

**16. Приведите  
разнообразные  
примеры  
квадратичной  
зависимости**

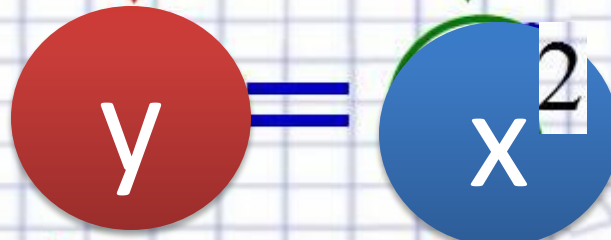
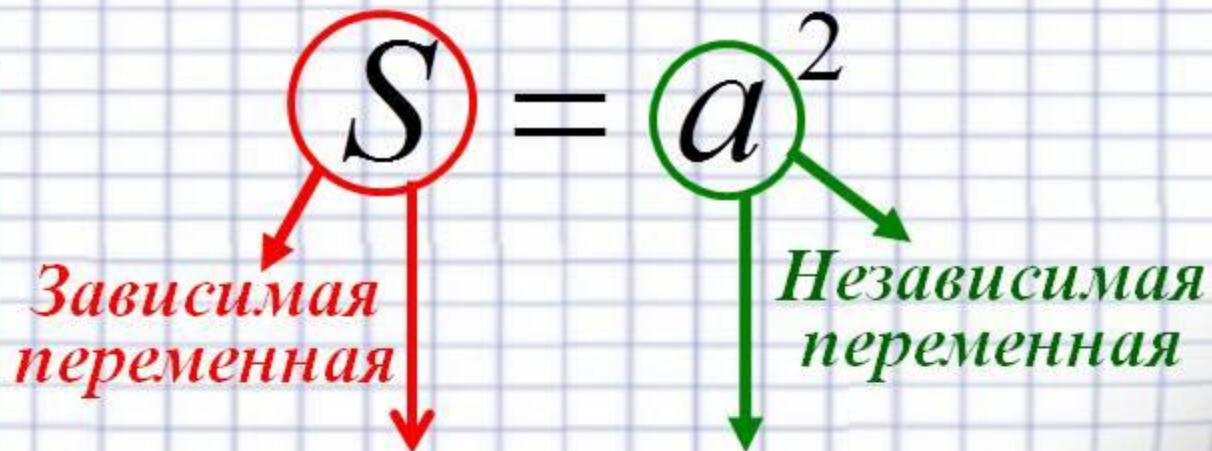
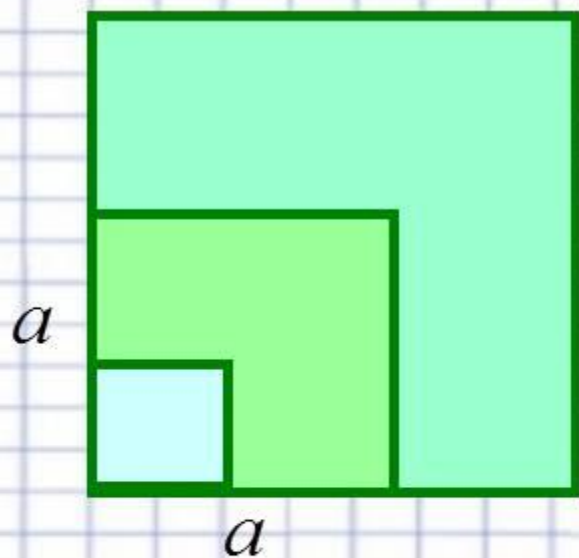
# Квадратичная зависимость:

$y = ax^2$ , где  $a$  - постоянное

число,  $a \neq 0$ .

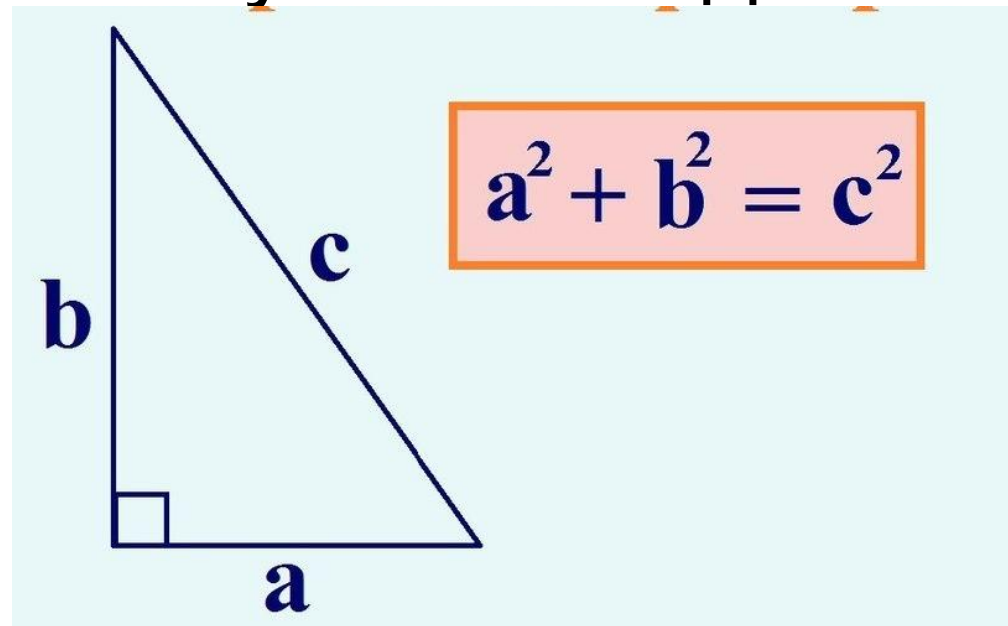


# Зависимость площади квадрата от длины его стороны



квадратичная функция

- Квадратичные зависимости в геометрии начинаются с теоремы Пифагора. Суть теоремы – *квадратичная* зависимость квадрата гипотенузы от каждого из катетов.

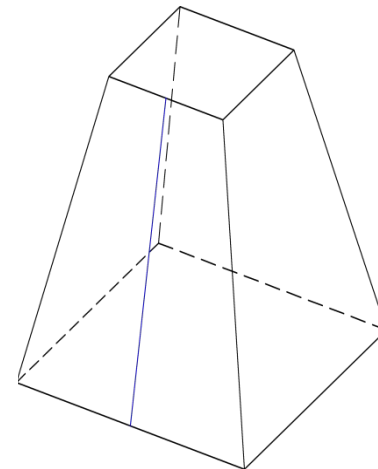


# Квадратичные зависимости в природе, быту, науке

- Такие зависимости использовались ещё при строительстве египетских пирамид. В папирусе, написанном около 1650 г. до н. э., описывается формула для объёма усечённой пирамиды с квадратным основанием (какие строили египтяне)

$$V = \frac{h}{3}(a^2 + ab + b^2)$$

- Где  $a$ ,  $b$  - длины сторон квадратов,  $h$  - высота пирамиды.



- А квадратные уравнения решались ещё раньше. Их решали вавилоняне времён Хаммурапи (1950 г. до н.э.), т.е. более четырёх тысяч лет тому назад. Решения описывались на глиняных табличках, и, конечно, **не в виде формул**, а в виде довольно пространныго словесного перечисления последовательности действий.

Впервые квадратное уравнение сумели решить математики Древнего Египта. В одном из математических папирусов содержится задача:



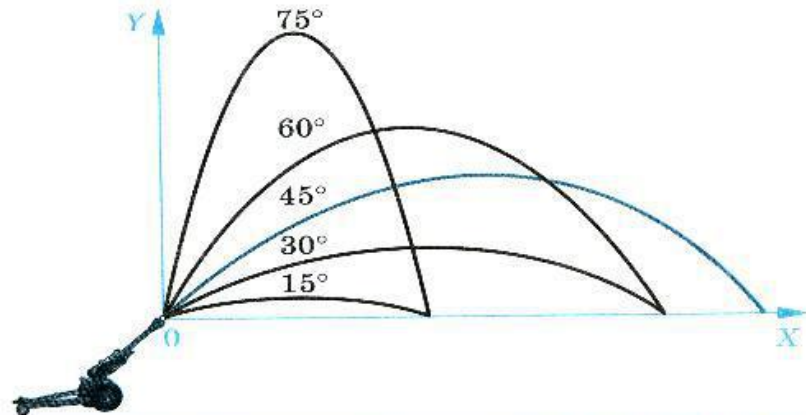
- Путь, пройденный телом, при его равноускоренном движении, в зависимости

$$S = Vt + \frac{at^2}{2} \quad t:$$





- Свободно падающие тела (пули, снаряды, камни) движутся по параболической траектории  $y = ax^2 + bx + c$ , причём  $a < 0$ , если ось  $y$  направлена вверх. Такие траектории называются *баллистическими*.
- Гагарин впервые летел по круговой траектории, а не по баллистической, чем и прославился. Параболическую же форму имеют и орбиты *комет*, прибывающих из *глубокого* космоса (такие кометы не возвращаются).





- *Кинетическая энергия - квадратичная функция скорости тела.*

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

- Аналогичный квадратичный закон верен для вращательного движения твёрдых тел (на чём основана теория волчка и всевозможных *гироскопов*), а также для движения жидкости (на чём основана наука *гидродинамика*).

- Квадратичный вид имеет также энергия электрического и магнитного полей. Именно, *благодаря квадратичной зависимости* этой энергии от полей распространяются радиоволны и свет, так как именно такая зависимость является причиной возникновения *гармонических колебаний*

Энергия электрического поля запасается между обкладками конденсатора  $C$ :

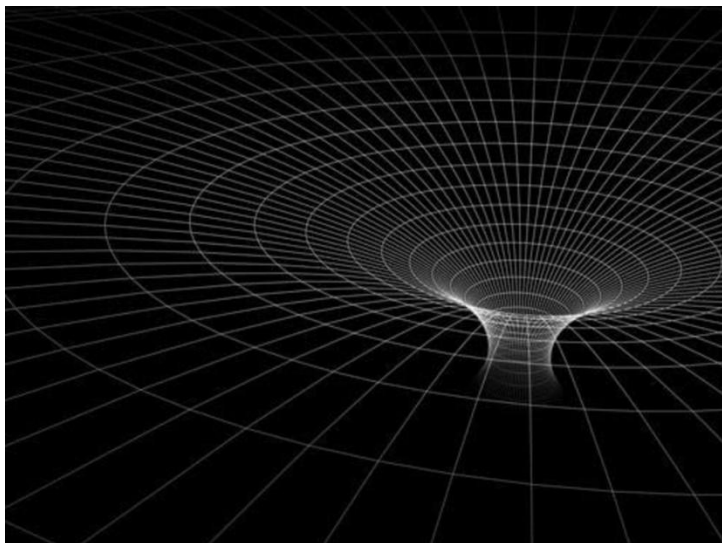
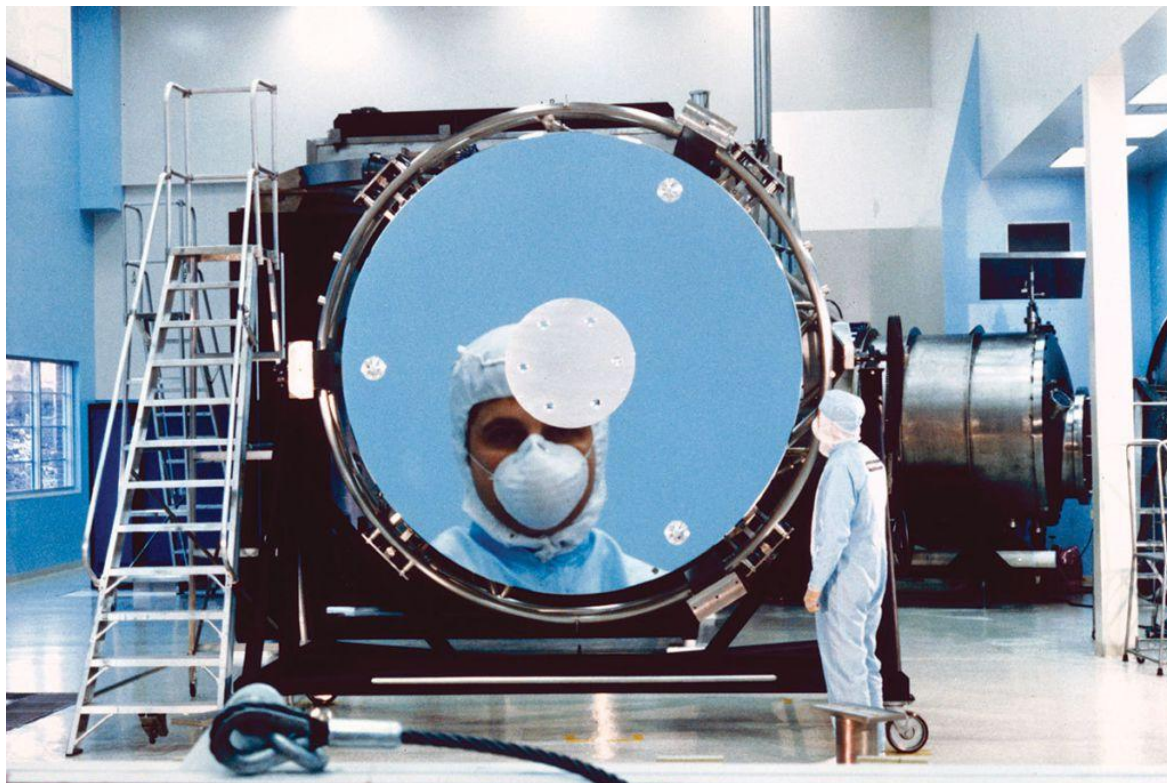
$$W_{\text{эл.п.}} = \frac{Q^2}{2C}.$$

Энергия магнитного поля сосредоточена в катушке  $L$ :

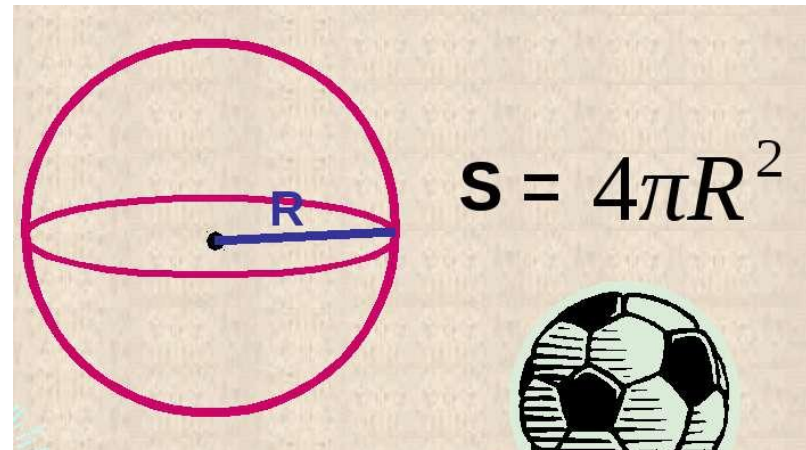
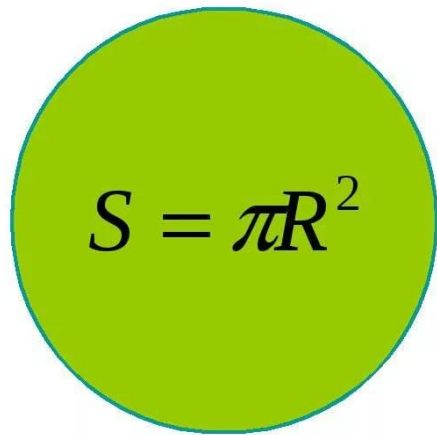
$$W_{\text{м.п.}} = \frac{LI^2}{2} = \frac{L\dot{Q}^2}{2}.$$

- Риманову геометрию применил Эйнштейн и построил теорию относительности. Эта теория предсказала *чёрные дыры* во Вселенной, которые обнаружены астрономами, использующими космический телескоп-спутник имени Хаббла, опять же с *параболическим* зеркалом. В основе и чёрных дыр и телескопа лежит *квадратичная* зависимость!

# Телескоп "Хаббл"



- В основе атомной бомбы также лежит *квадратичная* зависимость, геометрически связанная с теоремой Пифагора.
- Площади круга и сферы квадратично зависят от радиуса.



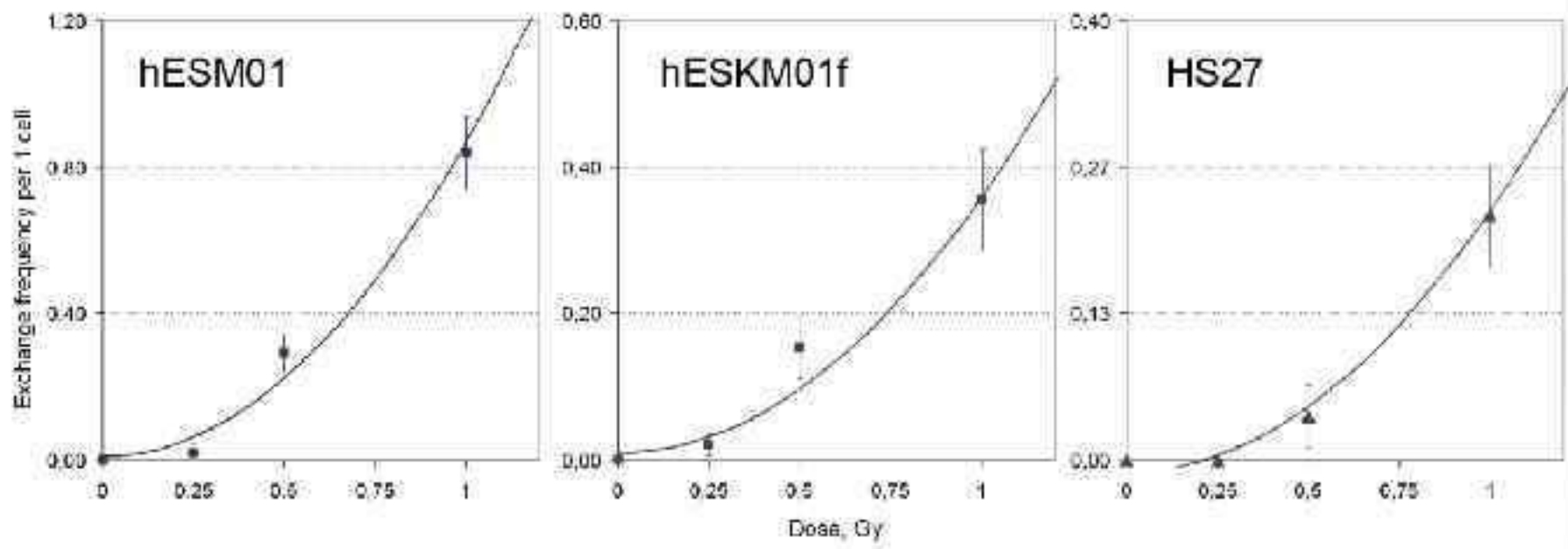


- В сечении спутниковые «тарелки» и отражатели гигантских радиотелескопов имеют форму параболы



## Частота хроматидных обменов имеет квадратичную дозовую зависимость

- $Y = c + \beta * D^2$



Квадратичная дозовая зависимость соответствует двуударному механизму формирования обменов (NHEJ).



6. Гауссу, работавшему в Брауншвейгской обсерватории, потребовалось решить задачу, наподобие такой: найти *одно* неизвестное  $x$  из системы *четырёх* (или из сотни) линейных уравнений

$$a_1x + b_1 = 0, a_2x + b_2 = 0, a_3x + b_3 = 0, a_4x + b_4 = 0,$$

если известно, что все эти уравнения должны выполняться лишь *приблизённо*, как это бывает в практике. Решение Гаусса таково:  $x$  - это точка минимума квадратного трёхчлена

$$y = ax^2 + bx + c = (a_1x + b_1)^2 + (a_2x + b_2)^2 + (a_3x + b_3)^2 + (a_4x + b_4)^2.$$

- Этот метод, в его обобщённом варианте, используется сейчас практически *всеми учёными* везде, где есть неточные результаты измерений, где нужна *статистика*

Полностью указать, где сейчас используются квадратичные зависимости – это примерно то же, что и перечислить все романы, где используется буква А.

- В заключение следует подчеркнуть роль квадратичных зависимостей для науки. Если нет точной квадратичной зависимости, учёные (математики, физики, химики) часто решают задачу не точно, а приближённо, используя компьютеры и *заменяя сложные зависимости квадратичными*. Например, таким путём получаются многие методы приближённых вычислений

Статья А.Н. Макарова

**«Квадратичные  
зависимости в природе,  
быту, науке»**

Национальный университет кораблестроения

<https://science-nuk.ru/work11nshots=1>