

Окружная НПК «Дети-творцы XXI века»

Физика

«Исследование баллистического движения»

Авторы:

Карпов Ярослав Александрович

Баккасов Дамир Рафаилович

ГБОУ СОШ №351, 9 «А» класс

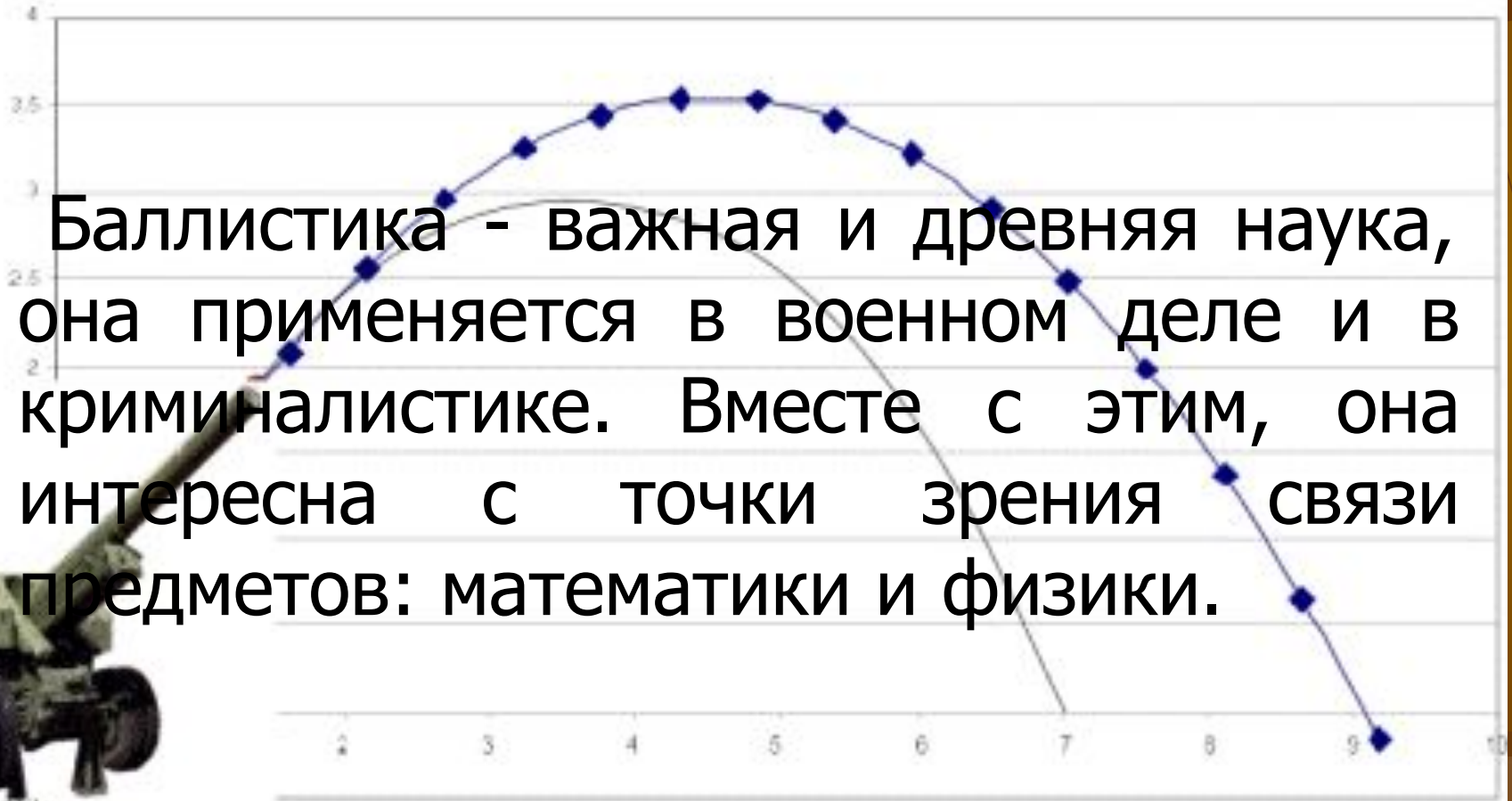
Научный руководитель: учитель физики

Кучербаева Ольга Геннадиевна

Москва, 2011 г.

Введение

- Баллистика - важная и древняя наука, она применяется в военном деле и в криминалистике. Вместе с этим, она интересна с точки зрения связи предметов: математики и физики.

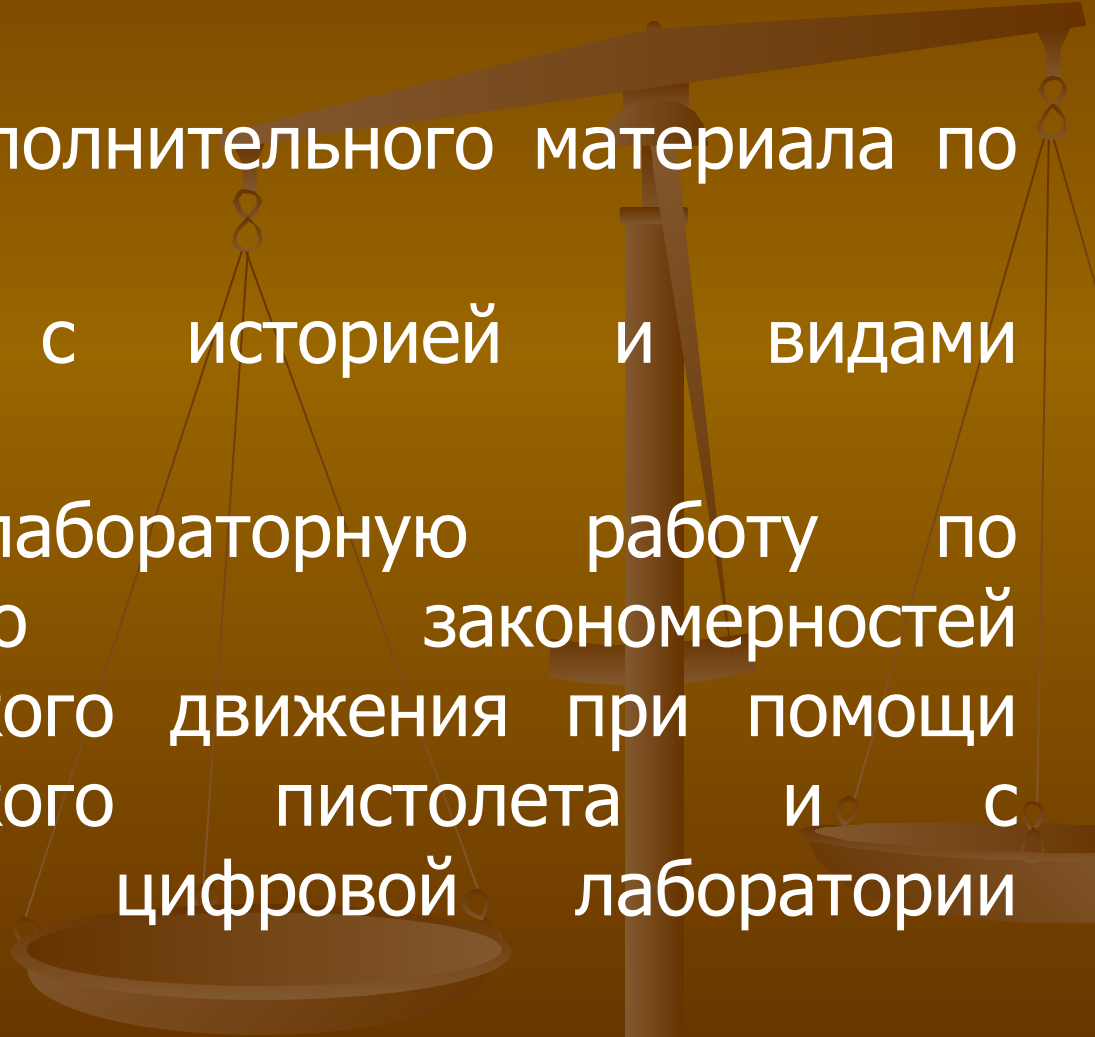


Цели

- изучить закономерности, характерные для баллистического движения
- проверить их выполнение с помощью лабораторной работы.



Задачи данной работы

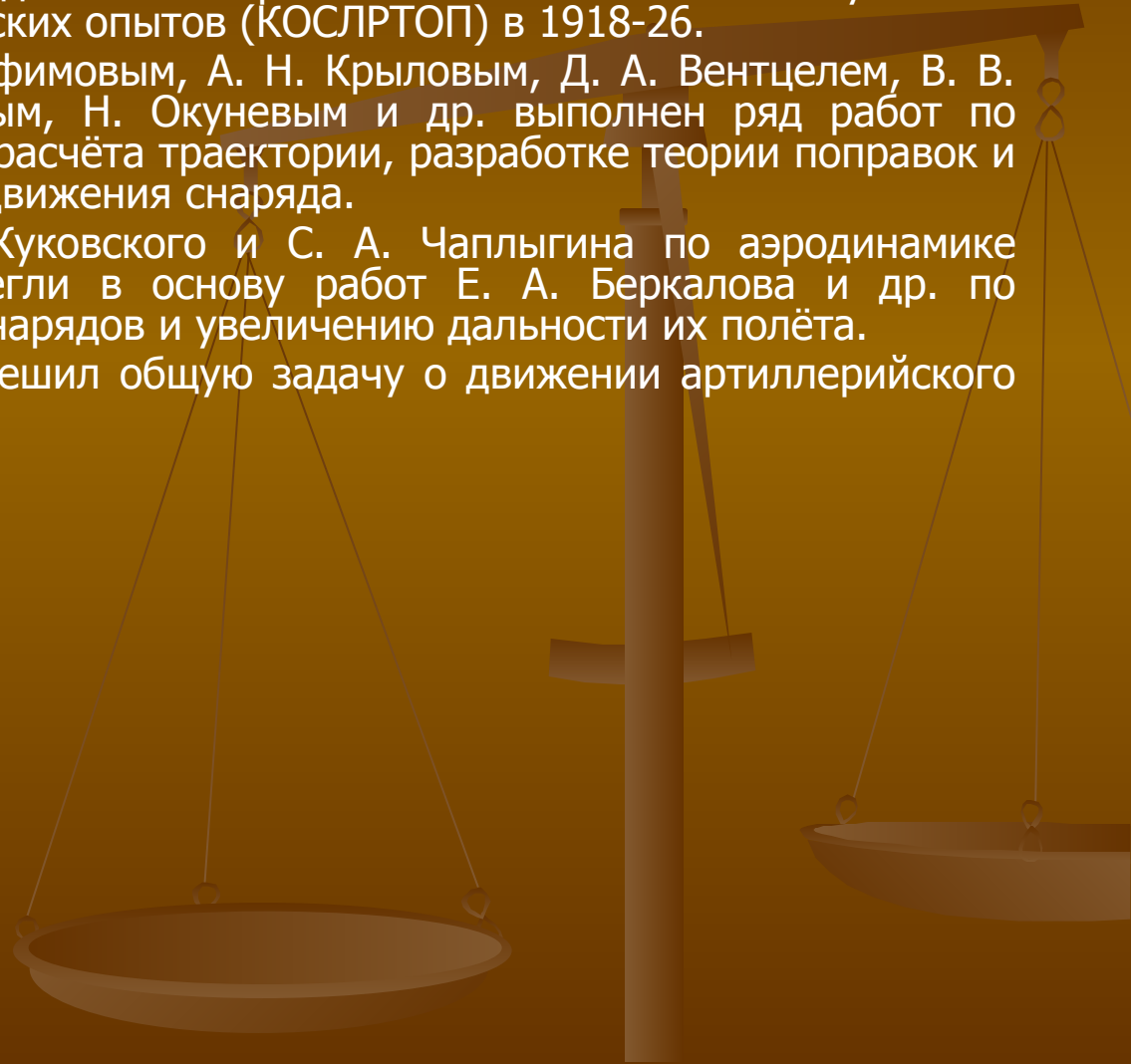
- Изучение дополнительного материала по механике.
 - Знакомство с историей и видами баллистики.
 - Провести лабораторную работу по исследованию закономерностей баллистического движения при помощи баллистического пистолета и с применением цифровой лаборатории «Архимед»
- 

История возникновения баллистики

- Возникновение баллистики как науки относится к 16 в. Первыми трудами по баллистике являются книги итальянца Н. Тартальи «Новая наука» (1537) и «Вопросы и открытия, относящиеся к артиллерийской стрельбе» (1546).
- В 17 в. фундаментальные принципы внешней баллистики были установлены Г. Галилеем, разработавшим параболическую теорию движения снарядов, итальянцем Э. Торричелли и французом М. Мерсенном, который предложил назвать науку о движении снарядов баллистикой (1644). И. Ньютон провёл первые исследования о движении снаряда с учётом сопротивления воздуха - «Математические начала натуральной философии» (1687).
- В 17-18 вв. исследованием движения снарядов занимались: голландец Х. Гюйгенс, француз П. Вариньон, швейцарец Д. Бернулли, англичанин Робинс, русский учёный Л. Эйлер и др. Экспериментальные и теоретические основы внутренней баллистики заложены в 18 в. в трудах Робинса, Ч. Хеттона, Бернулли и др.
- В 19 в. были установлены законы сопротивления воздуха (законы Н. В. Маиевского, Н. А. Забудского, Гаврский закон, закон А. Ф. Сиаччи).
- В начале 20 в. дано точное решение основной задачи внутренней баллистики - работы Н. Ф. Дроздова (1903, 1910), исследовались вопросы горения пороха в неизменном объёме - работы И. П. Граве (1904) и давления пороховых газов в канале ствола - работы Н. А. Забудского (1904, 1914), а также француза П. Шарбонье и итальянца Д. Бианки.. Как самостоятельная, определённая область науки, баллистика получила широкое развитие с середины XIX века.

Баллистика в СССР

- В СССР большой вклад в дальнейшее развитие баллистики внесён учёными Комиссии особых артиллерийских опытов (КОСЛРТОП) в 1918-26.
- В этот период В. М. Трофимовым, А. Н. Крыловым, Д. А. Вентцелем, В. В. Мечниковым, Г. В. Оппоковым, Н. Окуневым и др. выполнен ряд работ по совершенствованию методов расчёта траектории, разработке теории поправок и по изучению вращательного движения снаряда.
- Исследования Н. Е. Жуковского и С. А. Чаплыгина по аэродинамике артиллерийских снарядов легли в основу работ Е. А. Беркалова и др. по совершенствованию формы снарядов и увеличению дальности их полёта.
- В. С. Пугачев впервые решил общую задачу о движении артиллерийского снаряда.

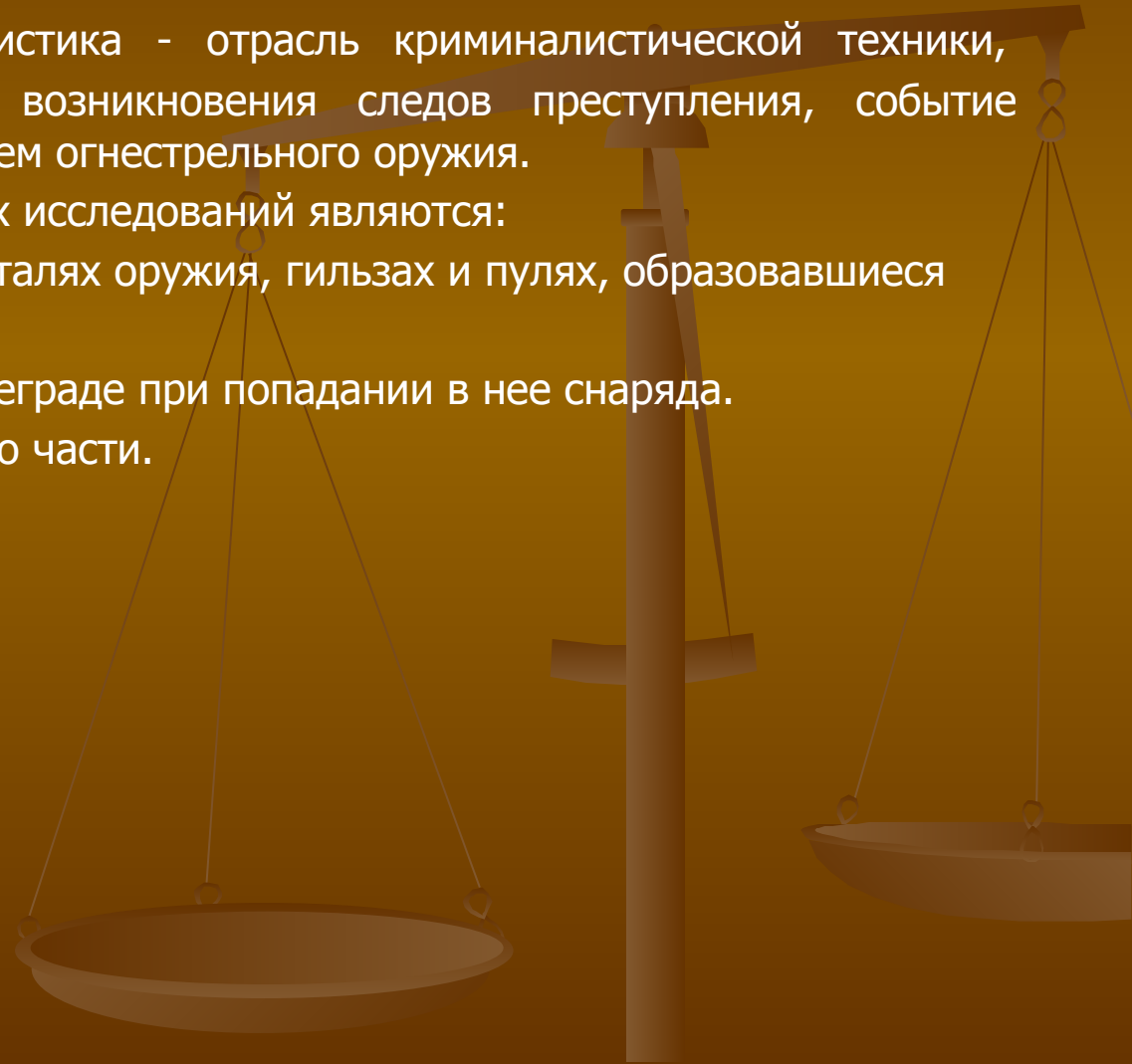


Основные разделы баллистики

- «БАЛЛИСТИКА - наука о законах полёта тел (снарядов, мин, бомб, пуль), проходящих часть пути как свободно брошенное тело» - пишут в словаре Ожегова.
- Баллистику подразделяют на: внутреннюю и внешнюю, а так же «терминальную» (конечную) баллистики.
- Внешняя баллистика изучает движение снарядов, мин, пуль, неуправляемых ракет и др. после прекращения их силового взаимодействия со стволом оружия (пусковой установкой), а также факторы, влияющие на это движение.
- Внутренняя баллистика изучает движение снарядов, мин, пуль и др. в канале ствола оружия под действием пороховых газов, а также другие процессы, происходящие при выстреле в канале или камере пороховой ракеты.
- «Терминальная» (конечная) баллистика, имеет отношение к взаимодействию снаряда и тела, в которое он попадает, и движению снаряда после попадания, то есть рассматривает физику разрушающего действия оружия на поражаемые цели, в том числе явления взрыва.
- Терминальной баллистикой занимаются оружейники-специалисты по снарядам и пулям, прочнысты и других специалисты по броне и защите, а также криминалисты.
- Для имитации действия осколков и пуль, поражающих человека, производят выстрелы в массивные мишени из желатина. Подобные эксперименты относятся к т.н. раневой баллистике. Их результаты позволяют судить о характере ран, которые может получить человек. Информация, которую дают исследования по раневой баллистике, дает возможность оптимизировать эффективность разных видов оружия, предназначенного для уничтожения живой силы противника.

Понятие криминалистической баллистики

- Криминалистическая баллистика - отрасль криминалистической техники, изучающая закономерности возникновения следов преступления, событие которых связано с применением огнестрельного оружия.
- Объектами баллистических исследований являются:
 - 1. Следы, возникающие на деталях оружия, гильзах и пулях, образовавшиеся в результате выстрела.
 - 2. Следы, возникающие на преграде при попадании в нее снаряда.
 - 3. Огнестрельное оружие и его части.
 - 4. Боеприпасы и их части.
 - 5. Взрывные устройства.
 - 6. Холодное оружие.



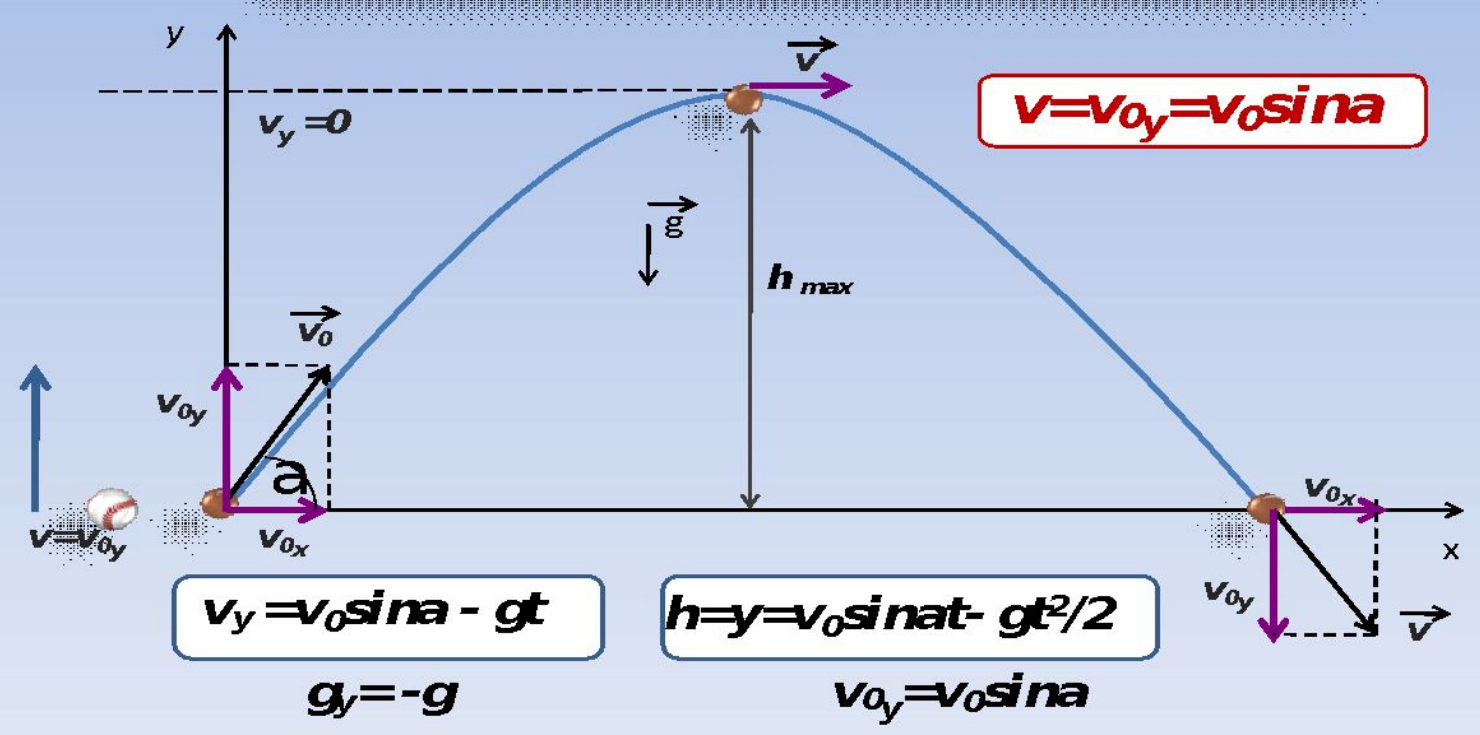
Скорость при баллистическом движении

- Для расчёта скорости v снаряда произвольной точке траектории, а также для определения угла α , который образует вектор скорости с горизонталью, достаточно знать проекции скорости на оси X и Y . Если v_x и v_y известны, по теореме Пифагора можно найти скорость: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$. При равномерном движении по оси X проекция скорости движения v_x остаётся неизменной и равной проекции начальной скорости v_0 : $v_x = v_0 \cos \alpha$. Зависимость $v_x(t)$ определяется формулой: $v_x = v_0 \cos \alpha$, в которую следует подставить: $v_x = v_0 \cos \alpha$, $a = -g$.

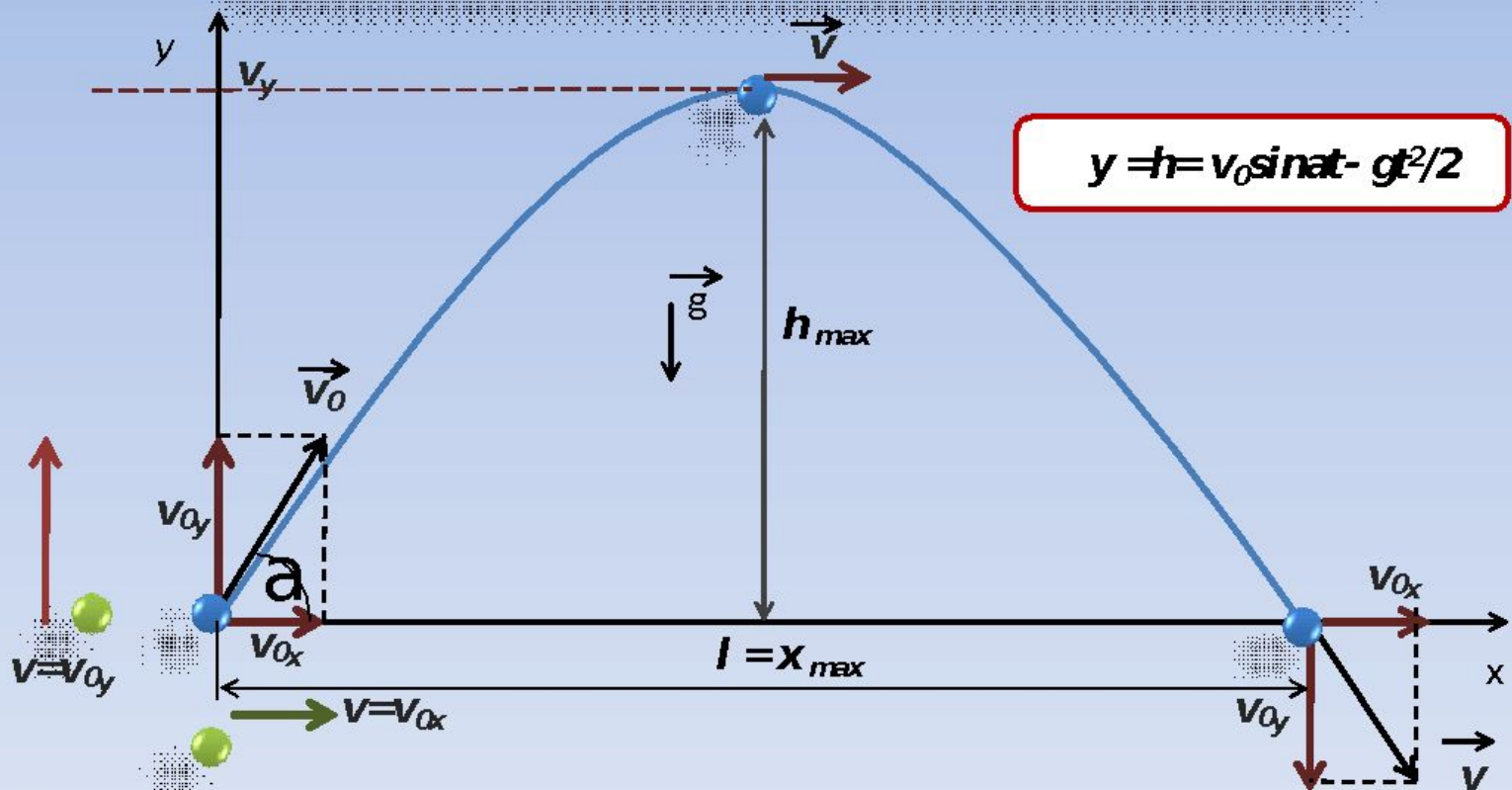


Тогда $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$. В любой точке траектории проекция скорости на ось X остается постоянной. По мере подъема снаряда проекция скорости на ось Y уменьшается по линейному закону. При $t = 0$ она равна $v_0 \sin \alpha$.
 Найдем промежуток времени, через который проекция этой скорости станет равна нулю: $0 = v_0 \sin \alpha - gt$, $t = v_0 \sin \alpha / g$.
 Полученный результат совпадает со временем подъема снаряда на максимальную высоту. В верхней точке траектории вертикальная компонента скорости равна нулю. Следовательно, тело больше не поднимается. При $t > v_0 \sin \alpha / g$ проекция скорости v_y становится отрицательной. Значит, эта составляющая скорости направлена противоположно оси Y, т. е. тело начинает падать вниз. Так как в верхней точке траектории $v_y = 0$, то скорость снаряда равна: $v = v_x = v_0 \cos \alpha$

Вдоль оси OY тело движется **равнозамедленно**, подобно телу, брошенному вертикально вверх со скоростью, равной проекции начальной скорости на ось OY



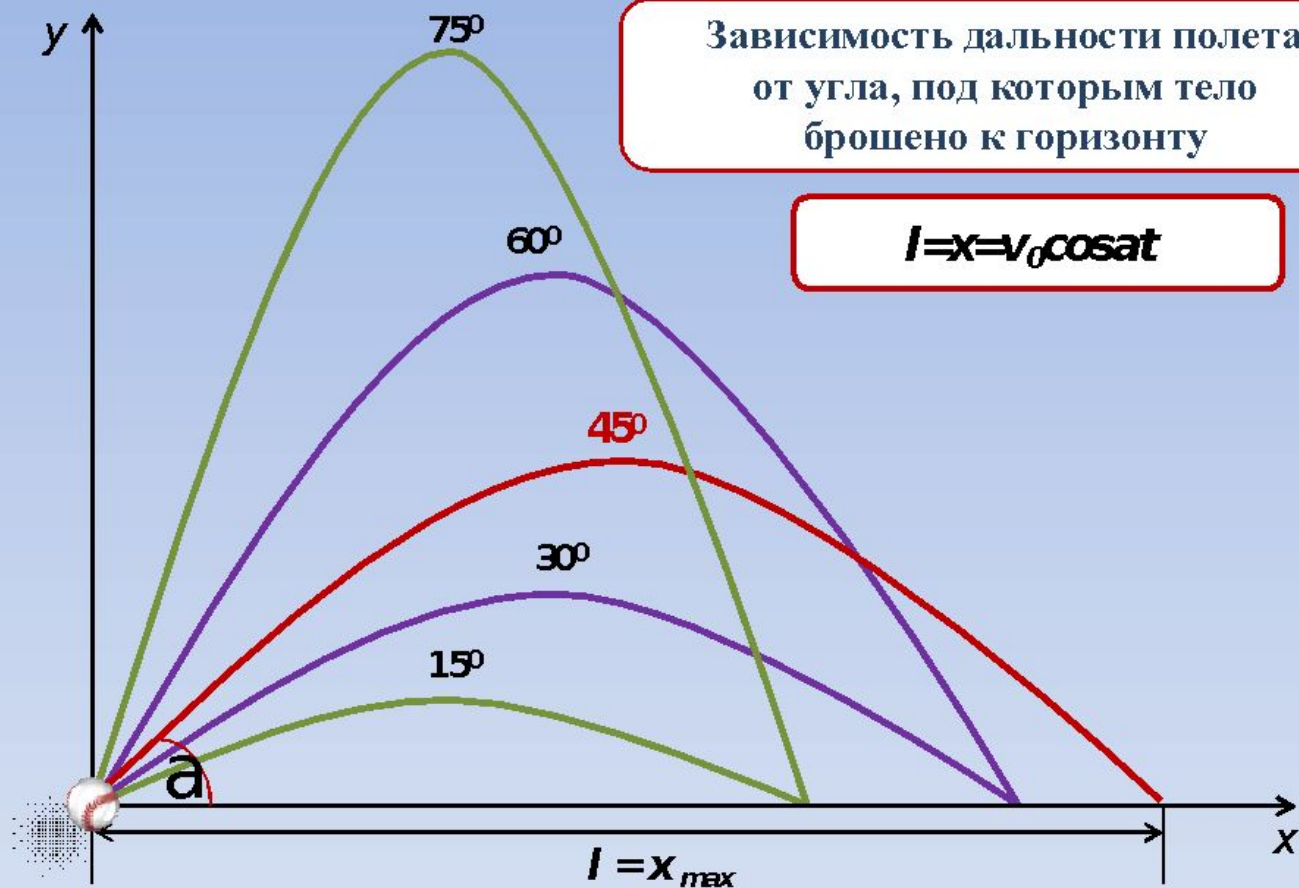
Зависимость высоты и дальности полёта от угла α



$$y = h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Дальность полёта при одной и той же начальной скорости зависит от угла

$$x = l = v_0 \cos \alpha t$$



Зависимость дальности полета от угла, под которым тело брошено к горизонту

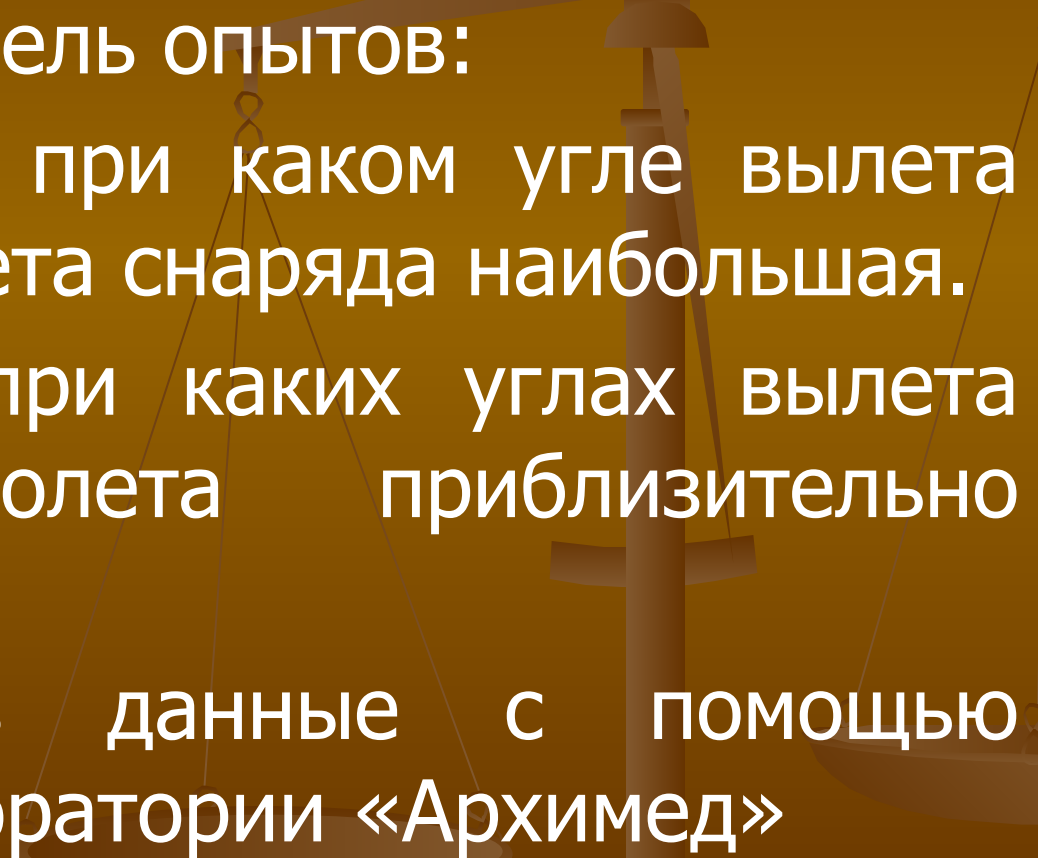
$$l = x = v_0 \cos \alpha t$$

Дальность полета максимальна, когда

$$\alpha = 45^\circ$$

Для углов, дополняющих друг друга до 90° дальность полета одинакова

Журнал исследования

- 
- Цель опытов:
 - 1) Установить при каком угле вылета дальность полета снаряда наибольшая.
 - 2) Выяснить при каких углах вылета дальность полета приблизительно одинаковая
 - 3) Проверить данные с помощью цифровой лаборатории «Архимед»

- При стрельбе на горизонтальной поверхности под различными углами к горизонту дальность полета снаряда выражается формулой

- $l = (2V^2 \cos\alpha \sin\alpha) / g$

- Или

- $l = (V^2 \sin(2\alpha)) / g$

- Из данной формулы следует, что при изменении угла вылета снаряда от 90 до 0° дальность полет его падения сначала увеличивается от нуля до некоторого максимального значения, а затем снова уменьшается до нуля дальность падения максимальна когда произведения $\cos\alpha$ и $\sin\alpha$ наибольшее. Эту зависимость в данной работе мы решили проверить на опыте с помощью баллистического пистолета

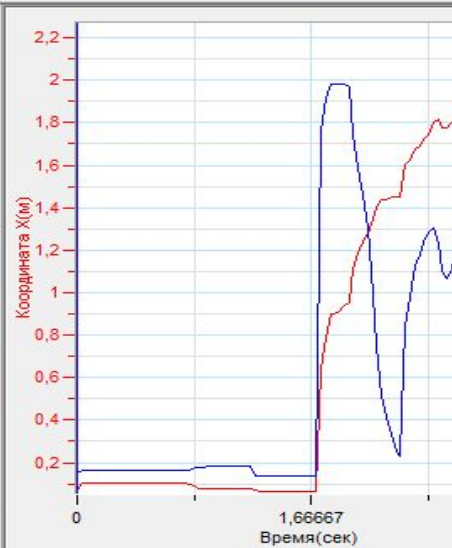
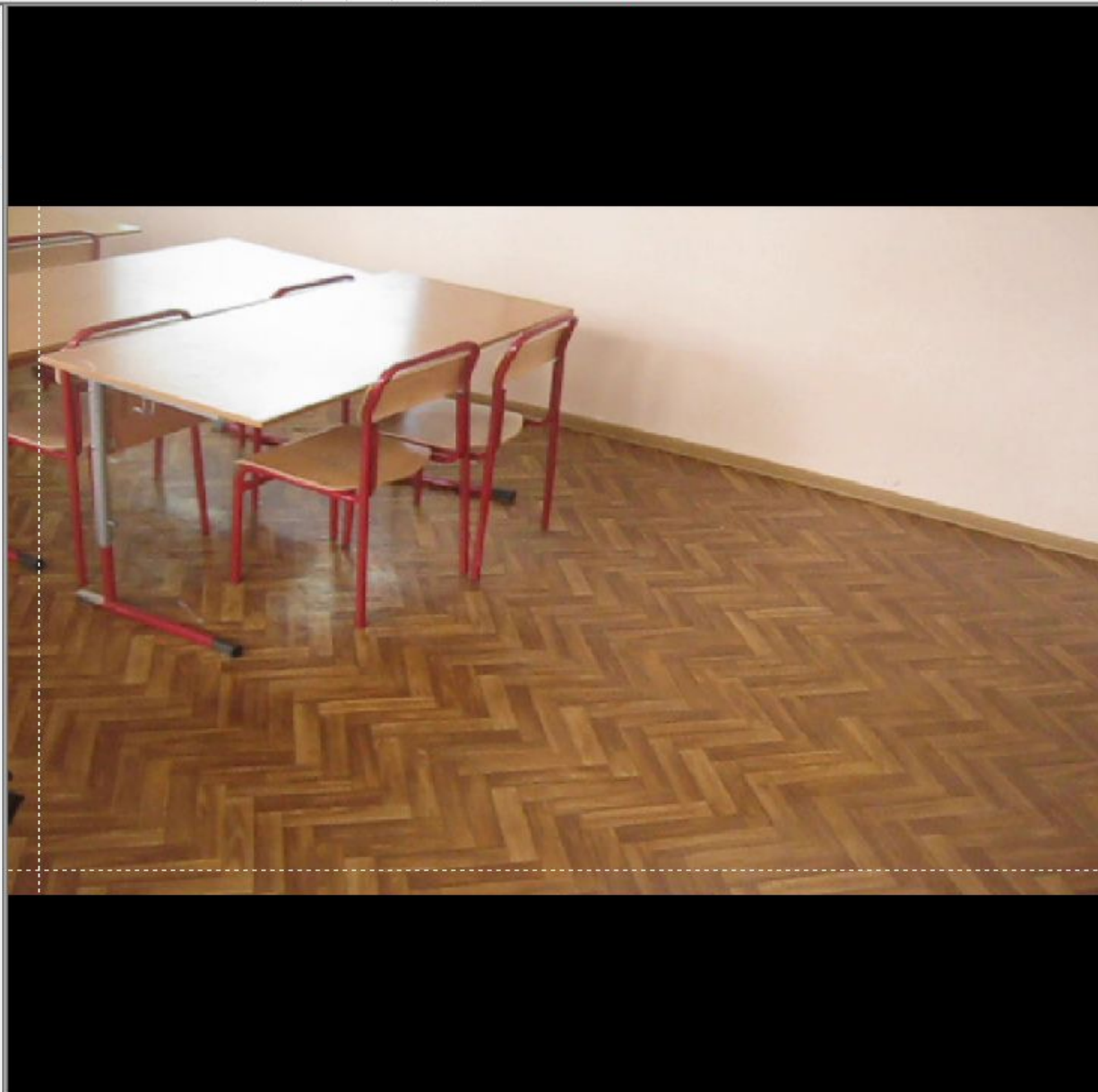
Мы установили пистолет под различными углами: 20, 30, 40, 45, 60 и 70° и сделали по 3 выстрела под каждым углом.

Угол полёта	20°	30°	40°	45°	60°	70°
Дальность полёта «снаряда» ℓ , м	1,62	1,90	2,00	2,10	1,61	1,25
	1,54	1,90	2,00	2,05	1,55	1,20
	1,54	1,86	1,95	2,12	1,55	1,30
Средняя дальность полёта $\ell_{\text{ср}}$, м	1,55	1,88	1,98	2,08	1,56	1,25

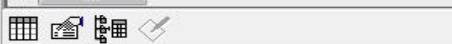
Из таблицы мы видим, что дальность полета снаряда при угле вылета 45° максимальна. Это подтверждается формулой. Когда произведения косинуса угла и синуса угла наибольшее. Так же из таблице видно ,что дальность полета при углах 20° и 70°, а также 30° и 60° равны. Это подтверждается той же формулой. Когда произведение косинусов углов и синусов углов равны



- Данных
- нных
- ии
- 1
- Объект 1
- Координата
- Координата



		Объект 1	Объект 1	
	Время (се	Координата	Координата	
83	2.767	1.853	0.912	
84	2.8	1.871	0.925	
85	2.833	1.888	0.956	
86	2.867	1.919	0.991	
87	2.9	1.924	1.008	
88	2.933	1.937	1.048	
89	2.967	1.946	1.052	
90	3	1.954	1.052	
91	3.033	1.959	1.052	
92	3.067	1.976	1.083	
93	3.1	1.985	1.11	
94	3.133	1.998	1.114	
95	3.167	2.003	1.119	
96	3.2	2.016	1.149	
97	3.233	2.025	1.167	
98	3.267	2.029	1.18	
99	3.3	2.038	1.193	




Траектория баллистической ракеты

Наиболее существенной чертой, отличающей баллистические ракеты от ракет других классов, является характер их траектории.

Траектория баллистической ракеты состоит из двух участков – активного и пассивного. На активном участке ракета движется с ускорением под действием силы тяги двигателей. При этом ракета запасает кинетическую энергию. В конце активного участка траектории, когда ракета приобретёт скорость, имеющую заданную величину и направление, двигательная установка выключается. После этого головная часть ракеты отделяется от её корпуса и дальше летит за счёт запасённой кинетической энергии. Второй участок траектории (после выключения двигателя) называют участком свободного полёта ракеты, или пассивным участком траектории.

Баллистические ракеты стартуют с пусковых установок вертикально вверх. Вертикальный пуск позволяет построить наиболее простые пусковые установки и обеспечивает благоприятные условия управления ракетой сразу же после старта. Кроме того, вертикальный пуск позволяет снизить требования к жёсткости корпуса ракеты и, следовательно, уменьшить вес её конструкции.

Управление ракетой осуществляется так, что через несколько секунд после старта она, продолжая подъём вверх, начинает постепенно наклоняться в сторону цели, описывая в пространстве дугу. Угол между продольной осью ракеты и горизонтом (угол тангажа) изменяется при этом на 90° до расчетного конечного значения. Требуемый закон изменения (программа) угла тангажа задается программным механизмом, входящим в бортовую аппаратуру ракеты. На завершающем отрезке активного участка траектории угол тангажа выдерживается, постоянный и ракета летит прямолинейно, а когда скорость достигает расчетной величины - двигательную установку выключают. Кроме величины скорости, на завершающем отрезке активного участка траектории выдерживают с высокой степенью точности также и заданное направление полёта ракеты (направление вектора её скорости). Скорость движения в конце активного участка траектории достигает значительных величин, но ракета набирает эту скорость постепенно. Пока ракета находится в плотных слоях атмосферы, скорость её мала, что позволяет снизить потери энергии на преодоление сопротивления среды.

- 
- Момент выключения двигательной установки разделяет траекторию баллистической ракеты на активный и пассивный участки. Поэтому точку траектории, в которой выключаются двигатели, называют граничной точкой. В этой точке управление ракетой обычно заканчивается и весь дальнейший путь к цели она совершает в свободном движении. Дальность полёта баллистических ракет вдоль поверхности Земли, соответствующая активному участку траектории, равна не более чем 4-10% общей дальности. Основную часть траектории баллистических ракет составляют участок свободного полёта.
 - Для того чтобы полностью охарактеризовать полёт ракеты, недостаточно знать только такие элементы её движения, как траектория, дальность, высота, скорость полёта и другие величины, характеризующие движение центра тяжести ракеты. Ракета может занимать в пространстве различные положения относительно своего центра тяжести.
 - В процессе движения ракета испытывает различные возмущения, связанные с беспокойным состоянием атмосферы, неточностью работы силовой установки, различного рода помехи и т. п. Совокупность этих погрешностей, не предусмотренных расчётом, приводит к тому, что фактическое движение сильно отличается от идеального. Поэтому для эффективного управления ракетой необходимо устранить нежелательное влияние случайных возмущающих воздействий, или, как говорят, обеспечить устойчивость движения ракеты.

Заключение

- Баллистика - важная и древняя наука, она применяется в военном деле и в криминалистике. С помощью проведенного нами опыта мы подтвердили определенную зависимость между углом вылета и дальностью полета снаряда. Также хотелось бы отметить, что изучая баллистику, мы видим тесную связь двух наук: физики и математики.

Список использованной литературы

- Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев, Физика для углубленного изучения, том 1. Механика.
- Г.И. Копылов, Всего лишь кинематика, Библиотечка "Квант", выпуск 11. М.: Наука, 1981
- Физика. Учебник для 10 класса. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. (1982.)



■ СПАСИБО
■ ЗА
■ ВНИМАНИЕ