

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ №3

ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ПОЛЕТ ЯДРА»

ЦЕЛИ ЗАДАНИЯ

- освоение методов решения оптимизационных задач;
- самостоятельное построение оптимизационных моделей физических процессов;
- построение оптимизационной модели полета пушечного ядра.

СТУДЕНТ ДОЛЖЕН ЗНАТЬ

- ⌚ технологию построения оптимизационных моделей,
- ⌚ понятия: целевая функция, параметр оптимизации, оптимизационный эксперимент,
- ⌚ интерфейс программы AnyLogic.

СТУДЕНТ ДОЛЖЕН УМЕТЬ

- ⌚ создавать модели в программе AnyLogic.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ

- ⌚ компьютер с установленной программой AnyLogic версии 7.3.4,
- ⌚ курс лабораторно-практических работ.

3.1. ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Тело (ядро/снаряд) массой 1 кг выстреливается из пушки под углом α к горизонту со скоростью 100 м/с. Требуется найти оптимальный угол α , при котором достигается максимальная дальность стрельбы.

Были приняты следующие предположения:

- объектом исследования является тело массой 1 кг, принимаемое за материальную точку;
- движение тела подчиняется второму закону Ньютона;
- тело находится под действием двух сил: силы тяжести mg и силы сопротивления воздуха, пропорциональной квадрату скорости движения.

С математической точки зрения имеем задачу Коши.

Модель ядра имеет четыре вещественных переменных: положение его центра x и y в координатах X и Y , и составляющие скорости V_x и V_y по этим координатам (см. рис. 7.1). Координаты являются интегралами от соответствующих скоростей:

Производная от проекций скоростей определена как:

где K – коэффициент сопротивления воздуха,

$g = 9,81$ – ускорение свободного падения.

Начальные условия:

$x = 0, y = 0;$

$V_x = V_0 * \cos(\alpha), V_y = V_0 * \sin(\alpha).$

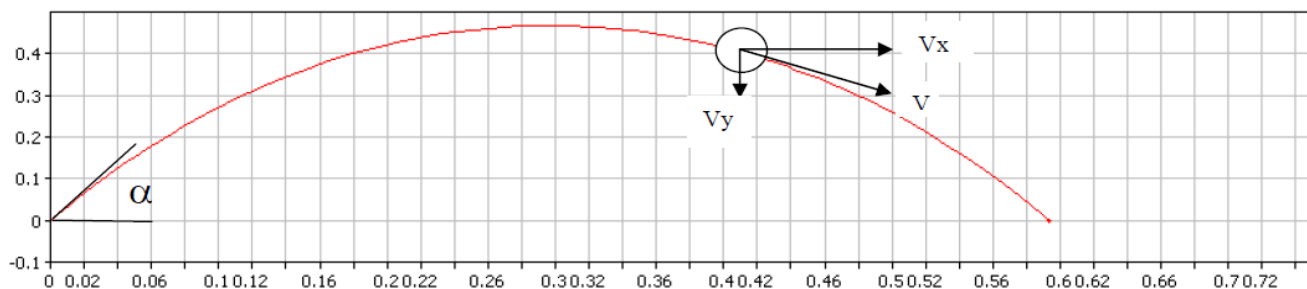


Рис. 7.1

Представим, что наш снаряд вылетает из пушки под очень маленьким углом – почти горизонтально, тогда дальность полета снаряда получится небольшой. Напротив, если выстрелить снарядом под очень большим углом – почти вертикально, то дальность тоже получится небольшой. Очевидно, что существует оптимальный угол, при котором дальность

полета будет наибольшей. Необходимо найти этот угол. Для решения задачи построим оптимизационную модель.

Оптимизация состоит из нескольких последовательных прогонов модели с различными значениями параметров, что позволяет находить значения параметров модели, соответствующие максимуму или минимуму целевой функции. В нашем случае целевая функция – дальность полета ядра. Параметр оптимизации – угол α .

3.2. ИЗМЕНЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Дополните модель новым оптимизационным экспериментом или осуществите старый эксперимент с учетом измененной постановки задачи, так как указано в Вашем варианте.

№ варианта	Задание
1	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда, прямо пропорциональная высоте полета.
2	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывался встречный ветер со скоростью 10 м/с.
3	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывался попутный ветер со скоростью 10 м/с.
4	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась следующая зависимость коэффициента сопротивления от высоты: при $h < h_{\max}/10$, $K_{\text{сопр}} = 0,02$; при $h \geq h_{\max}/10$, $K_{\text{сопр}} = 0,01$. (h_{\max} – максимальная высота, достигаемая снарядом при отсутствии сопротивления воздуха).
5	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда
6	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда, действующая только в начале полета и отключаемая через 10 секунд.
7	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы в качестве целевой функции использовалась дальность броска с несколькими отскоками, сопровождающимися потерей энергии.
8	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда, обратно пропорциональная высоте полета.
9	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда, обратно пропорциональная высоте полета. Целевая функция – продолжительность полета.
10	Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы определить угол бросания, при котором снаряд упадет в ту же точку, при условии, что на снаряд действует встречный ветер, со скоростью 15 м/с.

Для решения задачи нахождения наивыгоднейшего угла бросания (или наивыгоднейшего значения другой целевой функции, если она была изменена в Вашем варианте) следует выполнить ряд этапов:

1. Откройте ранее созданную имитационную модель.
2. Измените математическую модель, если изменилась постановка задачи.
3. Создать оптимизационный эксперимент, если изменились условия эксперимента.
4. Задайте целевой функционал (функцию, которую нужно минимизировать или максимизировать, если она была изменена в Вашем варианте).
5. Задайте или измените оптимизационные параметры (параметры, значения которых будут меняться).
6. Задайте условия остановки прогона.
7. Задайте условия остановки оптимизации.
8. Запустите оптимизационный эксперимент и отправьте модель на проверку преподавателю, прикрепив файл с расширением `alp`.