**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

**Задания из контрольной работы выполняются в соответствии со своим вариантом.**

Для каждого задания представлены краткие теоретические сведения, позволяющие понять сущность методов решения.

**ВНИМАНИЕ!!! Запрещается использовать в качестве решения материалы, скаченные с сайтов калькуляторов!!! Такие решения рассматриваться не будут, а работа будет отдаваться на переработку.**

**Студент обязан защитить контрольную работу. Защита заключается в объяснении методики решения заданий и методов, применяемых при решении.**

**Примеры решения заданий прилагаются в файле «Пример решения».**

**Задание №1**

1. Исследовать характер точек перегиба функций и найти глобальные минимум и максимум, если такие существуют. Построить примерный график.

2. Исследовать точки перегиба функции. Найти минимум функции 3-х переменных.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Номер задания | |
| 1 | 2 |
|  | x3+2x2-x+1 | x12+3x1x2+4x22-2x1x3-6x2x3+x32 |
|  | 2x3-2x2-x+1 | -x12-9x1x2+4x22-2x1-6x2x3+9x32 |
|  | 3x3+x2-x+1 | x12+x22-2x1x3+6x3+x32 |
|  | x3+2x2-2x+5 | 3x1x2+10x2-2x1x3-6x2x3-x32 |
|  | 3x3+4x2+x+1 | -5x12+3x1+4x22+2x1x3-3x3-x32 |
|  | 5x3+10x2-x+6 | x12+3x1x2-2x1x3+8x2x3-12x32 |
|  | 7x3-x+41 | -5x12+3x1x2-4x22-2x1x3-6x2x3 |
|  | 5x3+2x2 +9 | 15x12+9x1x2+4x22-7x1-6x2x3 |
|  | x3+2x2-4x | x12+9x1x2-4x22-2x1x3-6x2x3+5x32 |
|  | 0.5x3+3x2-3x+1 | x12+3x1x2+4x22-6x2x3-3x32 |
|  | 1.5x3+9x2-x+2 | -4x12+4x22+4x1x3-4x2x3+4x32 |
|  | x3+8x2-3.5x+8 | 3x1x2+2x1x3-6x2x3+x32 |
|  | 10x3+5x2-x+3 | x12+3x2+6x22-2x1x3-6x2x3-4x32 |
|  | 4x3+5x2+x+1 | 10x12+3x1x2+4x22-6x2x3+x32 |
|  | 8x3-2x2-x-5 | 3x12+4x22-2x1x3-6x2x3 |
|  | -x3+2x2-x+1 | x12+4x22-2x1x3+6x2x3+15x32 |
|  | -2x3+6x2-x-6 | 12x12+3x1x2+x22+2x1x3-x2x3-4x32 |
|  | -x3+8x2+x+7 | x12+3x1x2+4x22-2x1x3-6x2x3-6x32 |
|  | -4x3+2x2+4x+0.5 | -2x12+13x1x2+4x22-6x2x3+10x32 |
|  | x3+2x2-x+1 | -2x12+3x1x2-2x1x3-6x3-8x32 |
|  | x3-2.2x2+x+1.5 | x12+5x1x2+7x22+x1x3-x2x3-x32 |
|  | -4x3-x+15 | x12+x1x2+x22-x1x3-x2x3-x32 |
|  | 7x3-2x2+x+12 | x12+x22-2x1x3-x2x3 |
|  | -2x3+3x2-0.6x+0.7 | x12+3x1x2-4x22-12x1x3-7x2x3-x32 |
|  | -6x3+8x2-x+47 | 4x12+5x1x2-5x22-7x2x3-2x32+45 |
|  | 3x3+6x2+3x+5 | x12+6x1x2+7x22-2x1x3-3x2x3+x32 |
|  | -2x3-8x2+7x+2 | 5x12+3x1x2-12x1x3-8x2x3-8x32 |
|  | 5x3+2x2+8x+3 | 3x12+2x1x2+3x22-13x1x3+3x2x3-5x32+3 |
|  | -5x3+8x2-7x+2 | 3x1x2+11x22-12x1x3+6x2x3-x32 |
|  | 7x3+7x2+7x+7 | 2x12+3x1x2-3x22-3x1x3-3x2x3-3x32 |
|  | 12x3+4x2-9x+3 | 7x12+3x1x2-4x22-12x1x3+ x32 |
|  | 4x3-8x2+8x+2 | -x12+8x1x2+7x22+12x1x3-7x2x3-x32 |
|  | -2x3+5x2+1,5x+3 | 2x12+5x1x2-4x22-9x1x3-7x2x3-x32 |
|  | x3+x2+6x+21 | 8x12+5x1x2+2x22-8x1x3+4x2x3 |
|  | -1,2x3-7x2-4x-6 | 1,2x12+3,3x1x2+4x22+2x1x3-7x2x3-x32 |

**Краткая теория**

**1.Оптимизация задач одной переменных без ограничений.**

Условия минимума функции одной переменной *y*= *f* (*x* ):

необходимое – ;

достаточное – .

Условия максимума функции одной переменной *y*= *f* (*x* ):

необходимое – ;

достаточное – .

**2. Оптимизация задач нескольких переменных без ограничений.**

**Краткая теория**

Рассмотрим функцию n-переменных *f*(***x***) = *f* (*x1 , x2 , …, xn* ), область определения которой представляет собой множество точек *x* пространства действительных чисел.

Вектор называется градиентом функции *f* в точке , обозначается символом или

Матрица Гессе

или для элементов матрицы

Условия минимума функции n-переменных *f*(***x***) = *f* (*x1 , x2 , …, xn* ):

необходимое – ;

достаточное – .

Условия максимума функции n-переменных *f*(***x***) = *f* (*x1 , x2 , …, xn* ):

необходимое – ;

достаточное – .

При исследовании на знакоопределенность матрицы G вторых производных целесообразно использовать критерий Сильвестра.

Критерий Сильвестра:

Симметричная матрица является:

а) положительно определенной тогда и только тогда, когда все ее главные угловые миноры положительны;

б) отрицательно определенной, когда все ее главные угловые миноры нечетного порядка отрицательны, а четного – положительны;

в) при любом другом сочетании знаков миноров стационарная точка является седловой (**рисунок** ). Если хотя бы один из миноров равен нулю, то для определения характера экстремума следует использовать другие критерии.

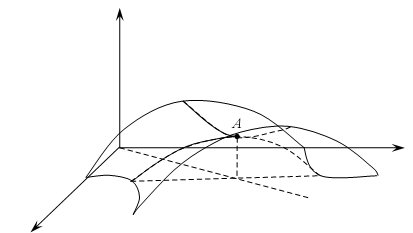


Рисунок – Седловая точка А

**Пример решения задачи показан в файле «Пример решения»****Задание №2**

Используя *метод Ньютона, метод средней точки (половинного деления) золотого сечений* найти точки экстремумов на заданных интервалах и определите min функции с точностью до e = 0.001 или до 5 (пяти) итераций, в случае медленной сходимости.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Функция | интервал | точность |
|  | 0.5x2+2sinx | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | -2cosx+5x2 | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | cosx+x2 | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | 6x4+sin2x | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | x·сosx | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | x2·sinx | (-10;0) | ε=0.001 |
|  | 3.5sinx+0.5x2 | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | x3-6x2+x+1 | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | 5x2-ex | (-5;5) | ε=0.001 |
|  | 2x2+(25/x) | (1;5) | ε=0.001 |
|  | x4-10x3+8 | (-5;15) | ε=0.001 |
|  | x4-20x3+5x2 | (10;20) | ε=0.001 |
|  | x4-14x3+5x | (-5;15) | ε=0.001 |
|  | 110-cosx+5x2 | (-5;5) | ε=0.001 |
|  | 4x·sinx | (-1;1) | ε=0.001 |
|  | 5x3cos2x | (-10;-8) | ε=0.001 |
|  | 6x3sin2x | (-10;-8) | ε=0.001 |
|  | 4x2-ex | (-2.5;2.5) | ε=0.001 |
|  | sin2x+10x4 | (-5;5) | ε=0.001 |
|  | sin5x-2x0.5 | (4;6) | ε=0.001 |
|  | -logx/x2 | (0;2) | ε=0.001 |
|  | 3cosx+5x2 | (-5;5) | ε=0.001 |
|  | 3x2-sinx | (-5;5) | ε=0.001 |
|  | -5x+x2+6 | (-5;5) | ε=0.001 |
|  |  | (-5;0) | ε=0.001 |
|  |  | (-4;-2) | ε=0.001 |
|  |  | (-10;10) | ε=0.001 |
|  |  | (1,2;1,6) | ε=0.001 |
|  |  | (1;2) | ε=0.001 |
|  |  | (9;14) | ε=0.001 |
|  |  | (15;19) | ε=0.001 |
|  |  | (16;20) | ε=0.001 |
|  |  | (4;4.4) | ε=0.001 |
|  |  | (-4;-3) | ε=0.001 |
|  | -2cosx+5x2 | (-10;10) | ε=0.001 |
|  | 3x·sinx | (-1;1) | ε=0.001 |

**Краткая теория**

**1. Метод Ньютона-Рафсона**

Для функции одной переменной классический подход при поиске значений *х* в точках перегиба функции *f(x)* состоит в решении уравнения

*φ(x)=f’(x)=0.*

Решить такое уравнение не всегда просто. Поэтому кратко рассмотрим численный метод его решения. Приблизительный эскиз кривой  позволит получить приближенное решение. Если можно найти два значения *а* и *b*, таких, что  и  имеют противоположные знаки, то тогда, в силу очевидных предположений о непрерывности, будет существовать корень *η* настоящего уравнения, причем *a< η <b* (рис. 1).

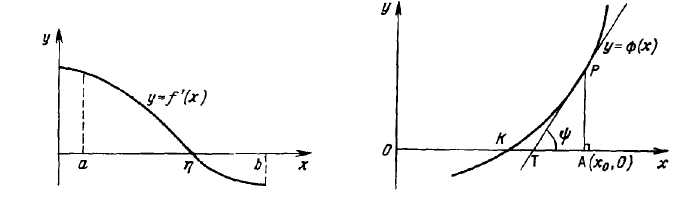


Рисунок 1. Рисунок 2.

Метод Ньютона позволяет улучшить относительно грубую аппроксимацию, чтобы получить корень уравнения . [В данной задаче .] На рис.2 точка , являющаяся координатой *х* точки *Р*, представляет собой аппроксимацию корня уравнения . Пусть *РT* - касательная к кривой в точке *Р*, а *Т* – точка, в которой касательная пересекает ось х. Тогда в общем случае *ОТ* является лучшей аппроксимацией корня, лежащего в точке *К*.

Теперь *ОТ=ОА –ТА= –ТА*. Кроме того,

,

следовательно,

 и .

Аналогично можно получить улучшенное значение для

и в общем случае .

Итерации могут быть продолжены до тех пор, пока для двух последующих аппроксимаций не будет достигнута требуемая точность.

**Алгоритм**

Алгоритм работы метода описывается следующим образом:

1) Задается начальное приближение *x*0 на интервале, на котором функция унимодальна.

2) Пока не выполнено условие остановки , вычисляют новое приближение:

.

**2. Метод дихотомии (половинного деления).**

Пусть задана функция f(x):\;[a,\;b]\to\mathrm{R},\;f(x)\in\mathrm{C}([a,\;b])\!.

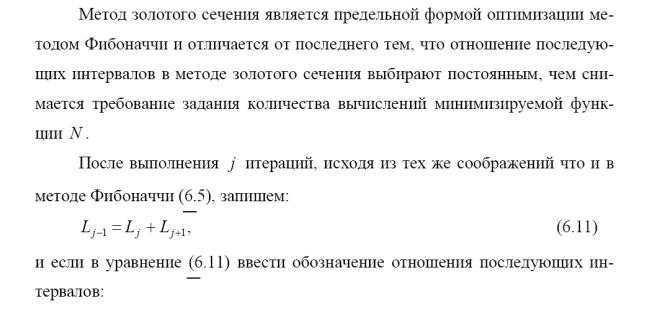
Разобьём мысленно заданный отрезок пополам и возьмём две симметричные относительно центра точки x_1\! и x_2\! так, что:

\begin{array}{ccc}
x_1 &=& \frac{a+b}{2}-\delta\\
x_2 &=& \frac{a+b}{2}+\delta
\end{array}\!,

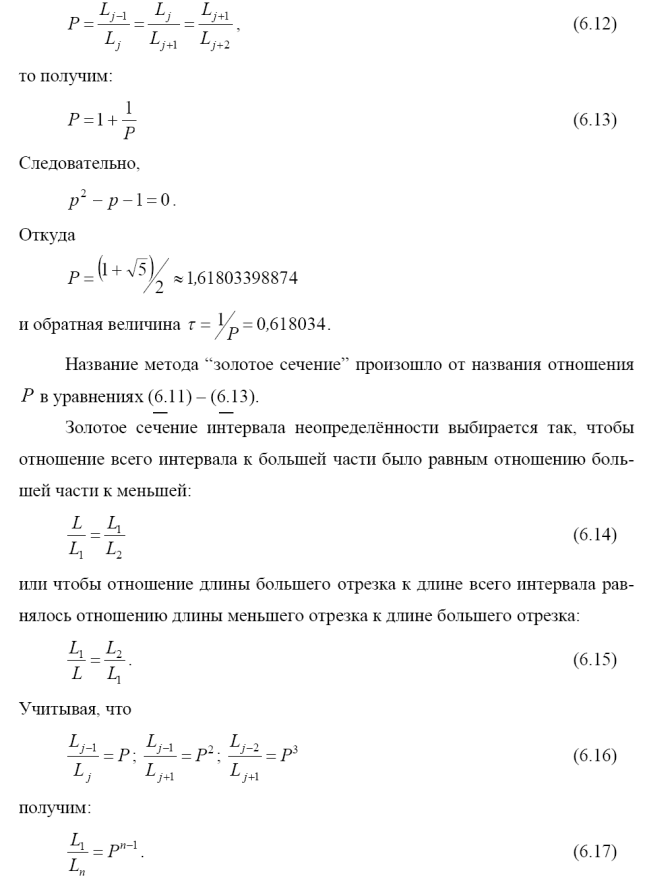
где \delta\! – некоторое число в интервале

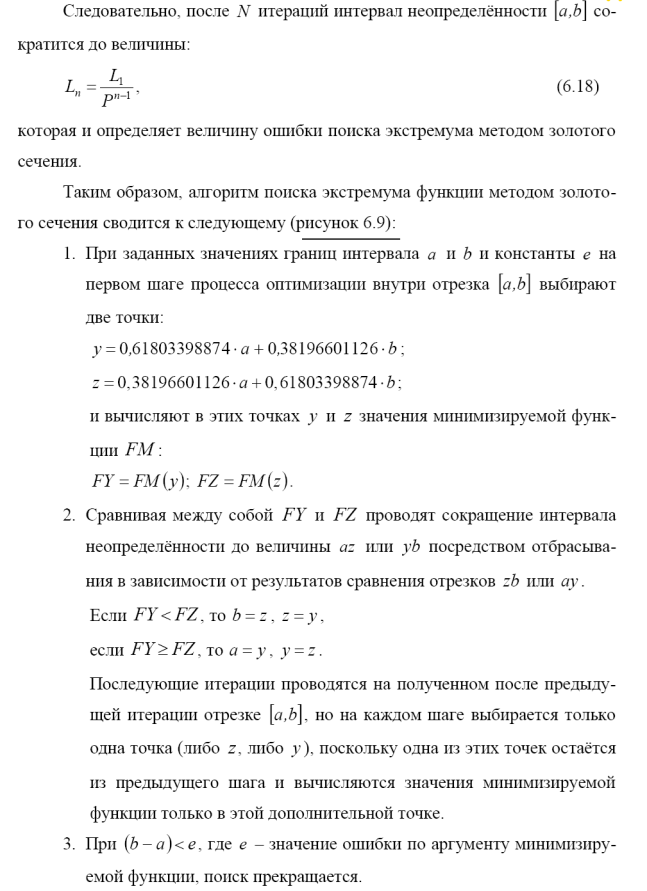
Если f(x_1)>f(x_2)\!, то берётся отрезок [x_1,\;b]\!, а отрезок [a,\;x_1]\!отбрасывается, иначе берётся отрезок [a,\;x_2]\!, а отбрасывается [x_2,\;b]\!. Процедура повторяется, пока не будет достигнута заданная точность.

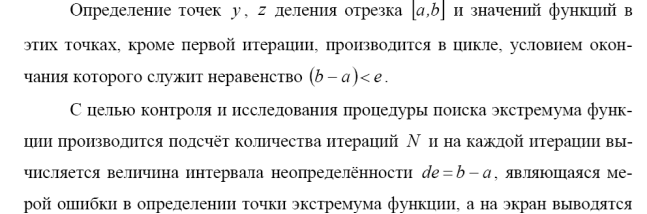
**3. Метод золотого сечения**

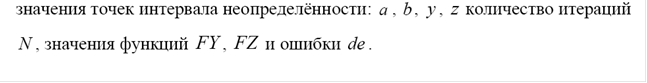
****











**Пример решения задачи показан в файле «Пример решения»**

**Задание 3.**

Найдите минимум функции с помощью метода множителей Лагранжа при ограничениях в виде равенств. Графически проиллюстрируйте данную задачу.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Исходная функция | Ограничения в виде равенств | Ограничения в виде неравенств |
| 1 | f(x,y)=2x2-3y2+xy+2y | 3x-xy=7 | 3x+2y≥16, x≥0, y≥0 |
| 2 | f(x,y)=0.5x2+3y2-xy | 3x2+7y2=2 | x+4y≤7, 2x-y≤1 |
| 3 | f(x,y)=x2+y2-3x | 5xy+7y2=2 | 5x+2y≤3, x≥0, y≥0 |
| 4 | f(x,y)=x2+y2-xy-5x | 4x-y=2 | x+y≤15, x≥0, y≥0 |
| 5 | f(x,y)=-2x2-y2+2y | 2x2-y2=8 | x2-2y≤16, x≤6 |
| 6 | f(x,y)=7x2-y2+2yx | 2x-y=11 | 3x-2y≤11, x≤-3 |
| 7 | f(x,y)=9x2+2x-9y | 2x-7xy=9 | 2x+3y≤6, x≤0, y≥0 |
| 8 | f(x,y)=-x2+y-3xy | 3xy-2.5y=5 | x≥6, y≥-7, 3x+y2≥50 |
| 9 | f(x,y)=x2+y2 | 5x-6xy=10 | 2x+3y≤7, x≥0, y≥0 |
| 10 | f(x,y)=x2+6xy-4x-2y | 4x-7y2=5 | x+2y≤5, x≥0, y≥0 |
| 11 | f(x,y)=x2+y2+6y | 3xy+8y=0 | 2x+2y≤4, x≥0, y≥0 |
| 12 | f(x,y)=x2+y2-2x-7y | 4x+7y2-y=4 | x+2y≤12, x≥0, y≥0 |
| 13 | f(x,y)=4x2 +y2-xy-x | 3x-y2=7 | 3x+4y≤11, x≥0, y≥0 |
| 14 | f(x,y)=-2x2-5y2+16x+24y | 2x-5y=3 | 4x+4y≤7, x≥0, y≥0 |
| 15 | f(x,y)=-x2-4y2+x+2y | 2x2-7y=4 | 3x+2y≤4, x≥0, y≥0 |
| 16 | f(x,y)=-2x2-8y2+4xy+2y | 3x-5y=5 | 2x+3y≤15, x≥0, y≥0 |
| 17 | f(x,y)=8x2+3y2-x-2y | 3x+9y=30 | x-2y≤12, x≤6 |
| 18 | f(x,y)=x2+y2 | x-y=5 | x≥0, y≥0, x+y≥5 |
| 19 | f(x,y)=x2+6xy-4x-2y | x+2y=3 | x2-2y≤1, 2x-2y≤1 |
| 20 | f(x,y)=x2+y2 | 3x2+6y2+4xy=140 | x-y≤5, x≥0, y≥0 |
| 21 | f(x,y)=x2+y2-2x-4y | 2x-7y=7 | 2x+3y≤6, x≥0, y≥0 |
| 22 | f(x,y)=2x2 +y2-xy-x | 5x2+y=0 | x+2y≤1, x≥0, y≥0 |
| 23 | f(x,y)=-2x2-3y2+16x+24y | 2x-xy+6y=8 | 2x+y≤4, x≥0, y≥0 |
| 24 | f(x,y)=-x2-y2+x+2y | xy=7 | x+2y≤16, x≥0, y≥0 |
| 25 | f(x,y)=-2x2-3y2+4xy+12y | 5x-6xy=12 | 3x+4y≤12, x≥0, y≥0 |
| 26 | f(x,y)=x2+3y2-x-2y | 3x-7y2=5 | x+4y≤7, x≥0, y≥0 |
| 27 | f(x,y)=x2+y2-3x-8y | 3xy+7y=0 | x+2y≤4, x≥0, y≥0 |
| 28 | f(x,y)=-x2-y2+xy+5x+2y | 4x+7y2-y=2 | -2x+3y≤15, x≥0, y≥0 |
| 29 | f(x,y)=-2x2-y2+2y | 2x-y2=7 | x-2y≤16, x≤6 |
| 30 | f(x,y)=3x2-6xy-4x+y | 2x-2y=3 | x2-2y≥1, 2x-5y≤1 |
| 31 | f(x,y)=3x2-y2+2x+9y | 2x2-7y=8 | 2x-3y≤6, x≤0, y≥0 |
| 32 | f(x,y)=x2+y2-3x | 3x-7y=5 | x≥0, y≥0, 3x+y2≥5 |
| 33 | f(x,y)=5x2+4x-2y | 3x+2y=30 | 3x2+2y≤1, 2y≤1 |
| 34 | f(x,y)=x+9y2-2x+y | 2x-y=9 | 2x+3y≤6, x2+y≥0 |

**Краткая теория.**

Ряд задач в инженерной практике связан с оптимизацией технологических процессов при наличии определенных ограничений.

Нахождение оптимума целевой функции с ограничениями в виде равенства реализуется в результате применения метода множителей Лагранжа. При этом задача с ограничениями в виде равенств преобразуется в задачу эквивалентную задаче безусловной оптимизации.

Для целевой функции двух переменных задача имеет вид:

Минимизировать функцию при наличии ограничений, накладываемых на x и y: .

Ведем функцию Лагранжа

,

где λ – множитель Лагранжа.

Необходимые условия минимума имеют вид

Достаточное условие – положительная определенность матрицы Гессе.

**Пример решения задачи показан в файле «Пример решения»**

**Задание 4. «Оптимизация режимов группы параллельно работающих агрегатов»**

**Цель задания**. Усвоить методы решения задач условной оптимизации с применением множителей Лагранжа.

**Применим метод множителей Лагранжа для решения задач, рассмотренный в задании 3.**

Пусть задано число параллельно работающих агрегатов n и их общая нагрузка . Нужно распределить нагрузку между агрегатами так, чтобы суммарные затраты были минимальными при условии покрытия заданной нагрузки. Это могут быть затрату денежных средств расход условного топлива трудозатраты на добычу и доставку топлива выраженных в любых единицах, и пр.

Задача нахождения экстремума функции многих переменных может быть решена методами вариационного исчисления, в частности – методой неопределенных множителей Лагранжа.

Суммарный расход топлива

(1)

Функции, экстремум которой мы стремимся найти, носит название целевой функции, или функции цели.

Уравнения, определяющие условия, при выполнении которых должна быть решена задача, называются уравнениями связи. В дан­ном случае это условие баланса нагрузки.

(2)

Уравнения связи накладывают ограничения на решение задачи. В нашем случае ограничение имеет вид равенства. Учет огра­ничений вида неравенства будет рассмотрен ниже.

Далее составляется функция Лагранжа. Она представляет собой сумму целевой функции и уравнений связи, введенных с некоторыми, пока неопределенными, множителями:

.

(3)

Так как выражение в скобках равно нулю, то минимум функции Лагранжа совпадает с минимумом целевой функции, и будет иметь место при одних и тех же значениях независимых переменных. Решая задачу с учетом ограничений, мы найдем относительный минимум (условный экстремум).

Дифференцируем функцию Лагранжа по всем независимым пере­менным, считая неопределенный множитель постоянным, и приравни­ваем частные производные нулю, получим:

(4)

Так как частные производные от расхода топлива по нагрузке – относительные приросты расхода топлива (ОПРТ) , то получим

(5)

Уравнения (5) выражают принцип равенства относительных приростов топлива для группы параллельно работающих агрегатов. Если бы мы имели т уравнений связи, то надо было бы ввести т неопределен­ных, множителей. Тогда п уравнений (5) и m уравнении связи вида (2) дали бы возможность найти п + т неизвестных – нагрузок и множителей .

**Таким образом**, оптимальный режим соответствует равенству относительных приростов топлива на каждом ЭБ станции.

**Задание**

Дано – три энергоблока. Суммарная мощность, вырабатываемая этими энергоблоками должна быть равна . Зависимость расхода топлива от вырабатываемой мощность определяется выражениями:

, ,, где – постоянный коэффициент.

Нужно распределить нагрузку между агрегатами так, чтобы суммарные затраты B\_Σ были минимальными при условии покрытия заданной нагрузки.

**Пример решения задачи показан в файле «Пример решения»**

*Таблица заданий*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант | Суммарная мощность, | Зависимость расхода топлива от вырабатываемой мощности |
| 1 | 800 | , , |
| 2 | 900 | , , |
| 3 | 1000 | , , |
| 4 | 1100 | , , |
| 5 | 1200 | , , |
| 6 | 1300 | , , |
| 7 | 1400 | , , |
| 8 | 1500 | , , |
| 9 | 1600 | , , |
| 10 | 1700 | , , |
| 11 | 1800 | , , |
| 12 | 1900 | , , |
| 13 | 2000 | , , |
| 14 | 2100 | , , |
| 15 | 2200 | , , |
| 16 | 2300 | , , |
| 17 | 2400 | , , |
| 18 | 1800 | , , |
| 19 | 1900 | , , |
| 20 | 2000 | , , |
| 21 | 1200 | , , |
| 22 | 1300 | , , |
| 23 | 1400 | , , |
| 24 | 1500 | , , |
| 25 | 1600 | , , |
| 26 | 600 | , , |
| 27 | 700 | , , |

***Задание 5. «Задача об использовании сырья»***

Для производства четырех видов изделий A1 , A2 , A3 , A4 завод должен использовать три вида сырья I, II, III , запасы которого на планируемый период составляют соответственно N1, N2 и N3 условных единиц. В приведенной ниже таблице 1 даны технологические коэффициенты, т.е. расход каждого вида сырья на производство единицы каждого изделия и прибыль от реализации единицы изделия каждого вида.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды сырья | Запасы сырья | Технологические коэффициенты | | | |
|  |  | A1 | A2 | A3 | A4 |
| I | N1 | X11 | X21 | X31 | X41 |
| II | N2 | X12 | X22 | X32 | X42 |
| III | N3 | X13 | X23 | X33 | X43 |
| Прибыль от реализации |  | P1 | P2 | P3 | P4 |

**Задание.** Требуется составить такой план выпуска указанных изделий, чтобы обеспечить максимальную прибыль от их реализации.

Технологические коэффициенты возьмите ниже из таблиц 2 и 3 в соответствии с вариантом, заполните таблицу 1 и решите задачу.

**Пример решения задачи показан в файле «Пример решения»**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | X11 | X12 | X13 | X21 | X22 | X23 | X31 | X32 | X33 | X41 | X42 | X43 |
|  | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 |
|  | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 | 5 | 0 | 1 | 3 |
|  | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 2 | 2 | 5 | 3 |
|  | 2 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 2 | 6 | 2 | 0 | 5 | 3 |
|  | 1 | 5 | 0 | 3 | 3 | 1 | 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 |
|  | 0 | 6 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 5 | 1 | 6 |
|  | 5 | 7 | 2 | 1 | 4 | 5 | 2 | 2 | 1 | 6 | 2 | 2 |
|  | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
|  | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 | 1 | 5 | 3 | 2 | 6 | 3 | 2 |
|  | 2 | 3 | 0 | 3 | 1 | 7 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | 2 |
|  | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 5 | 1 | 5 | 4 |
|  | 0 | 5 | 2 | 1 | 2 | 6 | 1 | 2 | 5 | 5 | 4 | 3 |
|  | 5 | 6 | 3 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 | 2 |
|  | 4 | 7 | 4 | 5 | 3 | 4 | 6 | 6 | 3 | 3 | 1 | 5 |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3 | 1 | 0 | 3 | 4 | 2 | 0 | 5 | 4 | 6 | 2 | 2 |
|  | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 0 | 3 |
|  | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 6 | 2 |
|  | 0 | 4 | 3 | 4 | 1 | 6 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 |
|  | 5 | 5 | 4 | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 | 6 | 5 | 2 | 2 |
|  | 4 | 6 | 0 | 3 | 2 | 5 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 | 1 |
|  | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 | 6 | 2 | 3 | 2 | 6 | 1 |
|  | 3 | 4 | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 |
|  | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 |
|  | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 |
|  | 4 | 1 | 2 | 5 | 3 | 2 | 0 | 3 | 6 | 2 | 5 | 1 |
|  | 2 | 0 | 1 | 6 | 2 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 |
|  | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 3 |
|  | 3 | 4 | 3 | 2 | 6 | 2 | 4 | 5 | 2 | 5 | 3 | 2 |
|  | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 |
|  | 6 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0 | 5 | 2 | 1 | 5 |
|  | 5 | 1 | 0 | 5 | 3 | 6 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 6 |
|  | 1 | 0 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 |
|  | 2 | 3 | 5 | 0 | 5 | 2 | 2 | 5 | 3 | 1 | 3 | 1 |
|  | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 0 | 6 | 4 | 2 | 2 | 6 | 2 |
|  | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0 | 1 | 5 | 1 | 2 | 3 |
|  | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 5 | 3 | 2 | 3 |

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | N1 | N2 | N3 | P1 | P2 | P3 | P4 |
|  | 1200 | 500 | 650 | 6 | 4 | 3 | 4 |
|  | 800 | 450 | 200 | 5 | 5 | 2 | 5 |
|  | 850 | 550 | 250 | 4 | 2 | 4 | 3 |
|  | 900 | 650 | 350 | 5 | 2 | 5 | 2 |
|  | 600 | 950 | 450 | 3 | 3 | 4 | 6 |
|  | 500 | 1000 | 500 | 2 | 3 | 2 | 4 |
|  | 450 | 1100 | 600 | 2 | 4 | 5 | 2 |
|  | 550 | 1150 | 650 | 4 | 4 | 8 | 1 |
|  | 650 | 650 | 200 | 5 | 6 | 3 | 5 |
|  | 950 | 200 | 250 | 3 | 5 | 7 | 5 |
|  | 1000 | 250 | 350 | 2 | 2 | 5 | 4 |
|  | 1100 | 500 | 450 | 7 | 2 | 6 | 3 |
|  | 1150 | 450 | 500 | 4 | 3 | 5 | 2 |
|  | 650 | 550 | 600 | 5 | 3 | 4 | 6 |
|  | 200 | 650 | 650 | 3 | 4 | 2 | 4 |
|  | 250 | 950 | 200 | 2 | 4 | 6 | 2 |
|  | 350 | 1000 | 250 | 6 | 2 | 5 | 4 |
|  | 450 | 1100 | 350 | 4 | 4 | 6 | 6 |
|  | 500 | 1150 | 450 | 5 | 2 | 4 | 2 |
|  | 600 | 650 | 500 | 3 | 5 | 5 | 5 |
|  | 600 | 650 | 450 | 6 | 2 | 5 | 5 |
|  | 550 | 500 | 500 | 5 | 2 | 3 | 3 |
|  | 400 | 450 | 600 | 4 | 4 | 2 | 6 |
|  | 500 | 550 | 650 | 5 | 5 | 7 | 5 |
|  | 650 | 600 | 200 | 3 | 3 | 4 | 4 |
|  | 900 | 950 | 250 | 2 | 2 | 5 | 5 |
|  | 1000 | 1000 | 350 | 2 | 7 | 6 | 3 |
|  | 1100 | 1150 | 450 | 4 | 4 | 5 | 2 |
|  | 1150 | 1050 | 450 | 5 | 5 | 3 | 2 |
|  | 650 | 600 | 500 | 3 | 2 | 2 | 4 |
|  | 600 | 650 | 600 | 2 | 2 | 7 | 5 |
|  | 500 | 400 | 650 | 7 | 4 | 4 | 3 |
|  | 400 | 450 | 200 | 4 | 5 | 5 | 6 |
|  | 550 | 500 | 250 | 5 | 3 | 6 | 5 |
|  | 650 | 600 | 350 | 6 | 2 | 5 | 4 |
|  | 400 | 400 | 200 | 4 | 4 | 5 | 6 |

**Проверьте свое решение можете, используя программу в MS Excel из лабораторной работы 4 (самостоятельно).**