**ОТЧЁТ**  
по работе «Исследование простой математической модели падения тела по вертикали вблизи поверхности Земли»

Выполнил: учащийся 11П Шишкин Н.С.

Преподаватель: учитель информатики Янков В.Ю.

**Содержание отчёта**

1. Аннотация
2. Математическая модель
   1. Описание простой математической модели падения тела по вертикали вблизи поверхности Земли
   2. Результаты математического (теоретического) моделирования
   3. Результаты натурного (практического) моделирования
   4. Выбор параметра математической модели
3. Заключение
4. Приложения
5. Вокруг нас повсеместно встречаются явления и процессы, которые можно описать при помощи математических моделей. Математическая модель – это математическое представление реальности. Данная работа включает в себя исследование и описание математической модели процесса свободного падения вблизи поверхности Земли – этот физический процесс поддаётся описанию через систему математических формул. Данное исследование пренебрегает сопротивлением воздуха – одним из факторов, влияющих на точность исследования. Данное пренебрежение упрощает математическую модель до одного уравнения.
6. Исследование простой математической модели падения тела по вертикали вблизи поверхности Земли
   1. Падение тела как физическое явление есть равнопеременное

движение (РПД) под действием силы тяжести g. Сила тяжести является определённой постоянной величиной для планет Солнечной Системы. Свободное падение является частным случаем РПД:

* При свободном падении тело не обладает начальной скоростью (начальная скорость равна нулю).
* На тело не воздействуют или пренебрежимо малы внешние силы.
* Время, за которое тело совершит свободное падение на поверхность планеты, определяется по формуле [](https://camo.githubusercontent.com/5c1796f192da5f582b2c15fe827d6485219da894/687474703a2f2f7777772e736369776561766572732e6f72672f74657832696d672e7068703f65713d7425334425323025354373717274253542253544253742253230253543667261632537423268253744253742672537442537442532302662633d57686974652666633d426c61636b26696d3d706e672666733d31322666663d6172657626656469743d30) , где h - высота, с которой брошено тело, g - ускорение свободного падения. Используя данную формулу, также можно узнать время, за которое тело пройдёт определённое расстояние. В таком случае h - расстояние, которое необходимо преодолеть телу.
* Для расчёта расстояния, пройденного телом за время t, применяется обратная формула - [](https://camo.githubusercontent.com/12b0b7ab3f493d2bc7d83f0ac015a94e2f4feeb4/687474703a2f2f7777772e736369776561766572732e6f72672f74657832696d672e7068703f65713d6825334425323025354366726163253742677425354525374232253744253744253742322537442532302662633d57686974652666633d426c61636b26696d3d706e672666733d31322666663d6172657626656469743d30) , где g - ускорение свободного падения, t - время, за которое тело должно должно преодолеть заданное расстояние h.
* Рассчитав расстояние, пройденное телом за время t, также можно узнать расстояние тела от поверхности планеты в указанный момент времени t по формуле [](https://camo.githubusercontent.com/b4a60325efc61c1535bd4a76fbc61a9fc23ad758/687474703a2f2f7777772e736369776561766572732e6f72672f74657832696d672e7068703f65713d68253230253344253230482532302d25323025354366726163253742677425354525374232253744253744253742322537442532302662633d57686974652666633d426c61636b26696d3d706e672666733d31322666663d6172657626656469743d30) , где H - высота начала падения тела от поверхности. планеты, g - ускорение свободного падения, t - время, за которое тело должно должно преодолеть заданное расстояние h.

2.2. С математической точки зрения, данный процесс можно представить как функцию [](https://camo.githubusercontent.com/12b0b7ab3f493d2bc7d83f0ac015a94e2f4feeb4/687474703a2f2f7777772e736369776561766572732e6f72672f74657832696d672e7068703f65713d6825334425323025354366726163253742677425354525374232253744253744253742322537442532302662633d57686974652666633d426c61636b26696d3d706e672666733d31322666663d6172657626656469743d30) - квадратичную функцию, следовательно, её график **h(t)** — парабола с вершиной в точке (0;0). Поскольку **g** > 0 по определению ускорения свободного падения, ветви параболы направлены вверх. Так как **t** > 0 по определению, то у параболы отсутствует «левая» ветвь, лежащая на четвёртой координатной четверти. Параметр **g** является *параметром математической модели*(см.п.2.4.)**.**

2.3. Для проведения натурного моделирования был проведён эксперимент — свободно с высоты 3 метра были брошены без ускорения два тела — большей и меньшей массы. Тела были брошены на фоне стены с отметками высоты, было записано видео падения каждого из тел. Просматривая видео покадрово, были определены моменты времени, в которые тело проходило отметки высоты. По результатам эксперимента, было определено по 16 точек-высот для каждого из тел, в каждой точке найдено время с момента начала полёта тела. Точки были отмечены на координатной плоскости **h(t)**. В последствии, график был «идеализирован» при помощи метода неполных квадратов (см.п.2.4.).

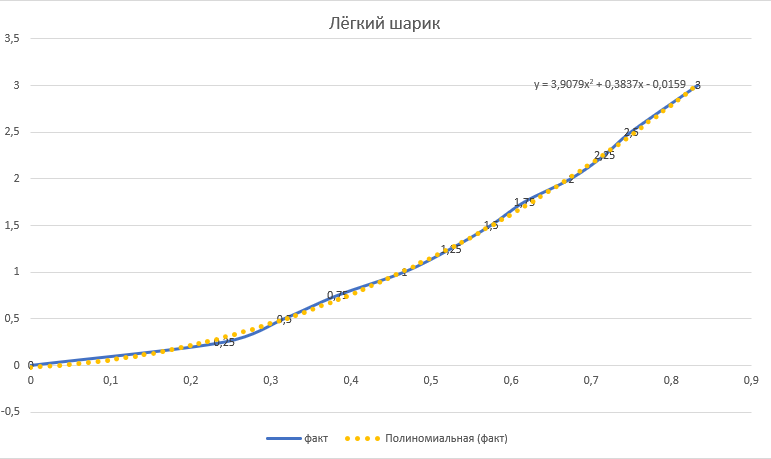
2.4. В исследовании, параметр **g** необходимо было подобрать. Для этого был применён *метод наименьших квадратов (МНК)* – математический метод, используемый для аппроксимации точечных значений функций, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомых переменных. При построении линии тренда полинома использовались стандартные средства Excel, подбирающие нужные коэффициенты для квадратичного уравнения, описывающего полученную линию тренда. ******

Рисунок . Полиномиальная линия тренда, построенная на примере графика лёгкого шарика с уравнением.

В полученном уравнении коэффициент при x2 (где x – время полёта тела) равен 3,9079, что есть g/2. Следовательно, ***полученное g приблизительно равно 7,8.***

3. Проведённая исследовательская работа показала, что ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли сильно зависит от условий проведения испытания, и отличается от теоретического значения **g** = 9,8 м/c2. По результатам работы сделаны следующие выводы:

* Для увеличения точности собираемых данных при проведении натурного эксперимента следует снимать видео с частотой кадров свыше 60 кадров в секунду: съёмка более тяжёлого тела велась при скорости съёмки 30 кадров в секунду, лёгкого – 120. При покадровом просмотре полученного видео выяснилось, что запись с меньшей скоростью не позволяет отследить точное время прохождения шариком определённой отметки высоты, что оказывает влияние на точность получаемых точек.
* Фактическое ускорение свободного падения для тел с различной массой оказывается одинаковым.

4. Приложение №1 – таблица Excel, включающая в себя фактические значения точек графиков для лёгкого и тяжёлого тел, графики, построенные по этим точкам, подобранное ускорение свободного падения **g**, график, полученный при применении МНК к фактическому графику.