**Теория к семинару №13**

При движении тела в атмосфере Земли на него помимо силы тяжести также действует сила сопротивления воздуха



где  - коэффициент формы,  - площадь лобового сечения,  - плотность среды,  - закон сопротивления,  - скорость звука.

Для тела с круглым сечением, очевидно,



Плотность атмосферы  является функцией виртуальной температуры , давления  в точке бросания, высоты полета 



где  - зависимость температуры от высоты



Скорость звука  зависит от температуры в точке полета следующим образом:



Для учета влажности необходимо во всех формулах вместо реальной температуры  использовать так называемую виртуальную температуру



где  - влажность, выраженная в долях 1. В этой формуле  - температура в градусах Цельсия в точке бросания, то есть в числителе дроби стоит абсолютная температура.

Для расчета закона сопротивления  можно использовать следующий код:

function r=cx(x)

pa=[0.0525 -0.9476 8.9342 -9.4610 0.3207 4.2980 -1.9382];

pb=[1.0000 -15.4071 178.6690 -580.8643 985.5873 -853.9492 296.9213];

pc=[0.0531 0.9449 90.5063 0.1639];

r = polyval(pa,x.^2)./polyval(pb,x.^2) + pc(1)./(1+exp(-(x-pc(2))\*pc(3)))+pc(4);

end

Для учета деривации надо систему дифференциальных уравнений внешней баллистики для движения центра масс тела дополнить еще двумя уравнениями



где  - горизонтальная компонента скорости,  - начальная скорость,  - модуль скорости,  - коэффициент деривации,  - коэффициент убывания угловой скорости вращения.

Если метание тела осуществляется с помощью порохового заряда, то начальная скорость тела будет зависеть от температуры заряда 



где  - начальная скорость при 15°С,  - коэффициент температуры заряда.

Для учета влияния ветра необходимо сперва перейти в систему отсчета, связанную с ветром, где атмосфера неподвижна, затем решить задачу и при необходимости вернуться в исходную систему отсчета.

Заметим, что в баллистике принято углы выражать в так называемых делениях угломера (д.у.). По определению, окружность делится на 6000 таких делений, т.е.



**Задание к семинару №13**

1. Определить угол бросания для пули Б-32 пулемета НСВ-12.7 на дальность 2000м с точностью не хуже 0.01 д.у., если



Здесь  - масса пули.

Повторить расчет для .

**Указание:** *перейти от независимой переменной  к переменной  (координата пули вдоль траектории).*

1. Определить угол бросания и горизонтальную угловую поправку с учетом ветра и деривации в условиях предыдущей задачи (), если скорость ветра 10м/c, он дует справа налево перпендикулярно траектории, а деривация приводит к смещению пули вправо.
2. Определить максимальную дальность полета в условиях 1 задания ().