронные таблицы OpenOffice.Calc представляют из себя достаточно мощный программный инструмент для выполнения вычисления с большим объемом числовой информации, имеют встроенные функции различных типов: статистические, математические, логические и т. п. Выбор авторами именно OpenOffice.Calc обусловлен тем фактом, что этот элемент офисного пакета OpenOffice.org принадлежит к бесплатному программному обеспечению и, кроме того, может быть установлен под наиболее распространенными в нашей стране семействами операционными системами, а именно:

1. Windows.
2. MacOS X.
3. Linux.

Еще одним важным доводом в пользу выбора электронных таблиц OpenOffice.Calc является их нетребовательность к параметрам аппаратного обеспечения, минимальные системные требования для установки следующие [5]:

1. 256 мегабайт оперативной памяти (рекомендовано 512 Мб).
2. 650 мегабайт свободно на жестком диске.
3. Разрешение экрана – 1024 x 768 или выше.

В настоящий момент на сайте проекта <http://www.openoffice.org/download/> доступна для свободного скачивания версия OpenOffice 4.1.2, распространяемая

по лицензии, подразумевающей бесплатное использование как в коммерческих, так в учебных или личных целях.

Обратите внимание на тот факт, что использование в качестве среды моделирования свободных электронных таблиц OpenOffice.Calc дает возможность преподавателю рекомендовать учащимся их установку на домашние компьютеры вне зависимости от того, под какими операционными системами они работают и какого они года выпуска. Кроме того, попутно решается задача формирования правовой грамотности учащихся, развития их информационной культуры, того метапредметного результата обучения, который в ФГОС ООО сформулирован следующим образом: формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий.

Возникает надежда, что учащиеся, хорошо знакомы на практике с использованием свободного программного обеспечения в дальнейшем не будут нарушать авторские и другие смежные права и устанавливать на свои компьютеры взломанное проприетарное программное обеспечение, одновременно подвергая их риску заражения различным вредоносным программным обеспечением.

#### *Создание компьютерной модели в выбранной среде*

Приступим к созданию компьютерной модели изучаемого нами процесса в электронных таблицах OpenOffice.Calc. Причем модель будет иметь такую особенность: в ней мы будем рассчитывать координаты  $y_1$  и  $y_2$ , а также скорости  $v_1$  и  $v_2$  для двух тел, брошенных одновременно с разных высот и разной начальной скоростью.

Опустим подробное описание технологии создания компьютерной модели в электронных таблицах, так как в настоящем случае модель крайне проста, приведем лишь изображение готовой модели в режиме отображения формул на рисунке 2.

тело брошенное вверх.ods - OpenOffice Calc

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Найти

Arial 10 Ж К Ч

N29

	A	B	C	D	E	F
1	t, c	0	1	2	3	4
2	y <sub>1</sub>	=B\$8+B\$9*B1-9,8*B1^2/2	=B\$8+B\$9*C1-9,8*C1^2/2	=B\$8+B\$9*D1-9,8*D1^2/2	=B\$8+B\$9*E1-9,8*E1^2/2	=B\$8+B\$9*F1-9,8*F1^2/2
3	y <sub>2</sub>	=E\$8+E\$9*B1-9,8*B1^2/2	=E\$8+E\$9*C1-9,8*C1^2/2	=E\$8+E\$9*D1-9,8*D1^2/2	=E\$8+E\$9*E1-9,8*E1^2/2	=E\$8+E\$9*F1-9,8*F1^2/2
4	v <sub>1</sub>	=B\$9-9,8*B1	=B\$9-9,8*C1	=B\$9-9,8*D1	=B\$9-9,8*E1	=B\$9-9,8*F1
5	v <sub>2</sub>	=E\$9-9,9*B1	=E\$9-9,9*C1	=E\$9-9,9*D1	=E\$9-9,9*E1	=E\$9-9,9*F1
6						
7						
8	H <sub>1</sub> =	20 м		H <sub>2</sub> =	30 м	
9	v <sub>01</sub> =	10 м/с		v <sub>02</sub> =	15 м/с	
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Рис. 2. Компьютерная модель движения двух тел, брошенных вертикально вверх, в режиме отображения формул

### Исследование компьютерной модели в ходе виртуального эксперимента

Так как предполагается, что вышеуказанная компьютерная модель будет использоваться преподавателем в ходе урока физики, проходящего в форме лекции или семинара, то первой демонстрацией может быть построение графиков зависимости координаты и скорости какого-либо из рассматриваемых тел на одной координатной плоскости.

Для первого тела при высоте броска  $H = 20$  м начальной скорости  $v_{01} = 40$  м/с получается следующий график:

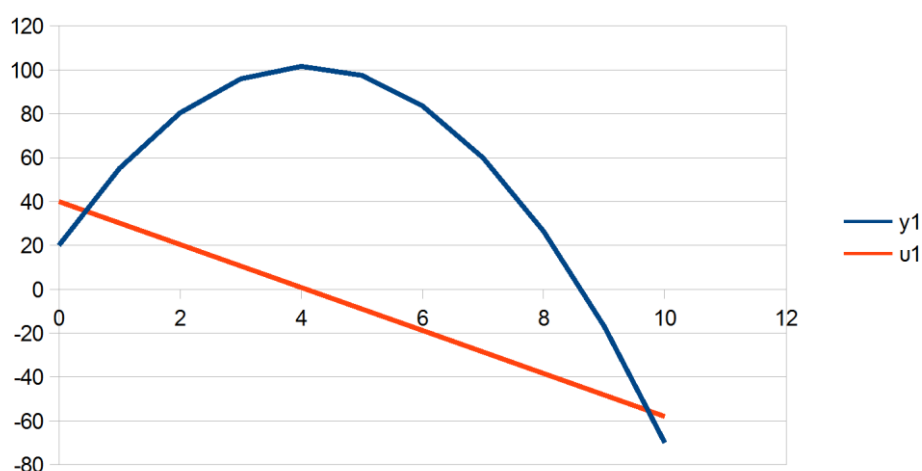


Рис. 3. Графики зависимости координаты  $y$  и скорости  $v_1$  первого тела от времени  $t$

*Анализ полученных результатов виртуального эксперимента*

В результате анализа графиков, приведенных на рисунке 3 можно сделать следующие очевидные выводы:

1. В момент достижения телом наивысшей точки своей траектории скорость его будет равна нулю.

2. До момента достижения телом наивысшей точки траектории скорость будет положительная и будет линейно убывать.

3. После прохождения телом наивысшей точки траектории его скорость становится отрицательной и увеличивается по модулю.

4. Время подъема тела до наивысшей точки траектории не равно времени падения тела на землю в виду того, что тело стартовало с некоторой высоты  $H$ , не равной нулю.

5. Время подъёма тела до наивысшей точки траектории составит примерно 4 секунды, время падения тела на землю – примерно 4,6 секунды.

6. Координата наивысшей точки траектории тела – примерно 103 метра.

7. Скорость тела в момент его падения на землю составит примерно – 45 м/с.

Далее, используя созданную нами компьютерную модель, можно сравнить характеристики движения двух тел, брошенных вертикально с одной высоты, но с разными начальными скоростями. Данные графики приведены на рисунке 4 ниже.

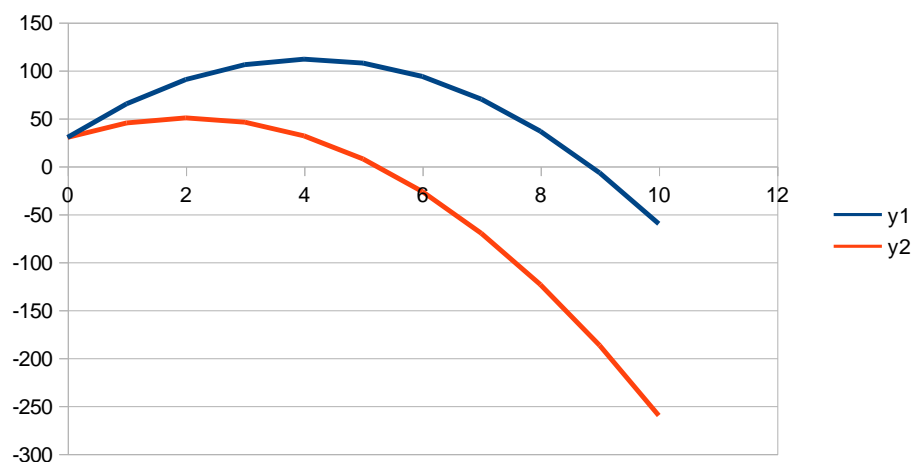


Рис. 4. Графики зависимости координаты тел  $y_1$  и  $y_2$ , брошенных вверх с высоты 30 метров, с начальными скоростями 40 м/с и 20 м/с соответственно, от времени  $t$

Проанализируем полученные графики. Очевидно, что при увеличении начальной скорости броска возрастают значения максимальной высоты подъема тела, общее полетное время, время подъема тела до наивысшей точки траектории и время падения тела на землю.

Развитие умения проводить аналогичный приведенному здесь экспресс-анализ графика какого-либо физического процесса очень важно для учащихся, относится к метапредметным результатам обучения, достигнутым в ходе данного урока.

Рассмотрим более подробно возможные технологии интеграции метода компьютерного моделирования с другими современными методами обучения информатике.

*Компьютерное моделирование + разбор проблемных ситуаций в дискуссии*

Начнем, как обычно, с классификации данного интегрированного метода обучения:

- по характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся рассматриваемый метод можно отнести к интерактивным методам;
- по типу (характеру) познавательной деятельности – к исследовательским методам;

- по основным компонентам деятельности учителя (Ю. К. Бабанский и др.) – к методам формирования интереса к обучению;
- по источникам передачи и характеру восприятия информации – к практическим;
- по дидактическим задачам – к методам, связанным с объяснением и закреплении материала.

Дискуссии проводятся как групповое обсуждение проблем по заранее заданным темам. Автору представляется разумным перед началом дискуссии предлагать учащимся какую-либо проблемную ситуацию, которая потенциально может быть интересна и разрешима для данного класса.

Примером использования метода разбора конкретных ситуаций в дискуссии может быть продолжение урока, который мы рассматривали в предыдущем разделе, посвященном моделированию движения тела, брошенного вертикально вверх, в электронных таблицах.

Для создания проблемной ситуации, начала дискуссии, учитель ставит весьма простой по существу вопрос, но ответ на который неочевиден. Вопрос звучит так: «Могут ли два тела, брошенных одновременно вертикально вверх с одной высоты, но с разными начальными скоростями встретиться в полете?».

Если ответ неочевиден, то давайте воспользуемся мощным средством, имеющимся в наших руках – компьютерной моделью. Зададим одинаковые высоты броска  $H_1$  и  $H_2$ , например, 30 метров, и разные начальные скорости тел, например, 20 и 40 м/с соответственно для первого и второго тела.

В результате мы получим графики зависимости координаты от времени для двух тел, брошенных одновременно вертикально вверх с одной высоты, но с разными начальными скоростями, приведенные на рисунке 4.

Достаточно даже беглого взгляда на этот график для того, чтобы сделать следующий вывод: два тела, брошенных одновременно вверх с одной высоты, но с разными начальными скоростями встретиться в полете не могут. Как видно из исследования компьютерной модели, с течением времени полета расстояние между ними будет постоянно увеличиваться.

Перейдем к следующему вопросу, определяющему дискуссию, ответ на который также неочевиден при всей простоте вопроса, а именно: «Сколько раз могут встретиться в полете два тела, брошенных одновременно вертикально вверх с разных высот и с разными начальными скоростями?».

Для ответа на поставленный вопрос придется провести более тщательный анализ нашей модели, чем в первом варианте. Здесь приходится варьировать не только начальной скоростью, но и высотой броска. Рассмотрим все возможные случаи.

### *Вариант №1.*

Высота броска первого тела больше высоты броска второго и начальная скорость первого больше начальной скорости второго тела. Для этого варианта получаем такие графики:

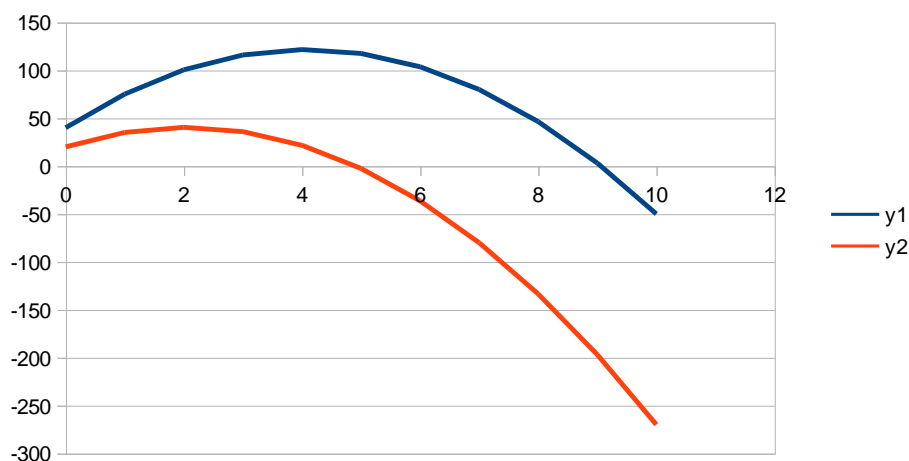


Рис. 5. Графики зависимости координаты тел  $y_1$  и  $y_2$ , брошенных вверх с высоты 40 и 20 метров, с начальными скоростями 40 м/с и 20 м/с соответственно, от времени  $t$

Очевидно, что в таком случае тела в воздухе никогда не встретятся, расстояние между ними в полете будет постоянно увеличиваться.

### *Вариант №2.*

Высота броска первого тела больше высоты второго, а начальные скорости тел равны между собой. Для этого варианта получаем такие графики (рис. 6).



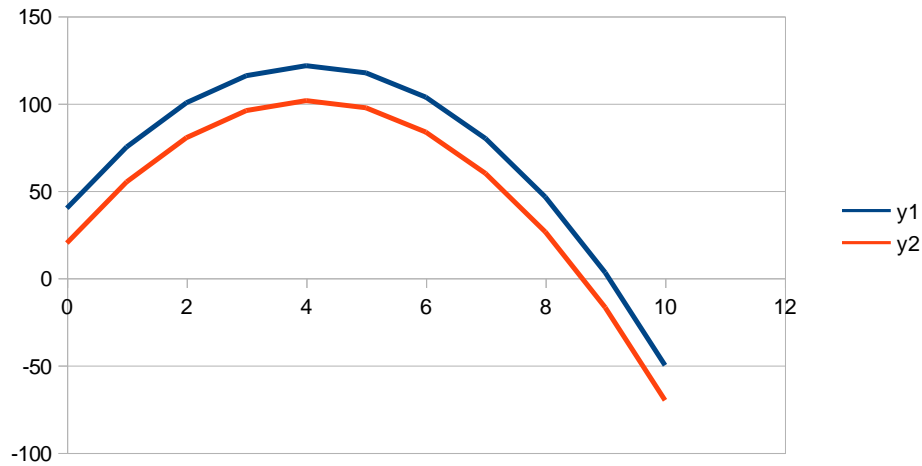


Рис. 6. Графики зависимости координаты тел  $y_1$  и  $y_2$ , брошенных вверх с высоты 40 и 20 метров, с одинаковыми начальными скоростями 40 м/с от времени  $t$

Очевидно, что в таком случае тела в воздухе никогда не встретятся, расстояние между ними в полете будет постоянным.

### Вариант №3.

Высота броска первого тела больше высоты броска второго, а начальная скорость второго несколько больше начальной скорости первого. Для этого варианта получаем такие графики:

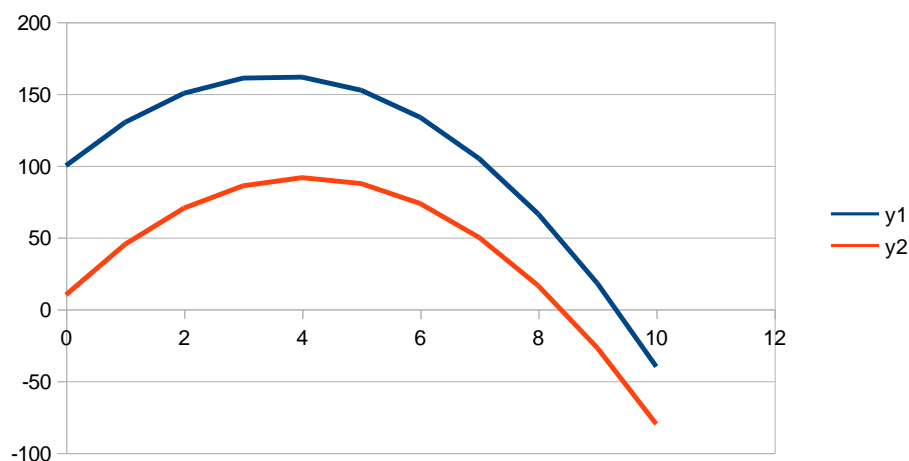


Рис. 7. Графики зависимости координаты тел  $y_1$  и  $y_2$ , брошенных вверх с высоты 100 и 10 метров соответственно, с начальными скоростями  $v_1$  и  $v_2$  35 и 40 м/с соответственно, от времени  $t$

При анализе данного графика видно, что расстояние между телами в полете постоянно сокращается, но встреча в воздухе так и не успевает произойти, второе тело падает на поверхность Земли.

#### Вариант №4.

Высота броска первого тела больше высоты броска второго, а начальная скорость второго значительно больше начальной скорости первого. Для этого варианта получаем такие графики:

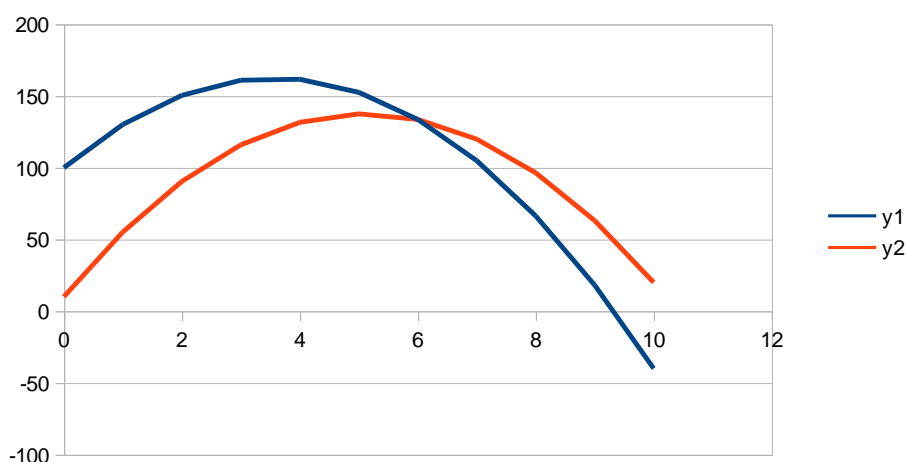


Рис. 8. Графики зависимости координаты тел  $y_1$  и  $y_2$ , брошенных вверх с высоты 100 и 10 метров соответственно, с начальными скоростями  $v_1$  и  $v_2$  35 и 50 м/с соответственно, от времени  $t$

При анализе данного графика видно, что расстояние между телами в полете сокращается до момента их встречи, а затем постоянно увеличивается. И так, только в этом варианте происходит одна встреча тел в полете.

Проведенный анализ всех возможных вариантов приводит к выводу, что два тела, брошенных одновременно вертикально вверх с разных высот и с разными начальными скоростями, могут либо не встретиться в полете, либо встретиться один раз. Из исследования компьютерной модели видно, что *две и более встречи этих тел в полете невозможны*.

К данному выводу мы пришли в ходе всестороннего рассмотрения проблемной ситуации в процессе дискуссии и исследования компьютерной модели.

*Компьютерное моделирование + метод проектов*

Классифицируем рассматриваемый интегрированный метод обучения по различным критериям:

- по характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся рассматриваемый метод можно отнести к интерактивным методам;
- по типу (характеру) познавательной деятельности – к частично-поисковым или к исследовательским методам;
- по основным компонентам деятельности учителя (Ю.К. Бабанский и др.) – к методам формирования интереса к обучению;
- по источникам передачи и характеру восприятия информации – к практическим;
- по дидактическим задачам – к методам, связанным с закреплением материала.

Метод проектов – это способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технология), которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом (проф. Е.С. Полат); это совокупность приёмов, действий учащихся в их определённой последовательности для достижения поставленной задачи – решения проблемы, лично значимой для учащихся и оформленной в виде некоего конечного продукта.

Основное предназначение метода проектов состоит в предоставлении учащимся возможности самостоятельного приобретения знаний в процессе решения практических задач или проблем, требующего интеграции знаний из различных предметных областей. Если говорить о методе проектов как о педагогической технологии, то эта технология предполагает совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов, творческих по своей сути. Преподавателю в рамках проекта отводится роль тьютора, координатора, эксперта, консультанта [7].

Для иллюстрации использования метода проектов при преподавании информатики в старших классах приведем проект по теме «Компьютерное моделирование движения тела, брошенного горизонтально, в электронных таблицах».

Целью предлагаемого проекта является: дать возможность учащемуся почувствовать изучаемый процесс или явление, понять его не поверхностно, а во всей его полноте и глубине, на доступном школьнику уровне. Для этого будем использовать, во – первых метод компьютерного моделирования изучаемого процесса, а во – вторых, некоторый необычный угол зрения на это явление или процесс.

### *Описательная информационная модель*

Рассмотрим движения тела, брошенного горизонтально с начальной скоростью  $V_0$  с высоты  $H$  над уровнем земли.

Данный вид движения является более сложным по сравнению с движением тела, брошенного вертикально, так как траекторией движения тела в данном случае является парабола, а не прямая линия как в случае движения тела, брошенного вертикально вверх. Именно этот факт делает создание и изучение компьютерной модели движения такого движения более объемным, так как придется рассматривать как график, отражающий реальную траекторию тела, так и график зависимости координаты  $y$  тела от времени.

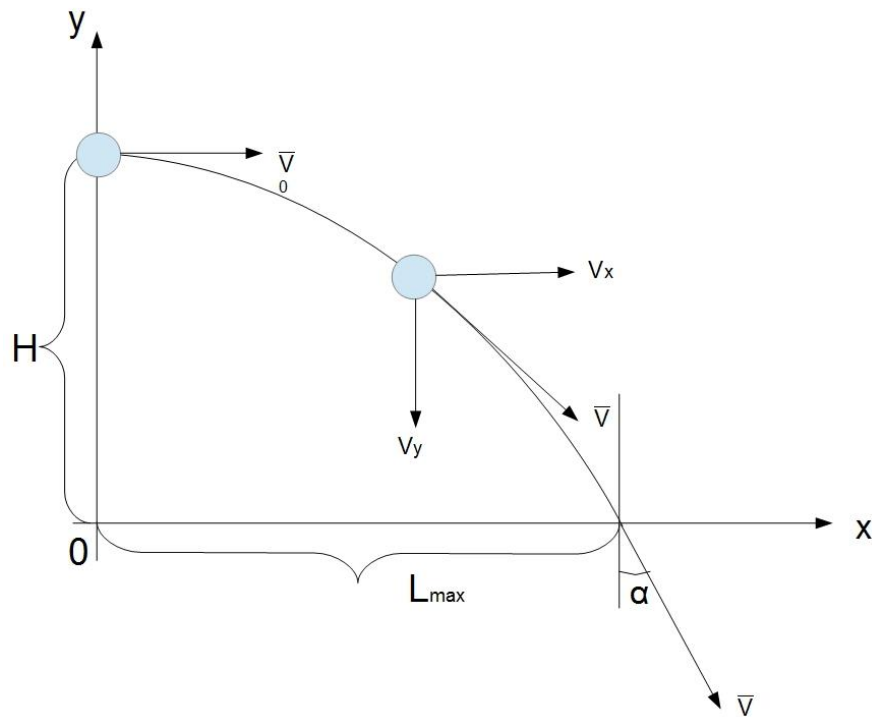


Рис. 9. Схема движения тела, брошенного горизонтально

### Формализованная модель

Для описания движения тела, брошенного горизонтально определимся с системой координат – начало координат  $O$  разместим под точкой, откуда производится бросок тела. Горизонтальную ось  $x$  направим вправо, а вертикальную ось  $y$  вверх через начальное положение тела. Начальную скорость тела обозначим  $V_0$ , высоту, с которой производится бросок –  $H$ , скорость тела в произвольный момент времени  $t$  – обозначим  $V$ , проекцию скорости  $V$  на ось  $x$  – обозначим  $V_x$ , проекцию скорости  $V$  на ось  $y$  – обозначим  $V_y$ , максимальную дальность броска –  $L_{\max}$ ,  $\alpha$  – угол падения тела (угол между вектором скорости и вертикалью в точке падения).

Кратко актуализируем знания по кинематике тела, брошенного горизонтально. Координата  $x$  рассматриваемого тела будет определяться по формуле 3:

$$x = V_0 t \quad (3)$$

Координата  $y$  будет определяться по формуле 4:

$$y = H - \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

Проекция скорости тела, брошенного горизонтально, на ось  $x$  в любой момент времени движения будет постоянна и равна  $V_0$ .

Проекция скорости тела, брошенного горизонтально, на ось  $y$  будет определяться по формуле 5:

$$V_y = -gt \quad (5)$$

Модуль скорости тела  $V$  будет определяться по формуле 6:

$$V = \sqrt{V_0^2 + g^2 t^2} \quad (6)$$

### *Создание компьютерной модели в выбранной среде*

Перейдем непосредственно к созданию компьютерной модели в выбранной ранее нами программной среде – в свободных электронных таблицах OpenOffice Calc. С учетом формул (3), (4), (5), (6), в режиме отображения формул наша компьютерная модель может выглядеть следующим образом:

	A	B	C	D	E	F	G
1	t, с	0	1	2	3	4	5
2	x	=B\$10*B1	=B\$10*C1	=B\$10*D1	=B\$10*E1	=B\$10*F1	=B\$10*G1
3	y	=B\$11-4,9*B1^2	=B\$11-4,9*C1^2	=B\$11-4,9*D1^2	=B\$11-4,9*E1^2	=B\$11-4,9*F1^2	=B\$11-4,9*G1^2
4	Vx	=B\$10	=B\$10	=B\$10	=B\$10	=B\$10	=B\$10
5	Vy	=9,8*B1	=9,8*C1	=9,8*D1	=9,8*E1	=9,8*F1	=9,8*G1
6	V	=SQRT(B4^2+B5^2)	=SQRT(C4^2+C5^2)	=SQRT(D4^2+D5^2)	=SQRT(E4^2+E5^2)	=SQRT(F4^2+F5^2)	=SQRT(G4^2+G5^2)
7							
8							
9							
10	V0=	20 м/с					
11	H=	200 м					
12							
13							
14							
15							

Рис. 10. Компьютерная модель движения тела, брошенного горизонтально, в режиме отображения формул

### *Исследование компьютерной модели в ходе виртуального эксперимента и анализ полученных результатов*

И так, компьютерная модель создана, перейдем к ее исследованию и, для этого, зададим учащимся первый каверзный вопрос: «От чего зависит время полета тела?»

1. От начальной скорости.
2. От высоты броска.
3. От начальной скорости и высоты броска одновременно».

Обратите внимание на тот факт, что в начале выполнения проектной работы мы не предлагали учащимся вывести формулу и определения времени полета тела. Это очень важно. Сейчас мы предлагаем им самостоятельно, путем проведения компьютерного эксперимента определить пока, что только какие величины являются аргументами функции «время полета тела». Если бы формула была выведена нами ранее на стадии теоретического изучения материала, то смысл данного этапа просто бы отпал.

Автору представляется очень важным предоставить учащимся возможность найти ответ на поставленный вопрос самостоятельно, это пробуждает в них исследователя, дает импульс к последующему творческому поиску, а не к механическому использованию полученных ранее знаний.

Перейдем к проведению компьютерного эксперимента. Определим сначала как зависит время полета от начальной скорости тела, для этого при фиксированной высоте броска будем менять начальную скорость и результаты представим в виде графиков зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$ .

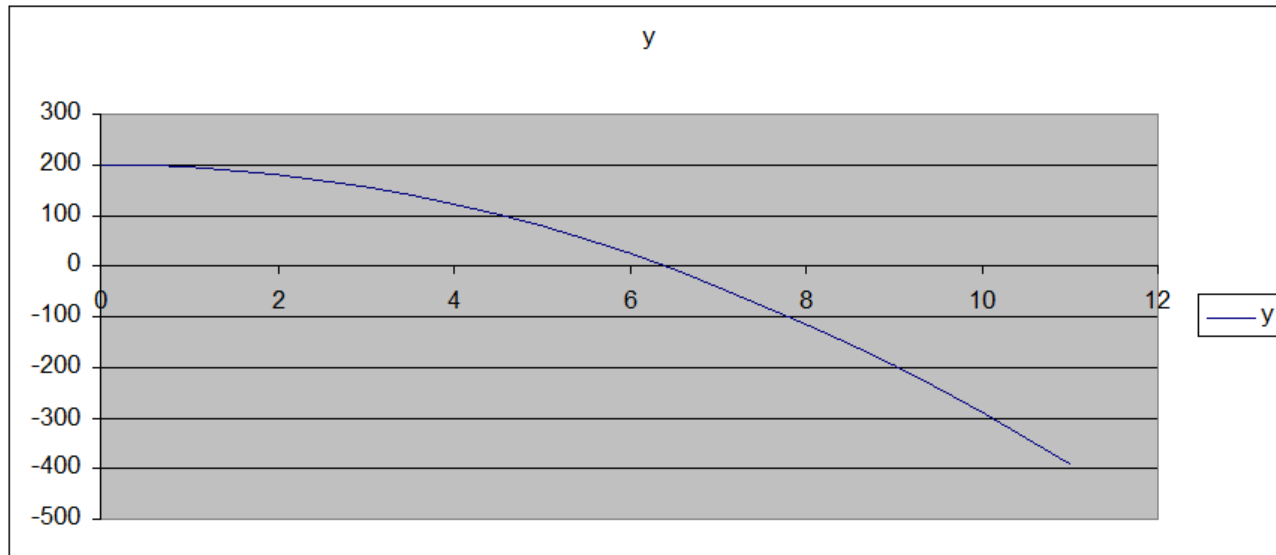


Рис. 11. График зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$  при  $V_0 = 10$  м/с

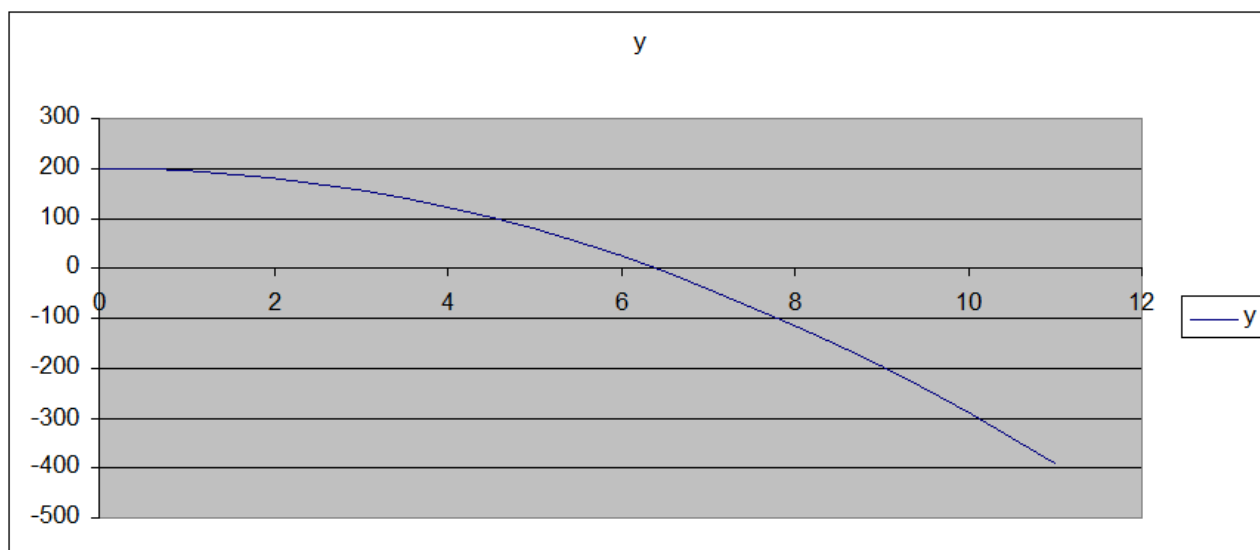


Рис. 12. График зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$  при  $V_0 = 30$  м/с

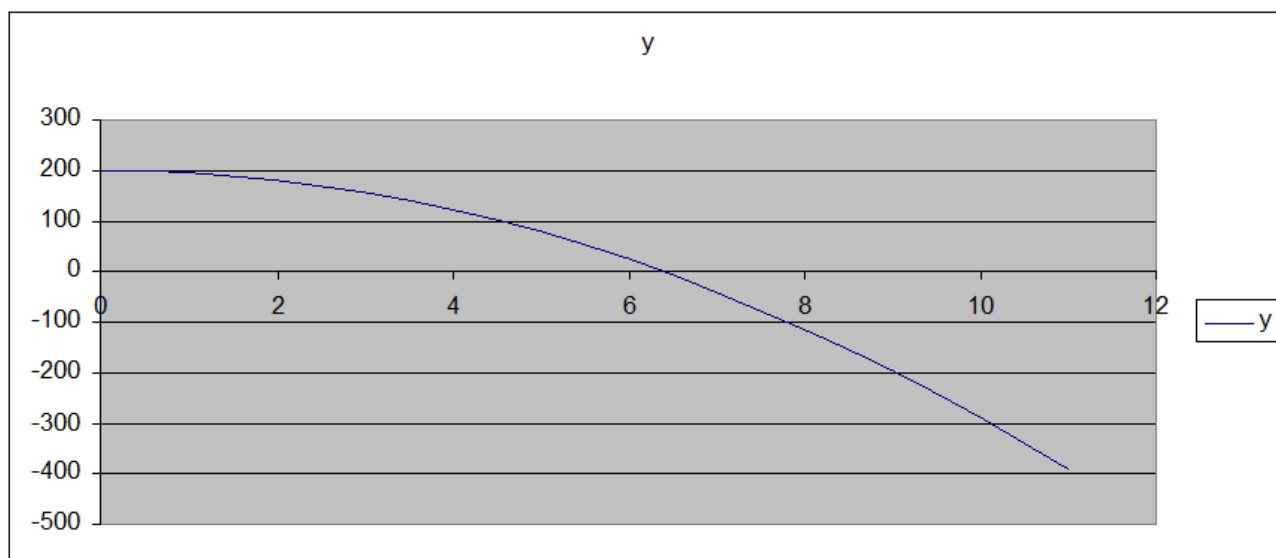


Рис. 13. График зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$  при  $V_0 = 50$  м/с

Обратите внимание, что график никак не зависит от изменения начальной скорости тела, делаем вывод о том, что *время полета от начальной скорости не зависит*.

Давайте исследуем зависимость полетного времени от высоты броска. Для этого при фиксированной начальной скорости тела будем менять высоту и строить графики зависимости координаты  $y$  от времени  $t$ .



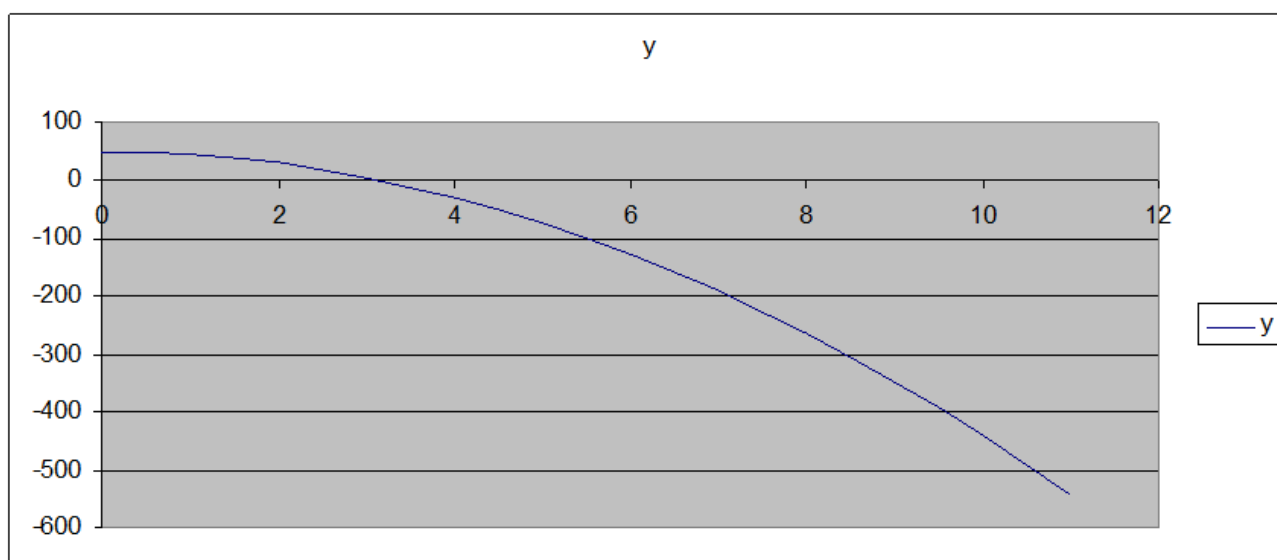


Рис. 14. График зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$  при  $V_0 = 20$  м/с,  
 $H = 50$  м,  $t_{\text{пол}} \sim 3$  с

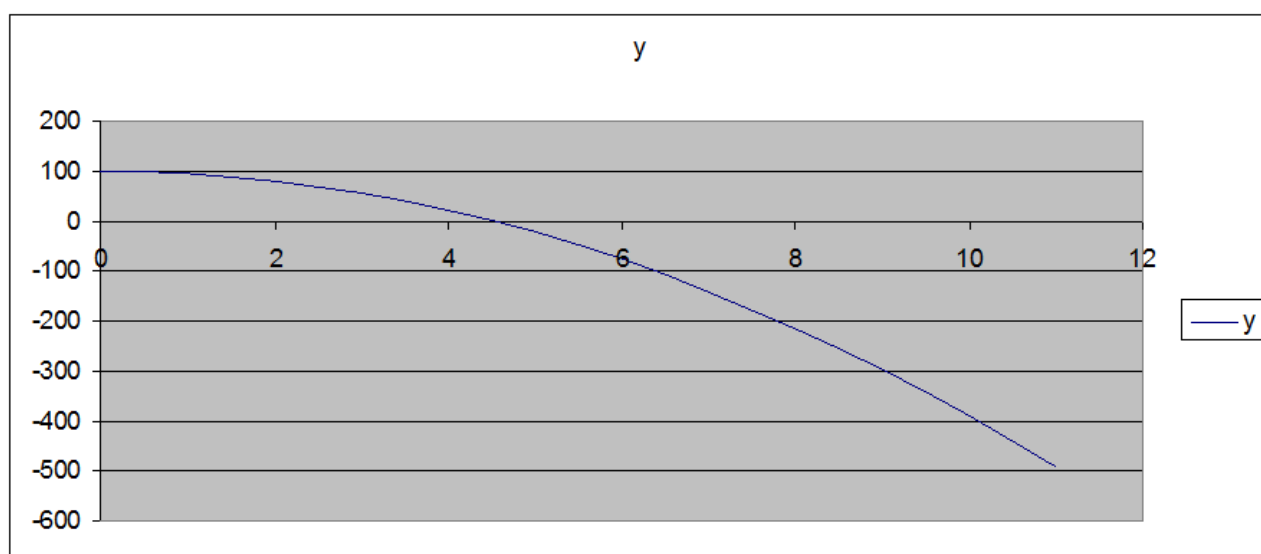


Рис. 15. График зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$  при  $V_0 = 20$  м/с,  
 $H = 100$  м,  $t_{\text{пол}} \sim 4,5$  с

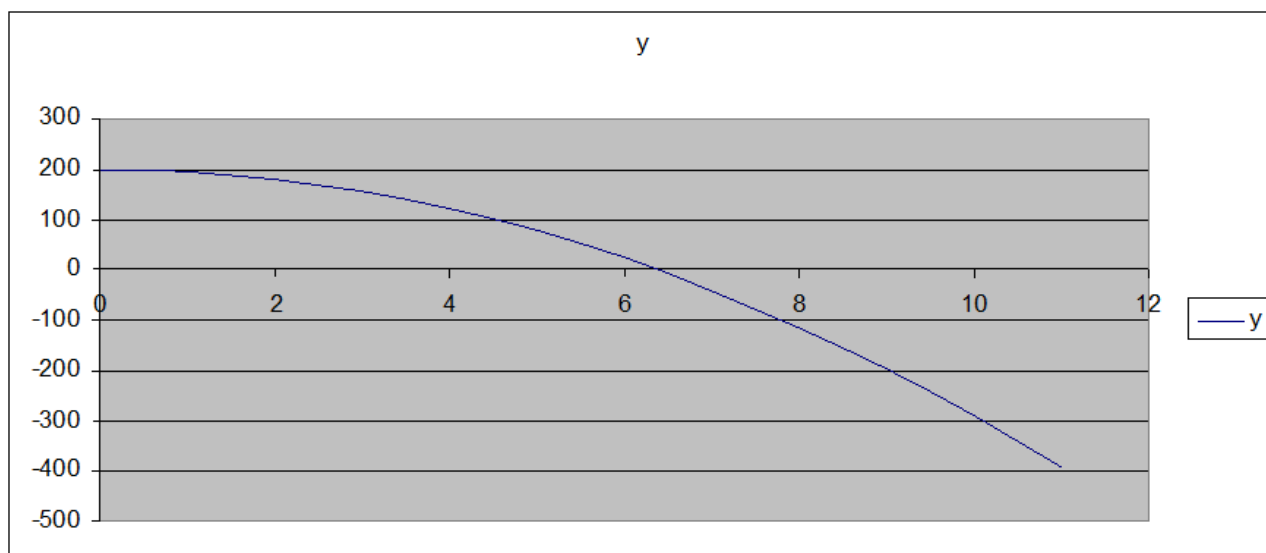


Рис. 16. График зависимости координаты  $y$  тела от времени  $t$  при  $V_0 = 20$  м/с,  
 $H = 100$  м,  $t_{\text{пол}} \sim 6,5$  с

В данном случае, на основании компьютерного эксперимента можем утверждать, что *полетное время зависит от высоты броска, причем возрастает с увеличением высоты броска нелинейно.*

А вот только теперь пришло время теоретически вывести формулу полетного времени тела, брошенного горизонтально. Сам вывод мы опускаем, так как это не входит в тематику данной статьи, но формулу напоминаем. Она имеет следующий вид:

$$t_{\text{пол}} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (7)$$

Данная формула полностью подтверждает результаты нашего компьютерного эксперимента.

Второй каверзный вопрос, который мы можем поставить перед учащимися: «От каких параметров зависит максимальная дальность полета тела  $L_{\text{max}}$ ?

- от начальной скорости;
- от высоты броска;
- от начальной скорости и высоты броска одновременно».

Обратите внимание на то, что в данном случае, также, как и в предыдущем, мы с учащимися не выводим формулу для расчета максимальной дальности полета тела заранее. На данном этапе мы предоставляем им возможность самим прийти к ответу на поставленный нами вопрос.

Во – первых, экспериментально установим зависимость  $L_{\max}$  от начальной скорости тела, брошенного горизонтально. Для этого, при фиксированном значении высоты броска  $H$ , будем изменять значение начальной скорости и строить графики зависимости координаты  $y$  тела от координаты  $x$ , иными словами – траектории тела.

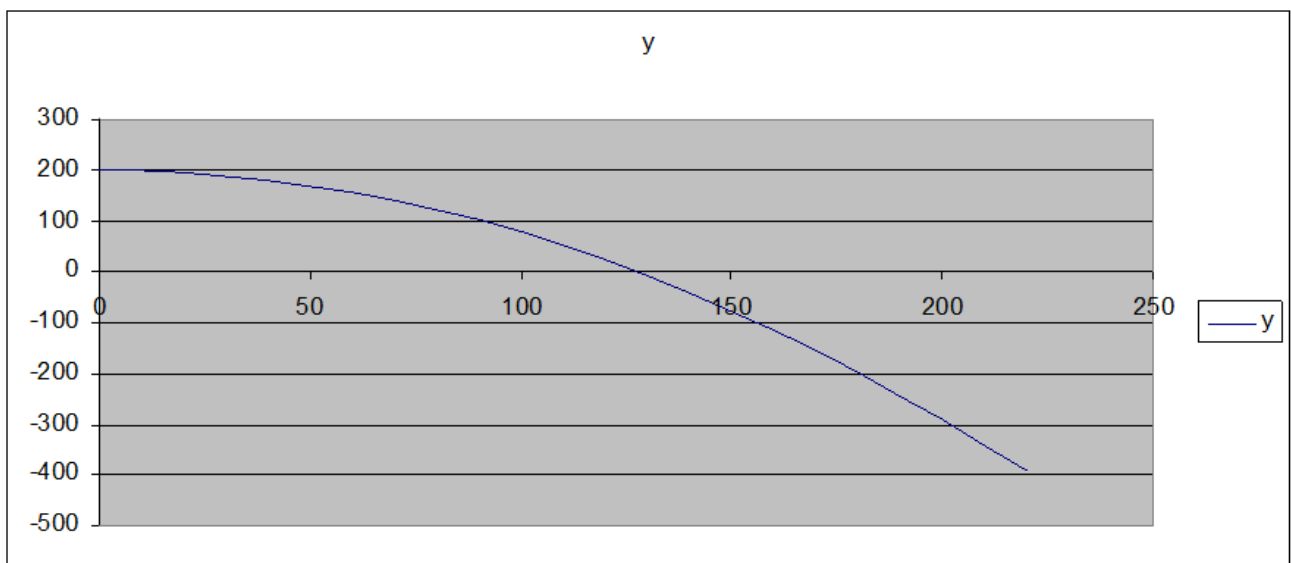


Рис. 17. Траектория тела при  $H = 200$  м,  $V_0 = 20$  м/с,  $L_{\max} \sim 130$  м

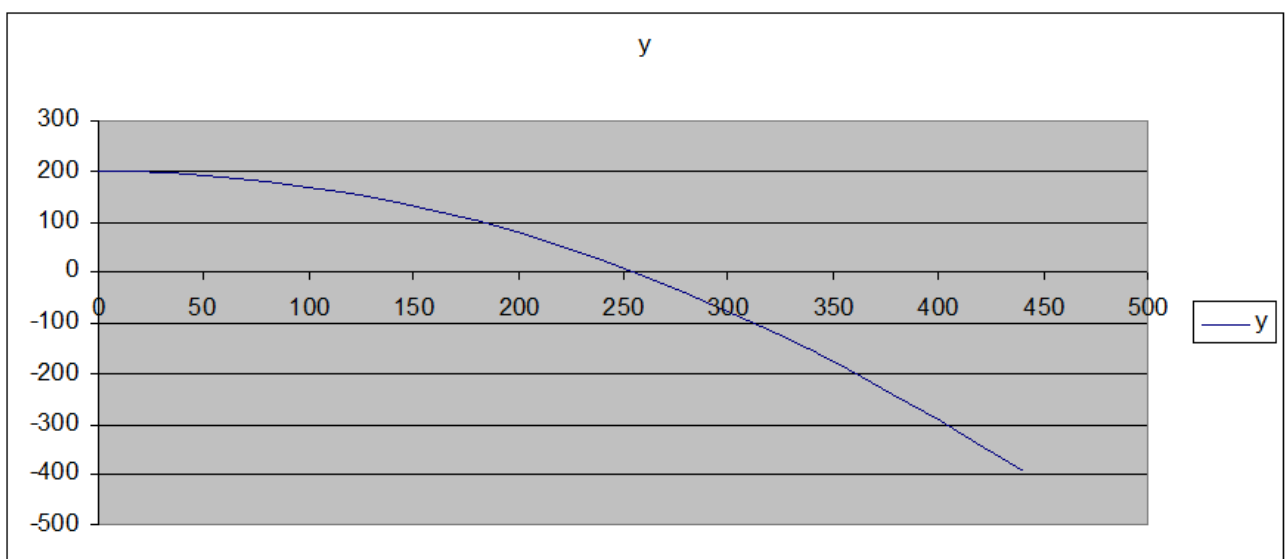


Рис. 18. Траектория тела при  $H = 200$  м,  $V_0 = 20$  м/с,  $L_{\max} \sim 255$  м

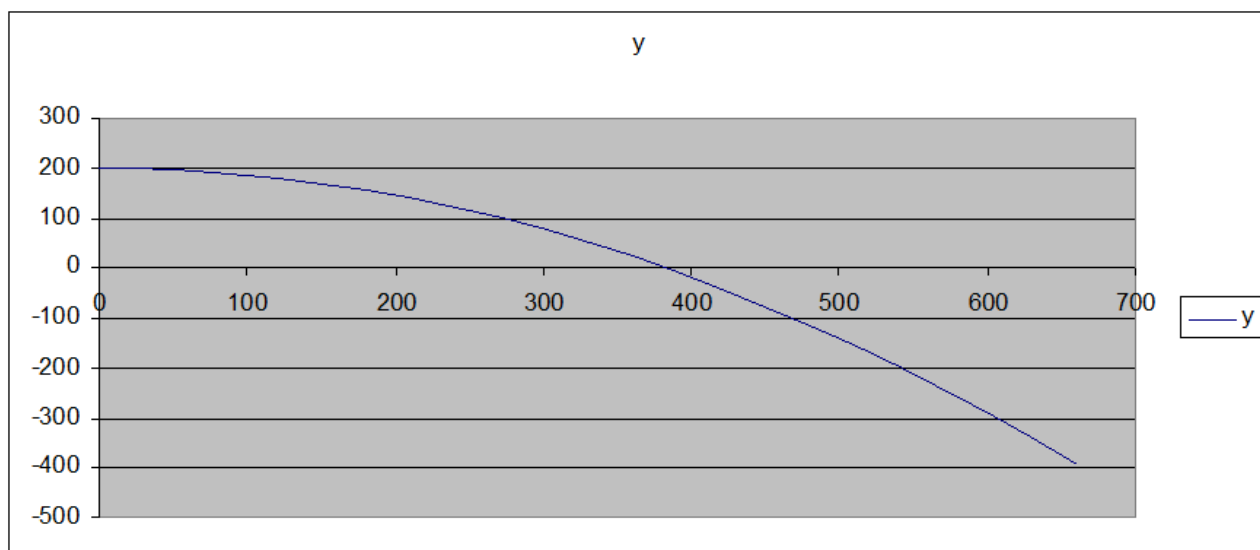


Рис. 19. Траектория тела при  $H = 200$  м,  $V_0 = 20$  м/с,  $L_{\max} \sim 380$  м

В результате проведенного компьютерного эксперимента можем сделать вывод о том, что *максимальная дальность полета тела, брошенного горизонтально, зависит от начальной скорости этого тела, причем с увеличением начальной скорости максимальная дальность возрастает.*

Теперь проверим, зависит ли максимальная дальность полета от высоты броска. Для этого при фиксированном значении начальной скорости будем менять значение высоты броска тела.

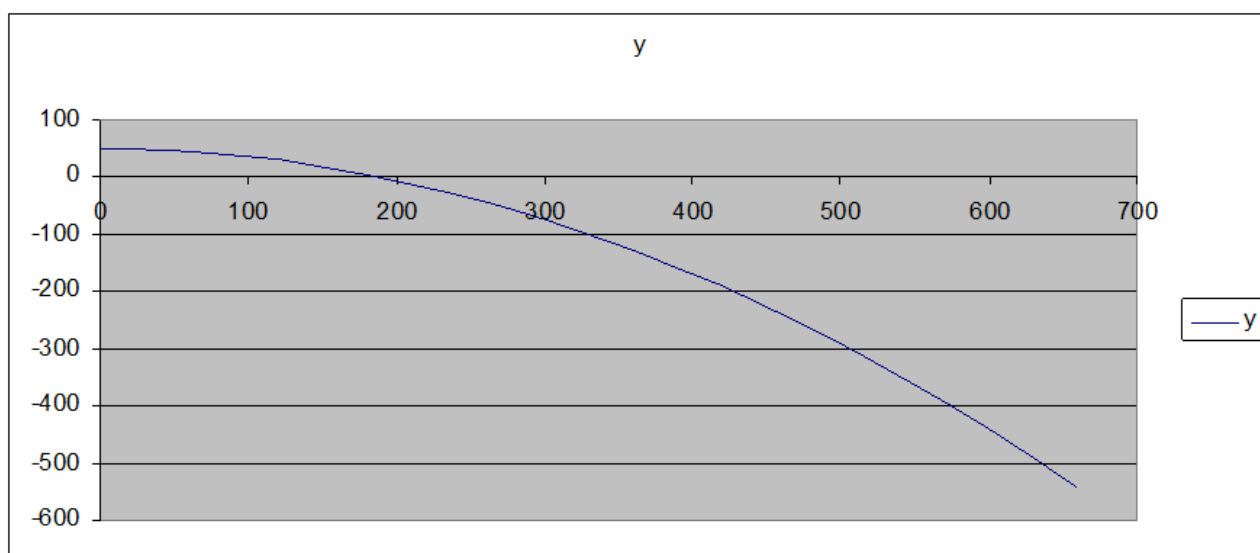


Рис. 20. Траектория тела при  $H = 50$  м,  $V_0 = 60$  м/с,  $L_{\max} \sim 190$  м

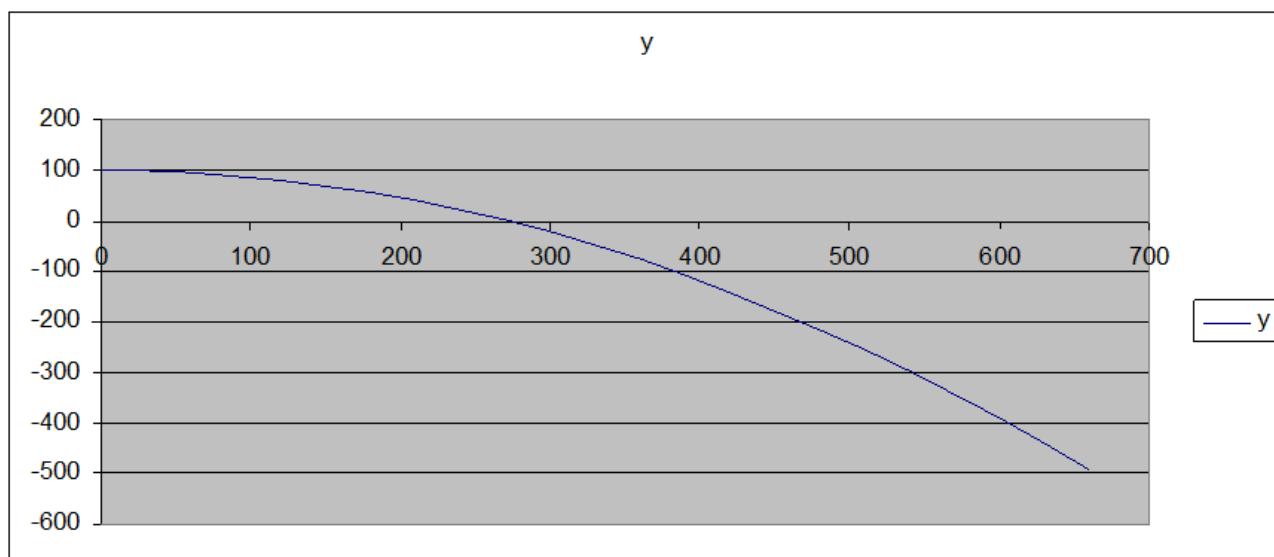


Рис. 21. Траектория тела при  $H = 100$  м,  $V_0 = 60$  м/с,  $L_{\max} \sim 270$  м

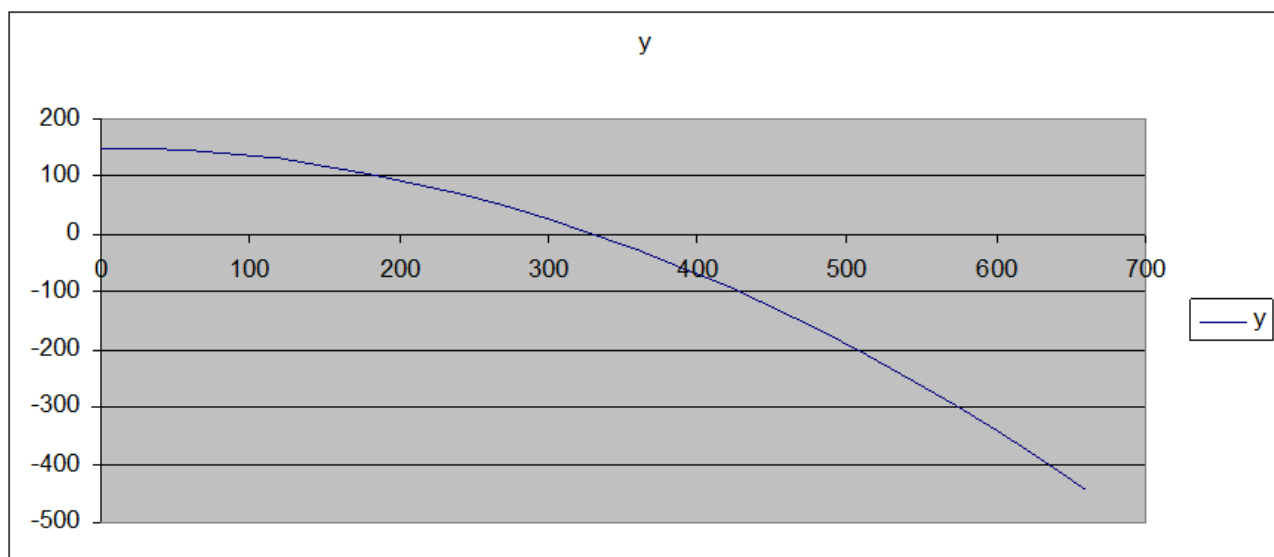


Рис. 22. Траектория тела при  $H = 150$  м,  $V_0 = 60$  м/с,  $L_{\max} \sim 330$  м

На основании результатов компьютерного эксперимента можем сделать вывод о том, что *максимальная дальность полета тела, брошенного горизонтально, увеличивается с увеличением высоты броска тела.*

Теперь пришло время привести формулу для расчета максимальной дальности полета тела, брошенного горизонтально:

$$L_{\max} = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (8)$$

### *Доработка и корректировка компьютерной модели*

В связи с тем, что в ходе виртуального эксперимента мы анализировали зависимость полетного времени  $t_{\text{пол}}$  и максимальной дальности полета  $L_{\text{max}}$  тела, брошенного горизонтально, от начальной скорости броска  $V_0$  и высоты броска  $H$ , было бы разумно дополнить модель модулем, в котором будем рассчитывать значения данных параметров по формулам (7) и (8).

Для этого в ячейку B12 нашей модели введем формулу:  $=\text{SQRT}(2*B11/9,8)$ , а в ячейку B13 – формулу:  $=B10*\text{SQRT}(2*B11/9,8)$ . Значения, рассчитанные в данных ячейках, можно сравнивать с значениями, получаемыми из анализа соответствующих графиков.

Ну и, наконец, третий вопрос: «Может ли горизонтально брошенное тело падать на землю вертикально? Т.е. может ли  $\alpha = 0$ ? Докажите, используя компьютерную модель».

Ответ на поставленный вопрос на самом деле очень прост. Как мы говорили в начале данной статьи, скорость тела проецируется на оси  $x$  и  $y$ , причем проекция скорости на горизонтальную ось  $x$  постоянна и равна начальной скорости броска тела. Проекция скорости на вертикальную ось постоянно растет во времени. Следовательно, чем дольше летит тело, тем больше становится вертикальная составляющая скорости и тем меньше угол между вектором скорости и вертикалью, то он никогда не будет равен нулю, так как горизонтальная составляющая скорости неизменна.

Но, чтобы показать истинность наших теоретических рассуждений в ходе компьютерного эксперимента, дополним модель расчетом  $\alpha$  – угла падения тела (угла между вектором скорости и вертикалью в точке падения). Исходя из рисунка 1, угол  $\alpha$  можно определить по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{V_0}{V_y} \quad (9)$$

Для этого в ячейку B7 введем формулу:  $=\text{ATAN}(\$B\$10/\text{ABS}(B5))$  и скопируем ее вправо по строке.

*Исследование компьютерной модели в ходе виртуального эксперимента  
и анализ полученных результатов*

Построим график зависимости угла падения  $\alpha$  для тела, брошенного горизонтально с очень большой высоты, например, 500 м и очень маленькой начальной скоростью, например, 2 м/с. Ниже приведены графики зависимости координаты  $y$  этого тела от времени и зависимости угла падения  $\alpha$  от времени.

Из графика, показанного на рисунке 23 ясно, что тело упадет на землю примерно через 10 секунд. Из графика, показанного на рисунке 24 следует, что в момент времени 10 секунд угол падения  $\alpha$  равен примерно 1 градусу.

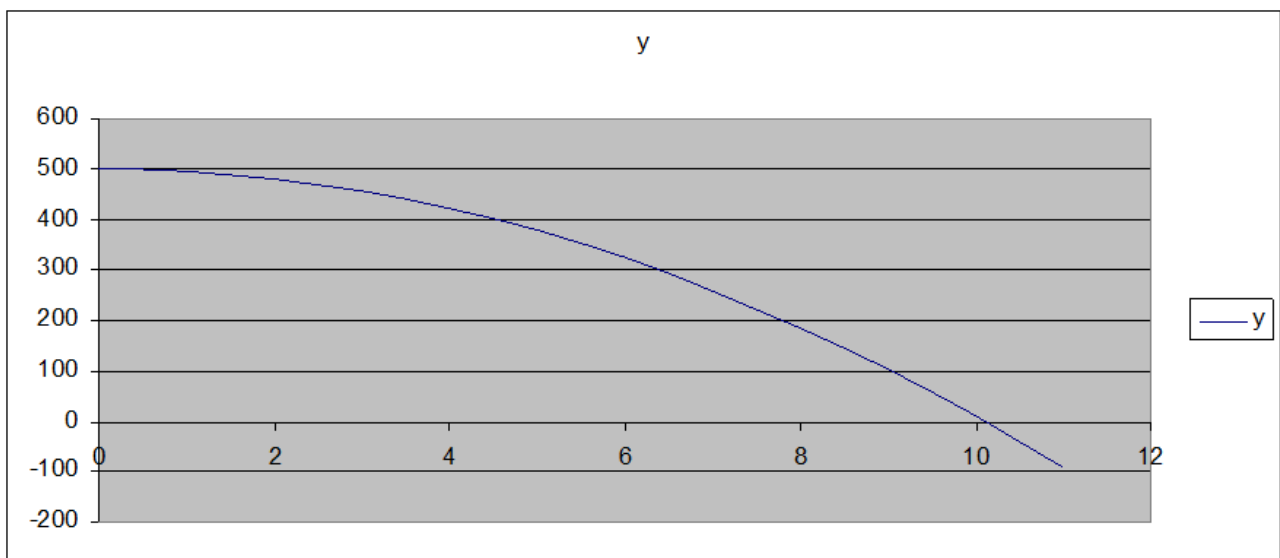


Рис. 23. График зависимости координаты  $y$  от времени  $t$  тела, брошенного с высоты 500 м и начальной скоростью 2 м/с

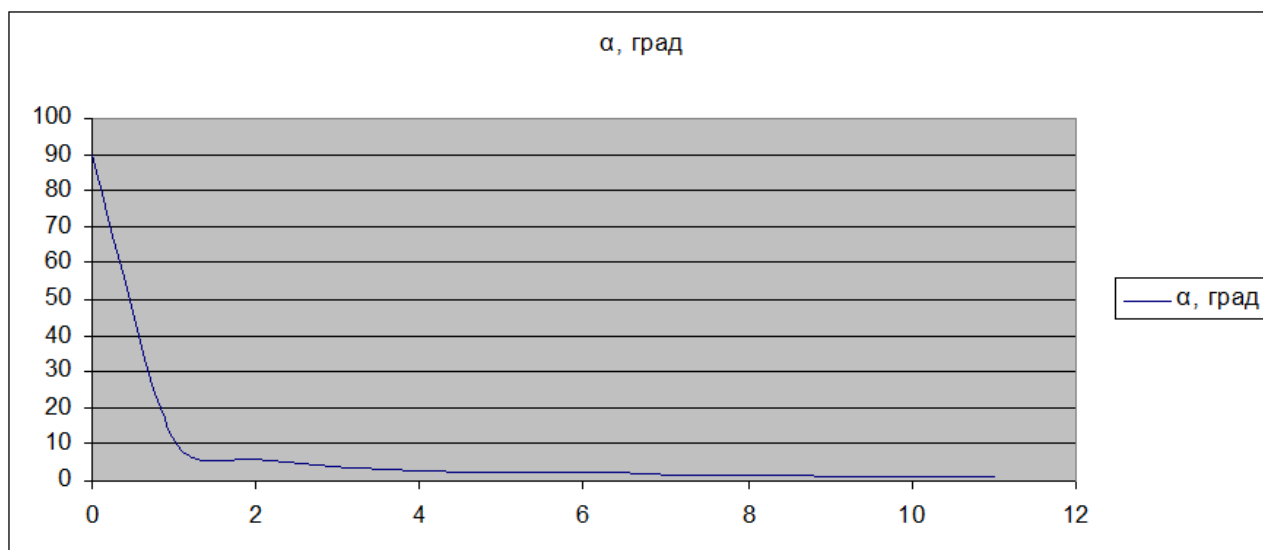


Рис. 24. Зависимость угла  $\alpha$  от времени  $t$  тела, брошенного с высоты 500 м и начальной скоростью 2 м/с

Вышеприведенный пример применения метода компьютерного моделирования, интегрированного с методом проектов при обучении физике и информатики в старших классах, иллюстрирует возможность детального, глубокого изучения школьниками тех явлений или процессов, которые они выбирают для исследования при выполнении ими проектных работ.

#### *Компьютерное моделирование + метод информационного ресурса*

Классифицируем метод «компьютерное моделирование + метод информационного ресурса» по основным критериям:

- по характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся рассматриваемый метод можно отнести к интерактивным методам;
- по типу (характеру) познавательной деятельности – к частично-поисковым или к исследовательским методам;
- по основным компонентам деятельности учителя (Ю.К. Бабанский и др.) – к методам формирования интереса к обучению;
- по источникам передачи и характеру восприятия информации – к практическим;
- по дидактическим задачам – к методам, связанным с объяснением и закреплении материала.



Основная цель использования метода информационного ресурса – закрепление и расширение теоретических знаний путем ориентации школьника в огромном количестве самой разнообразной информации, которая ему необходима и удовлетворяет его познавательные потребности и целям урока.

Деятельностью ученика при использовании метода информационного ресурса управляет учитель – это сообщение конкретных знаний, подборка и систематизация информационных ресурсов с целью закрепления и расширения знаний, а также проведение контроля знаний обучаемых [6].

В настоящей работе приведем пример использования в качестве информационного ресурса готовой компьютерной модели тела, брошенного под углом к горизонту, размещенной на онлайн-сервисе Документы Гугл. Данный информационный ресурс создается заранее преподавателем физики или информатики и размещается в разделе «Таблицы» Документов Гугл по адресу: <https://docs.google.com/spreadsheets/>. В принципе, преподаватель может создать и разместить по указанному адресу целый ряд компьютерных моделей, в таком случае учащиеся будут иметь дело с коллекцией информационных ресурсов, которыми могут пользоваться в том случае, когда по ходу учебных занятий в них возникает необходимость.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	t, c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	x	0	69,495	138,99	208,485	277,98	347,476	416,971	486,466	555,961	625,456
3	y	0	67,006	124,211	171,617	209,223	237,029	255,034	263,24	261,646	250,251
4	Vx	69,495	69,495	69,495	69,495	69,495	69,495	69,495	69,495	69,495	69,495
5	Vy	71,906	62,106	52,306	42,506	32,706	22,906	13,106	3,306	-6,494	-16,294
6	V	100	93,202	86,98	81,464	76,806	73,173	70,72	69,574	69,798	71,38
7	$\beta$ , рад	0,802	0,729	0,645	0,549	0,44	0,318	0,186	0,048	-0,093	-0,23
8	$\beta$ , град	45,98	41,789	36,97	31,454	25,204	18,244	10,68	2,724	-5,339	-13,197
9											
10											
11											
12	v01=	100									
13	$\alpha$ =	0,802 рад									
14	$\alpha$ =	46 град									
15											
16											
17											

Рис. 25. Модель тела, брошенного под углом к горизонту,  
размещенная на сервисе Документы Гугл

Вышеприведенную модель учащиеся могут использовать в ходе урока физики с ИКТ-поддержкой или интегрированного урока физики и информатики, работая индивидуально или в парах, для проверки правильности решения физических задач на тему «тело, брошенное под углом к горизонту» путем построения необходимых графиков. Так, например, если в задаче необходимо вычислить максимальную дальность полета и максимальную высоту подъема тела, брошенного под углом к горизонту, то, после классического расчетного решения задачи в тетради учащийся строит график зависимости координаты тела  $y$  от координаты  $x$  (траекторию тела), показанный на рис., и по этому графику проверяет правильность решенной ими задачи.

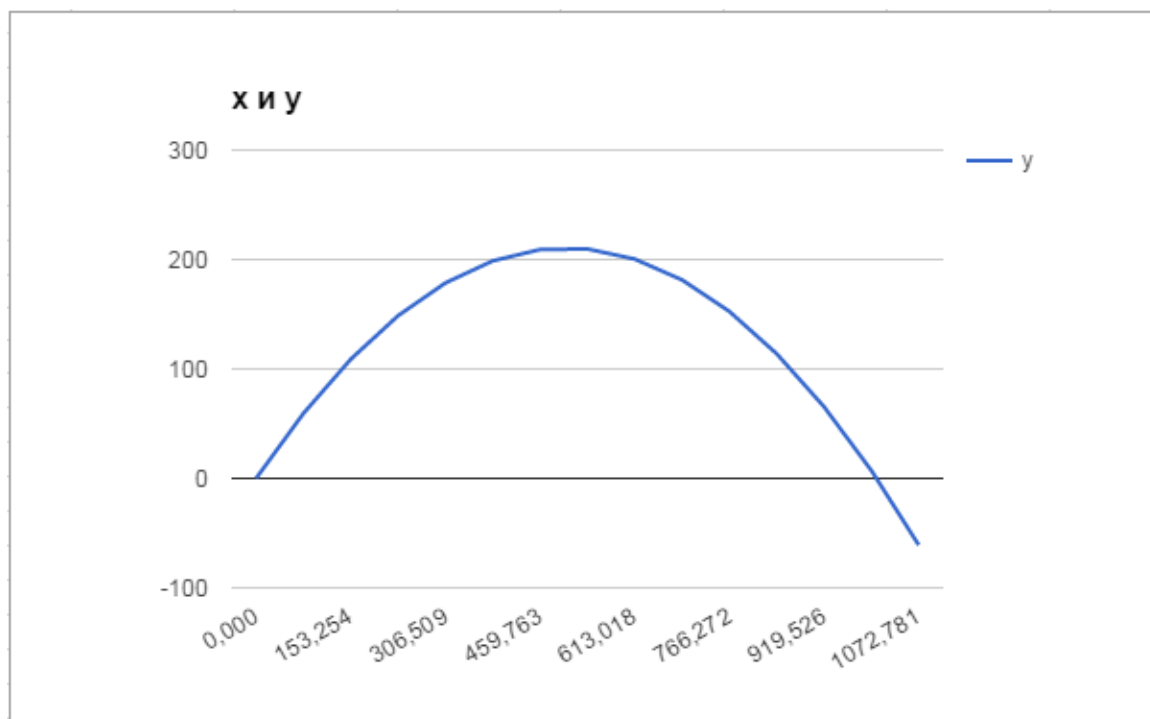


Рис. 26. Траектория тела, брошенного под углом  $40^\circ$  к горизонту с начальной скоростью 100 м/с

С точки зрения автора, информационный ресурс, который создает непосредственно сам преподаватель, предпочтительнее для использования в обучении, так как данный ресурс полностью согласуется с особенностью изложения учебного материала, характерной для учебной программы рассматриваемого учебного заведения и индивидуальными особенностями преподавания работающих

там педагогов, хотя и требует значительно больших временных затрат на их создание.

Несмотря на это, вполне допустимо использование уже существующих информационных ресурсов в виде компьютерных моделей, находящихся в свободном доступе в Интернете, в частности на портале Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>, хотя последние требуют установки специального программного обеспечения Java и затем в Windows в браузерах апплет Java блокируется системой безопасности. Технологии обхода данной блокировки достаточно сложны, требуют общения с службой технической поддержки [10]. Интересно, что в операционной системе Linux такой проблемы нет, так что можно порекомендовать либо создавать компьютерные модели самостоятельно, либо использовать уже существующие, работая под ОС Linux.

Очевидным плюсом информационного ресурса в виде компьютерных моделей является его доступность в любое время с любого подключенного к Интернету компьютера, что делает возможным использования метода «компьютерное моделирование + информационный ресурс» в дистанционных и смешанных формах обучения, а также для выполнения домашнего задания и проектной деятельности.

#### *Компьютерное моделирование + фронтальное обучение в диалоговом режиме*

Классифицируем метод «компьютерное моделирование + фронтальное обучение в диалоговом режиме» по основным критериям:

- по характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся рассматриваемый метод можно отнести к интерактивным методам;
- по типу (характеру) познавательной деятельности – к частично-поисковым или к исследовательским методам;
- по основным компонентам деятельности учителя (Ю.К. Бабанский и др.) – к методам формирования интереса к обучению;
- по источникам передачи и характеру восприятия информации – к практическим;

– по дидактическим задачам – к методам, связанным с объяснением материала.

Фронтальное обучение – вид обучения, основанный на фронтальной форме коммуникации по принципу один говорит, все остальные молчат. Примеры фронтального не диалогового обучения – лекция или доклад. Фронтальное обучение входит как составная часть в коллективный способ обучения.

В нашем случае речь идет о фронтальном обучении в диалоговом, т.е. в интерактивном режиме. Интерактивная деятельность на уроках предполагает организацию и развитие общения, которое ведет к взаимопониманию, взаимодействию, к совместному решению общих, но значимых для каждого участника задач.

В ходе диалогового обучения учащиеся учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться с другими людьми. Для этого на уроках организуются индивидуальная, парная и групповая работа, ролевые игры, идет работа с документами и различными источниками информации, используются творческие работы.

С точки зрения автора, та же лекция или семинар, в процессе которых учащиеся отсылаются преподавателем к определенным источникам информации, которые доступны им благодаря наличию компьютеров, подключенных к Интернет, включающая в себя элементы диалога, значительно более эффективна, чем традиционная лекция, протекающая обычно в режиме монолога преподавателя.

Примером использования метода фронтального обучения в диалоговом режиме на уроках информатики может служить урок, являющийся продолжением изучения движения тела, брошенного горизонтально, которое мы подробно рассмотрели в разделе настоящей работы, посвященном методу проектов. С целью более глубокого изучения данного вида механического движения усложним созданную нами модель тела, брошенного горизонтально, добавив второе тело,

также брошенное горизонтально, но навстречу первому, с некой произвольной высоты и с произвольной начальной скоростью.

Описанная выше ситуация представлена на рисунке 27 ниже.

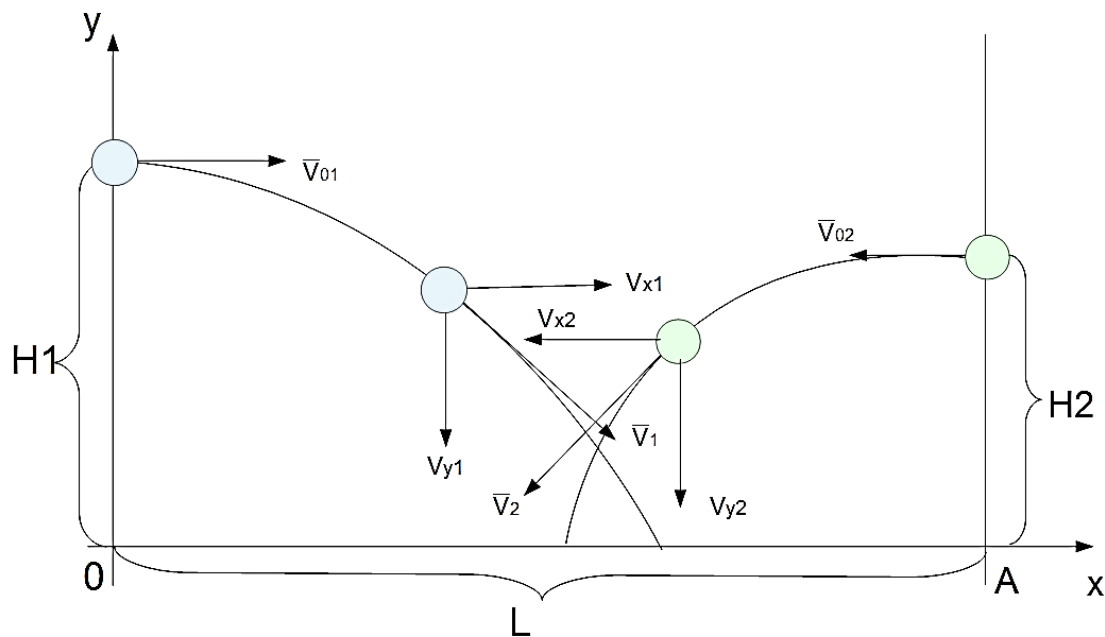


Рис. 27. Схема движения двух тел, брошенных горизонтально навстречу друг другу

Так как нами ранее в разделе «метод проектов» была подробно разобрана кинематика данного вида движения, то не будем рассматривать уравнения движения второго тела, а приведем лишь законченную усложненную компьютерную модель, описывающую движение двух тел в режиме отображения формул. Данная модель представлена на рисунке ниже.

модель.ods - OpenOffice Calc

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Найти

Arial Cyr 10 Ж К Ч

	A	B	C	D	E	F	G
1	t, с	0	1	2	3	4	5
2	x1	=B\$15*B1	=B\$15*C1	=B\$15*D1	=B\$15*E1	=B\$15*F1	=B\$15*G1
3	y1	=B\$16-4,9*B1^2	=B\$16-4,9*C1^2	=B\$16-4,9*D1^2	=B\$16-4,9*E1^2	=B\$16-4,9*F1^2	=B\$16-4,9*G1^2
4	Vx1	=B\$15	=B\$15	=B\$15	=B\$15	=B\$15	=B\$15
5	Vy1	=-9,8*B1	=-9,8*C1	=-9,8*D1	=-9,8*E1	=-9,8*F1	=-9,8*G1
6	V1	=SQRT(B4^2+B5^2)	=SQRT(C4^2+C5^2)	=SQRT(D4^2+D5^2)	=SQRT(E4^2+E5^2)	=SQRT(F4^2+F5^2)	=SQRT(G4^2+G5^2)
7	α, рад	=ATAN(\$B\$15/ABS(B5))	=ATAN(\$B\$15/ABS(C5))	=ATAN(\$B\$15/ABS(D5))	=ATAN(\$B\$15/ABS(E5))	=ATAN(\$B\$15/ABS(F5))	=ATAN(\$B\$15/ABS(G5))
8	x2	=B\$20-\$E\$15*B1	=B\$20-\$E\$15*C1	=B\$20-\$E\$15*D1	=B\$20-\$E\$15*E1	=B\$20-\$E\$15*F1	=B\$20-\$E\$15*G1
9	y2	=E\$16-9,8*B1^2/2	=E\$16-9,8*C1^2/2	=E\$16-9,8*D1^2/2	=E\$16-9,8*E1^2/2	=E\$16-9,8*F1^2/2	=E\$16-9,8*G1^2/2
10	Vx2	=E\$15	=E\$15	=E\$15	=E\$15	=E\$15	=E\$15
11	Vy2	=-9,8*B1	=-9,8*C1	=-9,8*D1	=-9,8*E1	=-9,8*F1	=-9,8*G1
12	V2	=SQRT(B10^2+B11^2)	=SQRT(C10^2+C11^2)	=SQRT(D10^2+D11^2)	=SQRT(E10^2+E11^2)	=SQRT(F10^2+F11^2)	=SQRT(G10^2+G11^2)
13							
14							
15	V01=	20 м/с		V02=	30 м/с		
16	H1=	200 м		H2=	150 м		
17	t <sub>пол1</sub>	=SQRT(2*B16/9,8) с					
18	t <sub>max1</sub>	=B15*SQRT(2*B16/9,8) м					
19							
20	L=	400 м					
21							
22							

Рис. 28. Компьютерная модель движения двух тел, брошенных навстречу друг другу, в режиме отображения формул

Так как в данном случае мы рассматриваем движение двух тел, то было бы разумно во главу угла, т. е. целью проектируемого нами занятия, поставить изучение их взаимного положения в процессе полета.

В таком случае первым вопросом, который преподаватель должен задать учащимся может быть следующий: «Как соотносятся друг с другом координаты  $y_1$  и  $y_2$  тел, брошенных одновременно горизонтально друг на встречу другу, с разных высот и с разными начальными скоростями?». Для ответа на этот вопрос учащимся необходимо построить соответствующие графики и проанализировать их.

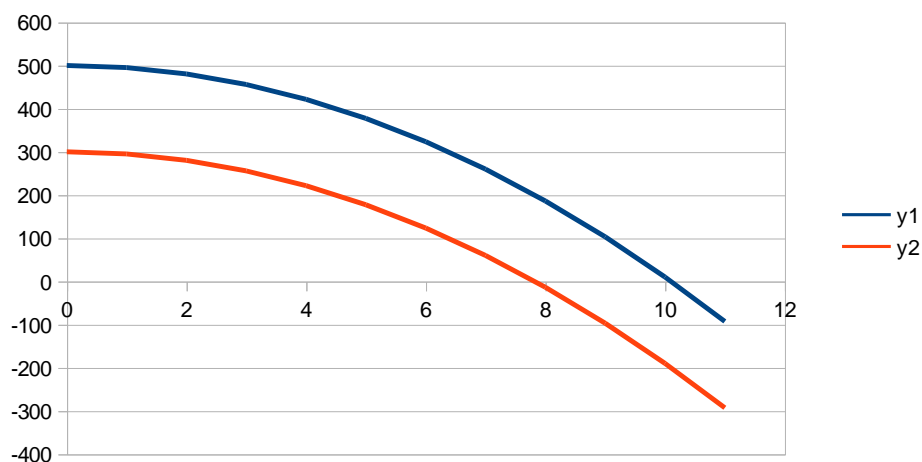


Рис. 29. Графики координат  $y_1$  и  $y_2$  тел, брошенных горизонтально друг другу навстречу с высот 500 и 300 метров соответственно

В результате анализа графиков, приведенных на рис. 29, учащиеся приходят к выводу о том, что *разница между координатами двух тел, брошенных одновременно горизонтально друг на встречу другу, с разных высот и с разными начальными скоростями в процессе их движения остается постоянной и не зависит от начальных скоростей двух тел до момента их падения на землю.*

Приравняем высоту броска первого тела высоте броска второго тела и построим графики зависимости их координат  $y_1$  и  $y_1$  от времени на одной координатной плоскости. Результат можно увидеть на рисунке 30 ниже.

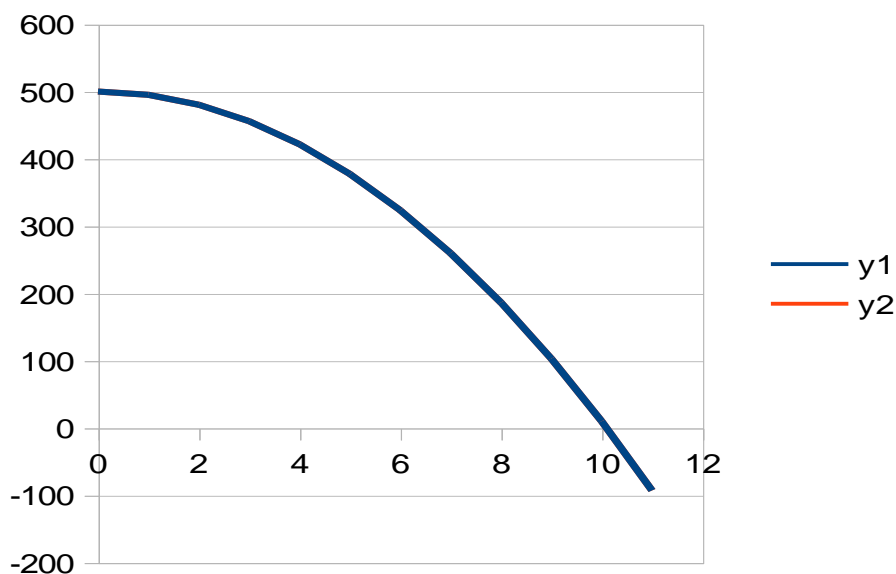


Рис. 30. Графики координат  $y_1$  и  $y_2$  тел, брошенных горизонтально друг другу навстречу с одинаковой высоты  $500$  метров и начальными скоростями  $v_{01} = 30$  м/с и  $v_{02} = 40$  м/с соответственно

Как видно из рисунка 30 графики слились. На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод: *в случае, когда высоты бросков тел равны друг другу, то, вне зависимости от значений начальных скоростей, их координаты  $y$  будут равны друг другу в любой момент времени.*

Следующим вопросом очевидно будет: «Как соотносятся друг с другом координаты  $x_1$  и  $x_2$  тел, брошенных одновременно горизонтально друг на встречу другу, с разных высот и с разными начальными скоростями?». Для ответа на данный вопрос учащимся также необходимо построить соответствующие графики и проанализировать их.



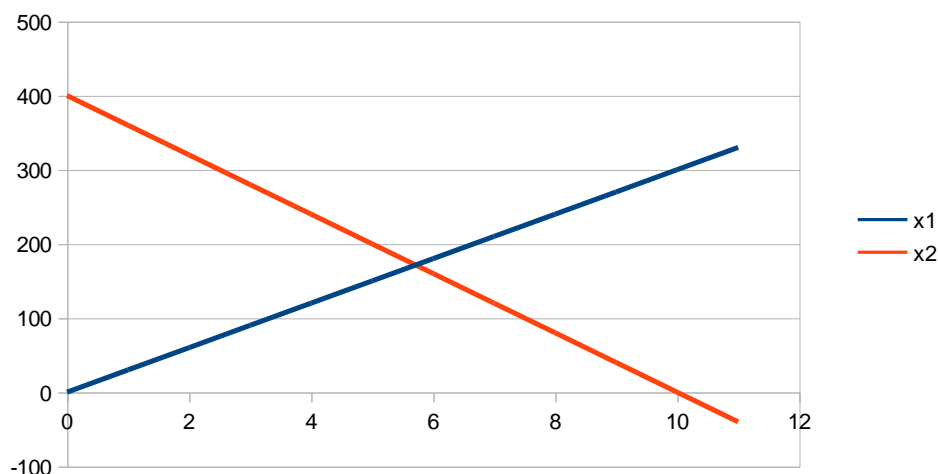


Рис. 31. Графики координат  $x_1$  и  $x_2$  тел, брошенных одновременно горизонтально друг другу навстречу с высот 500 и 300 метров соответственно и с начальными скоростями  $v_{01} = 30$  м/с и  $v_{02} = 40$  м/с соответственно

Анализируя графики, приведенные на рис. 31, учащиеся делают вывод о том, что координаты  $x_1$  и  $x_2$  данных тел будут одинаковыми в момент времени примерно 6 секунд с начала их движения. Но ведь этого может и не произойти, если тела упадут на землю ранее указанного момента времени. По рис. определим сколько времени тела будут находиться в полете: первое тело – примерно 10 секунд, а второе – примерно 8 секунд. Следовательно, учащиеся могут сделать вывод о том, что *тела успеют пройти точку с одинаковыми координатами  $x_1$  и  $x_2$  до момента их падения на землю.*

И так мы подходим к кульминации нашего занятия, и преподаватель задает следующий вопрос: «В какой момент времени расстояние между изучаемыми нами телами станет наименьшим?». Для того, чтобы ответить на данный вопрос учащимся придется рассчитать зависимость расстояния между телами  $D$  от времени полета по формуле (10):

$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (10)$$

Для этого в ячейку B14 созданной нами компьютерной модели введем формулу: `=SQRT((B8-B2)^2+(B9-B3)^2)` и скопируем ее вправо по строке. Затем построим соответствующий график, показанный на рисунке 32 ниже.

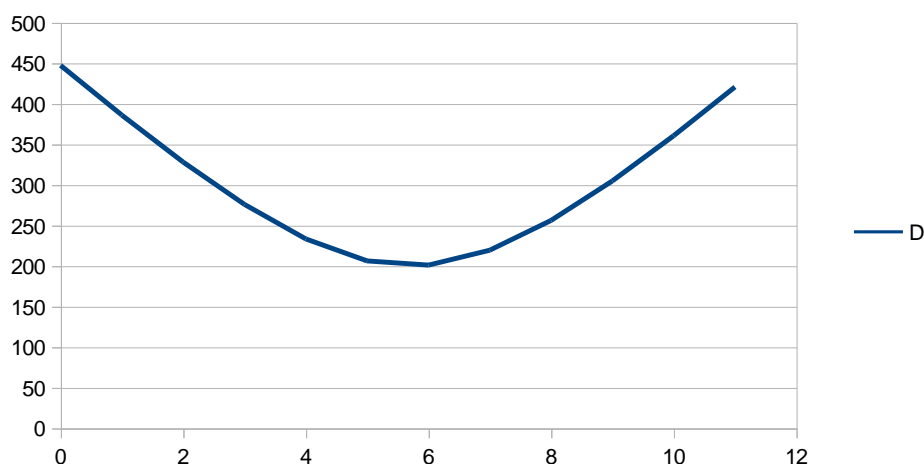


Рис. 32. График зависимости расстояния между телами, брошенными одновременно горизонтально друг на встречу другу, с высот 500 и 300 метров соответственно и с начальными скоростями  $v_{01} = 30$  м/с и  $v_{02} = 40$  м/с соответственно, от времени

Анализируя вышеприведенный график, а также график, изображенный на рисунке 32, можно сделать вывод о том, что *наименьшее расстояние между телами, брошенными одновременно горизонтально друг на встречу другу с разных высот и разными начальными скоростями в таком соотношении, что в процессе полета происходит уравнивание их координат  $x$ , достигается именно в момент уравнивания их координат  $x$ .*

Интересно было рассмотреть зависимость расстояния между телами от времени для двух тел, брошенных одновременно горизонтально с разными начальными скоростями, но с одинаковых высот. На основании рис 33 можно сделать вывод о том, что *встреча в полете двух тел, брошенных одновременно горизонтально друг другу на встречу, возможна лишь в том случае, если они брошены с одинаковых высот.* Тогда для двух тел, брошенных с высоты 600 метров, первое – с начальной скоростью  $v_{01} = 50$  м/с, а второе – с начальной скоростью  $v_{02} = 30$  м/с, мы получим следующий график зависимости расстояния между ними от времени.

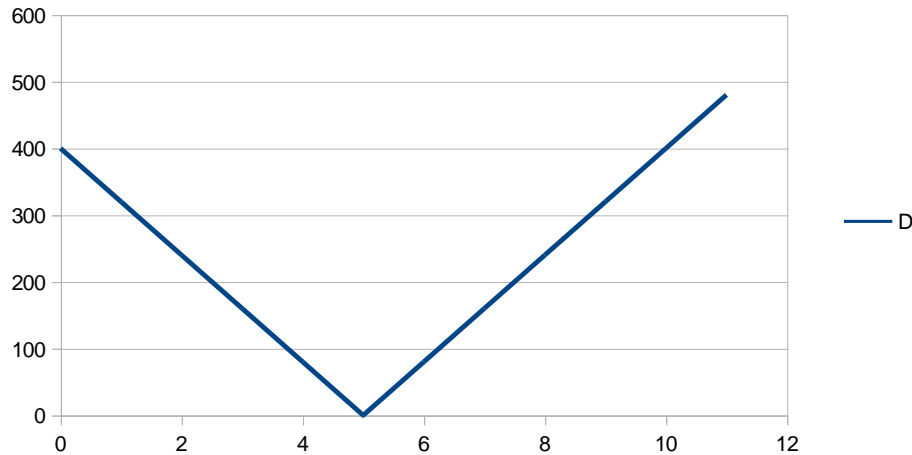


Рис. 33. График зависимости расстояния между телами, брошенными одновременно горизонтально на встречу друг другу с одинаковой высоты 600 метров, первое – с начальной скоростью  $v_{01} = 50$  м/с, а второе – с начальной скоростью  $v_{02} = 30$  м/с

Анализируя график, показанный на рисунке 33, можно сделать вывод о том, что тела встретятся в полете примерно через 5 секунд с момента начала их движения, так как расстояние между ними в данный момент времени равно нулю. Теперь перед учащимися встает задача перейти от частных рассуждений к общим выводам, используя дедукцию, а именно, сформулировать правило относительно двух тел, брошенных одновременно горизонтально друг на встречу другу с одинаковых высот, но с разными начальными скоростями. Данное правило однозначно вытекает из всех предыдущих виртуальных экспериментов, которые мы проводили с компьютерной моделью двух тел в текущем разделе и выглядит следующим образом:

*Два тела, брошенных одновременно горизонтально друг на встречу другу с одинаковых высот, но с разными начальными скоростями, обязательно встретятся в полете в том случае, если будет соблюдено условие соотношения скоростей  $v_1$  и  $v_2$ , высоты броска  $H$  и первоначальному расстоянию между точками бросков  $L$ :*

$$(v_{01} + v_{02}) \sqrt{\frac{2H}{g}} \geq L \quad (11)$$

Таким образом, приведя пример возможного использования интегрированного метода «компьютерное моделирование + фронтальное обучение в диалоговом режиме» хотелось бы отметить его характерные особенности, а именно:

1. При фронтальном обучении в диалоговом режиме преподаватель строит урок таким образом, что учащиеся самостоятельно ищут ответы на поставленные им вопросы, продвигаясь на заранее намеченному преподавателем сценарию к достижению конечной цели урока (в нашем примере – к формулированию правила встречи двух тел в полете).

2. В ходе урока преподаватель практически не излагает материал самостоятельно, а только организует деятельность учащихся, направляет ее, делает необходимые обобщения, обращает общее внимание на достигнутый учащимися результат, помогает им правильно интерпретировать результат.

3. По сравнению с проектной деятельностью, разбором проблемной ситуации в дискуссии и дидактической игрой, фронтальное обучение в диалоговом режиме проводится именно в форме урока и характеризуется значительно более четким сценарием проведения;

#### *Компьютерное моделирование + дидактические игры*

Классифицируем метод «компьютерное моделирование + дидактические игры» по основным критериям:

– по характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся рассматриваемый метод можно отнести к интерактивным методам;

– по типу (характеру) познавательной деятельности – к частично-поисковым или к исследовательским методам;

– по основным компонентам деятельности учителя (Ю.К. Бабанский и др.) – к методам формирования интереса к обучению;

– по источникам передачи и характеру восприятия информации – к практическим;

– по дидактическим задачам – к методам, связанным с закреплением материала.

Дидактические игры – это вид учебных занятий, организуемых в виде учебных игр, реализующих ряд принципов игрового, активного обучения и отличающихся наличием правил, фиксированной структуры игровой деятельности и системы оценивания, один из методов активного обучения (В.Н. Кругликов, 1988). Дидактическая игра – это такая коллективная, целенаправленная учебная деятельность, когда каждый участник и команда в целом объединены решением главной задачи и ориентируют свое поведение на выигрыш. Дидактическая игра – это активная и(или) интерактивная учебная деятельность по имитационному моделированию изучаемых систем, явлений, процессов.

Отличительной особенностью дидактических игр является наличие игровой ситуации, которая обычно используется в качестве основы метода. Деятельность участников в игре формализована, то есть имеются правила, жесткая система оценивания, предусмотрен порядок действий или регламент. Следует отметить, что дидактические игры отличаются от деловых игр в первую очередь отсутствием цепочки решений.

Из числа известных типов игр к дидактическим можно отнести: анализ конкретных ситуаций, игровое проектирование, разбор деловой почты руководителя и некоторые другие, например, социо/игровые технологии обучения [12].

В качестве примера использования метода дидактической игры в виде игрового проектирования на интегрированном уроке физики и информатики в 9-х и 10-х классах при изучении темы «тело, брошенное горизонтально» можно предложить следующий сценарий игры под названием «сбей ракету». По содержанию данное занятие является логическим продолжением того материала, который мы изложили в предыдущем разделе, рассматривая метод фронтального обучения в диалоговом режиме. Мы также будем рассматривать два тела, брошенных горизонтально друг на встречу другу, но только не одновременно, а с некоторым интервалом  $\Delta t$ .

Смысл данного соревнования заключается в следующем:

1. Второй игрок в начале игры устанавливает виртуальную мишень в любую точку отрезка ОА (рисунок 27) и сообщает ее координаты первому игроку.

2. Первый игрок управляет первым телом, и он же делает первый ход. Его задачей является попасть управляемым им телом в мишень, которую установил второй игрок. Очевидно, что данная задача весьма проста, необходимо воспользоваться формулой (8) и подобрать такое сочетание значений высоты броска  $H$  и начальной скорости тела  $v_0$ , чтобы первое тело при падении на землю попало в мишень.

3. Второй игрок управляет вторым телом, он ходит вторым и его задачей является попасть управляемым им телом по первому телу. Если это удастся, то он выиграл. Задача второго игрока значительно сложнее задачи первого. Давайте рассмотрим цепочку рассуждений и вычислений, которую необходимо совершить второму игроку для достижения победы в игре.

Выпишем уравнения координат  $x_1$  и  $x_2$  для первого и второго тела:

$$x_1 = v_{01}(t + \Delta t) \quad (12)$$

$$x_2 = L - v_{02}t \quad (13)$$

Нашей задачей является добиться встречи (столкновения) двух тел в полете, а условием встречи является равенство координат тел как по оси  $x$ , так и по оси  $y$ , поэтому приравняем правые части уравнений (12) и (13):

$$v_{01}(t + \Delta t) = L - v_{02}t \quad (14)$$

Откуда время равенства координат тел по оси  $x$  будет равно:

$$t^* = \frac{L - v_{01}\Delta t}{v_{01} + v_{02}} \quad (15)$$

Далее выпишем уравнения координат  $y_1$  и  $y_2$  рассматриваемых нами тел:

$$y_1 = H_1 - \frac{g(t + \Delta t)^2}{2} \quad (16)$$

$$y_2 = H_2 - \frac{gt^2}{2} \quad (17)$$

Исходя из того, что условием столкновения тел является также равенство их координат по оси  $y$  приравняем правые части формул (16) и (17):

$$H_1 - \frac{g(t + \Delta t)^2}{2} = H_2 - \frac{gt^2}{2} \quad (18)$$

Откуда время равенства координат тел по оси  $y$  будет равно:

$$t^{**} = \frac{H_1 - H_2 - \frac{g\Delta t^2}{2}}{g\Delta t} \quad (19)$$

Но для того, чтобы тела встретились в полете равенство координат должно быть обеспечено одновременно по оси  $x$  и по оси  $y$ , тогда необходимо приравнять правые части уравнений (15) и (19):

$$\frac{L - v_{01}\Delta t}{v_{01} + v_{02}} = \frac{H_1 - H_2 - \frac{g\Delta t^2}{2}}{g\Delta t} \quad (20)$$

Вспомним, что из условия постановки задачи, нам в уравнении (20) известны все величины, кроме тех, которые относятся к параметрам броска второго игрока, а именно, высота броска  $H_2$  и начальная скорость второго тела  $v_{02}$ . Эти параметры находятся в компетенции второго игрока, он может назначить значение для высоты броска и рассчитать по формуле (20) значение начальной скорости, при которой второе тело столкнется с первым.

Проблема для второго игрока заключается в том, что он должен понимать, что высота  $H_2$ , с которой он бросит второе тело должна быть меньше высоты броска первого тела  $H_1$  как минимум на величину, равную  $\frac{g\Delta t^2}{2}$ , так как, в противном случае второе тело никогда не столкнется с первым. Например, если первое тело брошено с высоты 600 метров, а второе брошено через 3 секунды после первого с высоты 580 метров, то графики зависимости координат данных тел от времени показывают нам, что встреча таких тел в полете невозможна (рисунок 34).

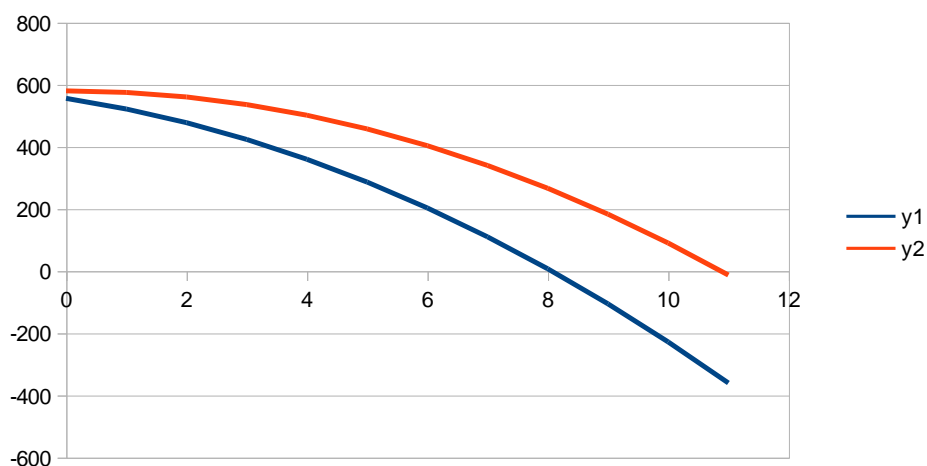


Рис. 34. Графики зависимости координат  $y$  тел, брошенных горизонтально, первое – с высоты 600 метров, второе через 3 секунды после первого с высоты 580 метров

Обратите внимание на то, что на рисунке 34 время начинается отсчет времени с момента броска *второго* тела, что обусловлено спецификой компьютерной моделью, которая используется для изучения движения двух тел.

С другой стороны, высота броска второго тела не должна быть слишком низкой, так как в противоположном случае, второе тело упадет на землю еще до момента возможной встречи с первым телом, как показано на рисунке 35.

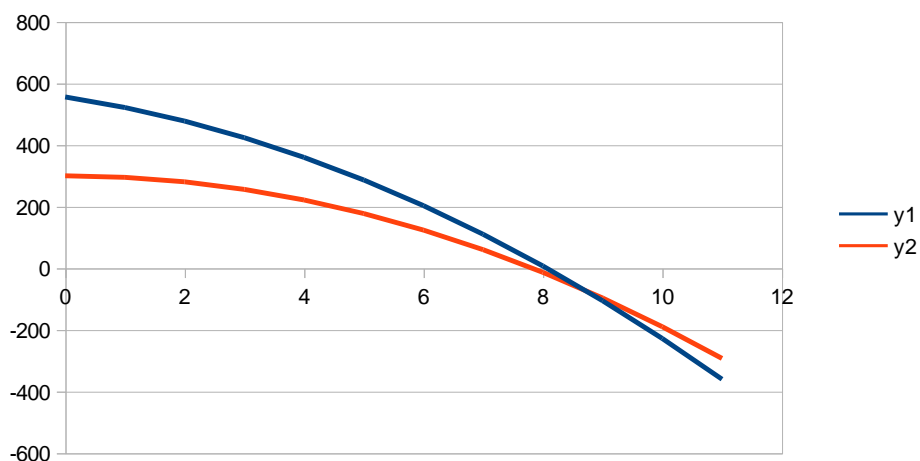


Рис. 35. Графики зависимости координат  $y$  тел, брошенных горизонтально, первое – с высоты 600 метров, второе через 3 секунды после первого с высоты 300 метров

Таким образом, перед вторым игроком стоит задача выбрать некоторую оптимальную высоту броска, а затем с помощью формулы (20) рассчитать необходимую начальную скорость броска, обеспечивающую столкновение второго тела с первым. Кроме того, в данную дидактическую игру можно включить различные ограничения по максимальному значению скорости бросаемых тел и различные другие опции, делающие соревнование более приближенным к реальным физическим процессам.

В настоящей работе автор не ставит целью детально проработать все детали предлагаемого сценария дидактической игры, посвященной изучению движения двух тел, брошенных горизонтально друг на встречу другу, одновременно



менно с некоторым интервалом  $\Delta t$ , предоставляя это тем педагогам, которых заинтересует предложенная идея, а лишь очерчивает контуры возможного занятия по данной теме.

Задача выбора наиболее адекватного в конкретной учебной ситуации метода обучения, оптимального для данных условий его применения, представляет собой важнейший компонент деятельности учителя. Ни один из перечисленных методов не является универсальным. Хороших результатов методической работы можно достигнуть только при использовании обоснованной совокупности методов обучения, как традиционных, так и современных, как интегрированных, так и монометодов.

Но, обратите внимание на тот факт, что все рассматриваемые нами интегрированные методы, базирующиеся на компьютерной симуляции, были классифицированы следующим образом:

- по характеру взаимной деятельности учителя и обучающихся их можно отнести к интерактивным методам;
- по типу (характеру) познавательной деятельности – к частично-поисковым или к исследовательским методам;
- по основным компонентам деятельности учителя – к методам формирования интереса к обучению;
- по источникам передачи и характеру восприятия информации – к практическим;
- по дидактическим задачам – к методам, связанным с объяснением и закреплении материала.

С точки зрения автора, именно методы обучения, имеющие приведенную выше интегральную характеристику, больше всего соответствуют взятому в качестве основы в ФГОС ООО системно-деятельностному подходу, так как мотивируют учащихся к активному, творческому овладению знаниями, формируют пытливый, исследовательский склад ума. Примеры применения различных методов обучения информатике, приведенные в настоящей работе, предлагались

автором именно исходя из сути системно-деятельностного подхода. Принцип деятельности заключается в том, что формирование личности ученика и продвижение его в развитии осуществляется не тогда, когда он воспринимает знания в готовом виде, а в процессе его собственной деятельности, направленной на «открытие нового знания».

Но, к сожалению, данные методы можно использовать не везде и не всегда, необходимо учитывать при выборе и сочетании методов обучения следующие критерии:

- 1) соответствие целям и задачам обучения;
- 2) соответствие содержанию изучаемого материала (сложность, новизна, характер, возможность наглядного представления материала и т. д.);
- 3) соответствие реальным учебным возможностям обучающихся: возрастным (физическим, психическим), уровню подготовленности (обученности, развитости, воспитанности, степень владения средствами информационных технологий), индивидуальным особенностям;
- 4) соответствие имеющимся условиям (оснащенность кабинета соответствующими средствами обучения, наличие электронных и печатных учебно-методических материалов) и отведенному времени для обучения;
- 5) учет эргономических условий (время проведения урока по расписанию, наполняемость класса, продолжительность работы за компьютером и т. д.);
- 6) соответствие индивидуальным особенностям и возможностям самих учителей (черты характера, уровень овладения тем или иным методом, отношения с классом, предшествующий опыт, уровень психолого-педагогической, методической и информационно-технологической подготовки).

И так, в данной работе мы рассмотрели технологию проведения уроков по предметам физико-математического цикла с использованием интегрированных методов обучения по формуле «компьютерное моделирование + современный метод обучения». Важной характерной чертой учебных занятий этого типа является не только интеграция содержаний образования по физике и информатике,

но также интеграция методов обучения, что, с точки зрения автора, является перспективным направлением в современной педагогике в плане компетентностного подхода к результатам обучения, так как направлены на стимуляцию познавательной активности учащихся путем включения его в практическую работу «собственными руками».

### ***Список литературы***

1. Кузнецов А.А. Общая методика обучения информатике / А.А. Кузнецов, Т.Б. Захарова, А.С. Захаров. – М.: Изд-во МПГУ, 2015.
2. Кузьменко Г.Н. Философия и методология науки: Учебник для магистратуры / Г.Н. Кузьменко, Г.П. Отюцкий. – М.: Юрайт, 2014. – 450 с.
3. Угринович Н.Д. Информатика и ИКТ: Учебник для 9 класса / Н.Д. Угринович. – 6-е изд. – М.: Бином; Лаборатория знаний, 2012. – 295 с.
4. Требования к системе для Office 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/ee624351.aspx> (дата обращения: 29.02.2016).
5. Системные требования к OpenOffice.org 3.0–3.3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.openoffice.org/dev\\_docs/source/sys\\_reqs\\_30.html](http://www.openoffice.org/dev_docs/source/sys_reqs_30.html) (дата обращения: 29.02.2016).
6. «Педагогическое сообщество Екатерины Пашковой – PEDSOVET.SU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pedsovet.su/publ/164-1-0-840>
7. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_проектов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_проектов)
8. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>
9. Рузавин Г.И. Философия науки: Учеб. пособие. – М.: Юнити-Дана, 2008. – 182 с.
10. Дяконов В. Linux – каждому // LinuxFormat. – №3. – 2016 (LXF207).
11. Маркушевич М.В. Компьютерное моделирование движения тела, скользящего с наклонной плоскости // Информатика в школе. – №4. – 2015.

12. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дидактические\\_игры](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дидактические_игры)

13. Использование компьютерного моделирования в электронных таблицах OpenOffice.Calc для решения физических задач / А.Ю. Федосов, М.В. Маркушевич // Педагогическая информатика. – 2016. – №1. – С. 19–29.

---

**Маркушевич Михаил Владимирович** – учитель информатики и физики ГБОУ г. Москвы «Школа с углубленным изучением английского языка №1352», аспирант ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», Россия, Москва.

**Markushevich Mikhail Vladimirovich** – teacher of computer science and physics in FBEI of Moscow “School with intensive study of English №1352”, postgraduate of FSBEI of HE “Russian State Social University”, Russia, Moscow.

---