Для решения данной задачи будем пользоваться методом динамического программирования.

1. ***Проведем оптимизацию на четвертом шаге.***

 К зоне действий орудий 4-го рубежа подойдет z3 самолетов. Условное оптимальное управление на 4-м шаге определяется по формуле

На четвертом рубеже установлено 10 орудий и этот рубеж не подвергался бомбежке, следовательно, среднее число орудий равно 10.

Подлетевшие z3 самолетов, поразят на 4 рубеже f4(z3) орудий:

Задавая различные значения z3, получаем график зависимости f4 от аргумента z3.

***2.Проведем оптимизацию на третьем шаге.***

Зададим число z2 самолетов, преодолевших первый и второй рубежи: 10<= z2<=40. Для каждого значения z2 вычислим суммарный выигрыш: на третьем шаге при любом управлении, на четвертом шаге- при оптимальном , т.е.

Из z2 самолетов надо выделить x3 на подавление орудий третьего рубежа , а z2-x3 самолетов направить на четвертый рубеж через зону огня третьего рубежа. Условное оптимальное управление x3(z2) найдем из условия максимального выигрыша на двух последних шагах.

Здесь Q3(x3) – среднее число орудий, пораженных на третьем рубеже выделенными для этой цели x3 самолетами. При таком управлении до четвертого рубежа дойдут z3 самолетов. Имеем

Вычислим среднее число самолетов из оставшихся z2-x3 самолетов, прошедших через огонь третьего рубежа и дошедших до четвёртого рубежа. На третьем рубеже осталось N3-Q3(x3) орудий. Тогда среднее число дошедших самолетов до четвертого рубежа из полного числа z2-x3 будет





Задав значение z2, и взяв значение f4(z3) согласно предыдущему графику для каждого из них получаем зависимость f3,4(x3) .



Отмечая точки максимума этой функции для каждого z2 строим по значениям еще один график зависимости.

***3.Оптимизация решения на втором шаге.***

Для разных значений z1 (число самолетов, преодолевших первый рубеж ) вычислим целевую функцию

Для данного этапа получаем следующий график зависимости

По пред предыдущему графику мы можем построить следующую зависимость.

***4.Оптимизация решения на первом шаге.***

Число самолетов, которые совершают налет на первый рубеж равно 80 . Выигрыш составит 

По предыдущему графику строим новый график зависимости при z0=80 .По точке максимума получим , что 34 самолёта бомбят первый рубеж, а 46 самолетов летят дальше, а полное число пораженных орудий равно 14,1.

К зоне действий орудий второго рубежа доходит самолетов :

Получаем z1= 37, и на первом рубеже поражено Q1(x1)=5,6 орудий. При z1=37 по значениям, приведенным на пред предыдущем графике получили оптимальное уравнение на втором шаге x2=23 т.е. дальше следует направить14 самолетов. Пользуясь формулами аналогичными предыдущим , получим :

Следовательно, в первую волну вылетов войдут 34 самолета n1=34, ко второму рубежу подойдут 37 самолетов из них полетят дальше только 14, а так как всего самолетов осталось 46 , то во вторую волну следует включить n2=46(14/23)=28 самолетов, n3=0,т.к. x3=0 и в четвертую волну-оставшиеся 18 самолетов.

**Вывод:** Анализируя полученные результаты мы видим, что эффективнее осуществлять планирование на подступах к каждому рубежу, т.е. каждый раз решать задачу , аналогично рассмотренной.

Продолжа решение, мы можем убедиться, что это задача является вырожденной задачей динамического программирования - планировать нужно каждый шаг отдельно, распределяя самолёты перед рубежом так, чтобы получить максимальное число самолетов, преодолевающих данный рубеж.

Данная модель является адекватной.