**Содержание**

[Задача 1 3](#_Toc260999933)

[Задача 2 4](#_Toc260999934)

[Задача 4 6](#_Toc260999935)

[Задача 5 9](#_Toc260999936)

[Задача 6 11](#_Toc260999937)

[Задача 7 14](#_Toc260999938)

[Задача 9 15](#_Toc260999939)

[Задача 11 19](#_Toc260999940)

[Задача 13 22](#_Toc260999941)

[Список используемой литературы 25](#_Toc260999942)

# Задача 1

Полуфабрикаты поступают на предприятие в виде листов фанеры. Всего имеется две партии материала, причем первая партия содержит 400 листов, а вторая – 250 листов. Из поступающих листов фанеры необходимо изготовить комплекты, включающие 4 детали 1 вида, 3 детали 2 вида, и 2 детали 3 вида. Лист фанеры каждой партии может раскраиваться различными способами. Количество деталей каждого типа, которое получается при раскрое одного листа соответствующей партии по тому или иному способу раскроя, представлено в таблице. Требуется раскроить материал так, чтобы обеспечить изготовление максимального числа комплектов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Первая партия | | | | | Вторая партия | | | |
| Детали | Способ раскроя | | | | Детали | Способ раскроя | | |
|  | 1 | 2 | 3 |  | 1 | 2 |
| 1 | 0 | 6 | 9 | 1 | 6 | 5 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 |
| 3 | 10 | 16 | 0 | 3 | 8 | 0 |

### Решение

Обозначим через хij число единиц из i-й партии (1,2) фанеры, которые намечено раскроить j -м способом (1,2,3) , так что из i -й партии при j -м способе раскроя будет получено аijkхij деталей к -го вида. Всего из всей i -й партии деталей к -го вида будет получено , а из всех m партий их будет получено: 

Из первой партии фанеры:

Деталей первого вида: 400(0х11+6х12+9х13)

Деталей второго вида: 400(4х11+3х12+4х13)

Деталей третьего вида: 400(10х11+16х12+0х13)

Из второй партии фанеры:

Деталей первого вида: 250(6х21+5х22)

Деталей второго вида: 250(5х21+4х22)

Деталей третьего вида: 250(8х21+0х22)

Всего из двух партий фанеры:

Деталей первого вида: 400(6х12+9х13)+ 250(6х21+5х22)

Деталей второго вида: 400(4х11+3х12+4х13)+ 250(5х21+4х22)

Деталей третьего вида: 400(10х11+16х12)+ 2000х21

Число полных комплектов, которое можно выпустить по данному плану, будет равно:

Введем дополнительную переменную х – отходы при используемом способе раскроя. В результате, получим задачу линейного программирования:

z = x → min,

при ограничениях:







х11+х12+х13=400

х21+х22+х23=250

, где х, хij – целые числа.

# Задача 2

Решить графическим методом.

Решить графическим методом

Z= 3 х1-4х2 → max при условиях:

-х1 +х2≤1

-х1 +2х2≥-2

х1 +х2≥-1

-3х1+2х2 ≤6;

2х1– х2≤2

х1 ≥0; х2≥0

### Решение

Запишем ограничения в виде равенств и построим соответствующие им линии уровня в системе координат. Строим область допустимых значений решения, удовлетворяющую начальным условиям. Семи заданным неравенствам соответствует множество точек плоскости, образующие пятиугольник АВСDE. Неравенства х1 ≥-4; х1 +5х2≥4 могут быть исключены, так как они определяют граничные прямые, не имеющие с АВСDE общих точек.

Строим на плоскости вектор целевой функции . Через начало координат перпендикулярно проводим линию уровня целевой функции Z=0. Линия уровня перемещается в направлении  параллельно самой себе, пока не встретится с вершиной области допустимых значений АВСО т. В. Значение Z в точке В является минимальным.

При дальнейшем перемещении линия уровня пройдет через другую вершину ОДР, выходя из области решений – точку С. Значение Z в точке С является максимальным. Значение целевой функции Zmах в т. С. Найдем её координаты:

2х1– х2 =2

х2=0

С(0; 1)

Zmах=3\*1-4\*0=3

Ответ: Zmах=3.



С

Z

В

А

# Задача 4

Удельные затраты Сij на перевозку 1 т груза вида i транспортом j (руб.) представлены матрицей

Сij=

Мощности поставщиков А1=30 тыс.т; А2=10 тыс.т; А3=40 тыс.т; А4=70 тыс.т. Спрос потребителей: В1=30 тыс.т; В2=10 тыс.т; В3=20 тыс.т; В4=10 тыс.т.

Определить объемы перевозок груза транспортом j (руб.), чтобы суммарные издержки были бы минимальными, построить матрицу объемов перевозок.

### Решение

1. Определяем тип задачи. Так как . Задача является открытой. Введем фиктивного потребителя с объемом потребления Вф.

2. Строим расчетную матрицу с фиктивным потреблением Вф и удельными затратами на перевозку фиктивного груза Сiф=0.

3. Сформируем опорный план по критерию наименьших удельных затрат на перевозку единицы груза , т. е. min Сiф.

Оставшиеся мощности относятся к фиктивному потребителю: хiф=Аii-

Опорный план

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | В1=30 тыс.т | В2=10 тыс.т | В3=20 тыс.т | В4=10 тыс.т | Вф | Ui |
| А1=30 тыс.т | 1,2  **30** | 1,6 | 1,7 | 1,5  **0** | 0 | 1,5 |
| А2=10 тыс.т | 1,4 | 1  **10** | 1,2 | 1,5 | 0 | 1 |
| А3=40 тыс.т | 1,6 | 1,4 | 1,2  **20** | 1,4 | 0  **20** | 1,2 |
| А4=70 тыс.т | 1,5 | 1,2  **0** | 1,4 | 1,2  **10** | 0  **60** | 1,2 |
| Vj | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0 |  |

4. Проверим полученный план перевозок на вырожденность. Так как

4 столбца + 5 строк-1 > 7 поставок. То задача вырожденная. Для приведения плана к невырожденному состоянию введем в клетки (4;2) и (1,4) фиктивные нулевые поставки.

5. Оптимизируем план, используя метод потенциалов.

Сij= Ui+ Vj, где Ui– потенциал строки; Vj– потенциал столбца.

Пусть V4=0. пересчитаем все остальные Ui и Vj и зафиксируем их в опорном плане. U4=1,2; Vф =0; V4 =0-1,2=-1,2; Vф=0-1,2=-1,2; U3 =0-(-1,2)=1,2; V3=1,2-1,2=0; U1 =1,5-0=1,5; V1 =1,2-1,5=-0,3; V2 =0; U2 =1-0=1.

6. Определяем характеристики свободных клеток: Еij= Сij-(Ui+ Vj)≥0.

Е12=1,6-0-1,5=0,1; Е13=1,7-0-1,5=0,2; Е1ф=1,2-1,5=-0,3; Е21=1,4+0,3-1=0,7; Е23=1,2-1=0,2; Е24=1,5-1=0,5; Е2ф=0+1,2-1=0,2; Е31=1,6+0,3-1,2=0,7; Е32=1,4-0-1,2=0,2; Е34=1,4-0-1,2=0,2; Е41=1,5+0,3-1,2=0,5; Е43=1,4-0-1,2=0,2.

7. Характеристики клеток (3,ф) и (4,2) отрицательны, следовательно найденное решение не является оптимальным. Оптимизируем план. Для клетки к (1,ф) строим контур перераспределения.

х1ф= min{0; 60}=60

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 - | + |  |  |  | 0 |
| 10 + | 60 - |  |  | 10 | 60 |

Перенесем полученные результаты в новый план перераспределения.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | В1=30 тыс.т | В2=10 тыс.т | В3=20 тыс.т | В4=10 тыс.т | Вф | Ui |
| А1=30 тыс.т | 1,2  **30** | 1,6 | 1,7 | 1,5 | 0  **0** | 1,5 |
| А2=10 тыс.т | 1,4 | 1  **10** | 1,2 | 1,5 | 0 | 1 |
| А3=40 тыс.т | 1,6 | 1,4 | 1,2  **20** | 1,4 | 0  **20** | 1,2 |
| А4=70 тыс.т | 1,5 | 1,2  **0** | 1,4 | 1,2  **10** | 0  **60** | 1,2 |
| Vj | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0 |  |

Характеристики свободных клеток матрицы неотрицательны, следовательно найденное решение является оптимальным.

Задача решена.

Определим значение целевой функции:

F=30\*1,2+10\*1+20\*1,2+1,2\*10=82 (тыс.р.)

# Задача 5

Для расчета мощности i-го вида транспорта необходимо воспользоваться значениями: S= 2 смены; z=8 часов; d= 25 дней.

Представлена грузоподъемность транспорта Р1=10т; Р2=5т; Р3=10т; Р4=15т.

АТП располагает m=4 видами транспортных средств различной грузоподъемности. Их количество n1=20; n2=30; n3=30; n4=20. На j-й вид продукции приходится Вj(m) спрос: В1= 120 тыс.р.; В2= 50 тыс.р.; В3= 80 тыс.р.; В4= 100 тыс.р. Известно, что среднее время транспортировки для каждого вида транспорта и вида груза:

Т=

Даны себестоимости перевозок j-го груза i-ым видом транспорта.

С=

Определить такие объемы перевозок, чтобы суммарные месячные издержки перевозок были бы минимальными.

### Решение

1. Определяем мощность Аi=d t S ni

d– количество рабочих дней (d=25) в месяце;

t – количество часов в смене (t=8);

S– количество смен (S=2) в сутки

ni– количество машин i-го типа.

А1=25\*8\*2\*20=8000 маш.ч.; А2=25\*8\*2\*30=12000 маш.ч.; А3=12000 маш.ч.; А4=8000 маш.ч.

2. Рассчитаем показатель удельной производительности (т/маш.ч.); λij=Pi/tij.

λ=

3. Рассчитаем критерий формирования опорного плана: kij= λij/ Сij.

K=

4. Строим опорный план перевозок, клетки распределения выбираем по max kij. Это клетки Х31и Х43.

Расчетная матрица

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | В1= 120 тыс.р. | В2= 50 тыс.р. | В3= 80 тыс.р. | В4= 100 тыс.р. | Ui |
| А1=8 тыс.р. | 3 3,3  **8** | 4 2,5 | 5 4 | 6 2,5 | 3 |
| А2=12 тыс.р. | 5 1 | 6 0,8 | 7 1 | 4 1,25  **12** | 4 |
| А3=12 тыс.р. | 2 5  **12** | 3 3,33 | 4 2,5 | 3 2,5 | 2 |
| А4=8 тыс.р. | 5 3,7 | 4 5 | 2 5  **8** | 2 3,75 | 2 |
| Аф | 0 1  **33,3** | 0 1  **50** | 0 1  **40** | 0 1  **85** | 0 |
| Vj | 0 | 0 | 0 | 0 |  |

5. Итак, все мощности использованы, но не все потребности удовлетворены – введем фиктивный вид транспорта (строка) с Сiф=0 и λiф=1. произведем расчет фиктивных поставок.

6. Проверяем план на вырожденность:

5 строк + 4 столбца -1=8 поставок. Задача невырожденная.

Оптимизируем опорный план.

Определяем потенциалы строк и столбцов по выражению:

Сij= Ui+Vj λij, откуда Ui= Сij-Vj λij; Vj= (Сij -Ui)/λij

Зададимся потенциалом фиктивной троки: Uф=0.

Тогда: V3=V2= V1= V4=0; U4=4-5∙0=4; U3=2-0=2; U2=4-0=4; U1=3-0=3

Определяем характеристики свободных клеток по формуле:

Еij= Сij-(Ui+ λij Vj);

Е12 =4-3-0>0; Е13=5-3-0>0; Е14=6-3-0>0; Е21=5-4-0>0; Е22=6-4>0; Е23=7-4>0; Е32=3-2>0; Е33=4-2>0; Е34=3-2>0; Е41=5-2>0; Е42 =4-2>0; Е44=2-2=0.

Так как все Еij≥0, то план оптимальный (но не единственный, так как Е44=0)

Целевая функция затрат на перевозку:

F=8\*3+12\*4+12\*2+8\*2=112 (тыс.р.)

# Задача 6

Для обслуживания потребителей предприятие может выделить 3 вида транспорта А1, А2, А3, получая прибыль, зависящую от спроса на них (В1,В2,В3).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | В1 | В2 | В3 | В4 |
| А1 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| А2 | 4 | 2 | 0 | 2 |
| А3 | 3 | 1 | 0 | 1 |

Определить оптимальную пропорцию транспортных средств (состояние спроса полностью неопределенное). Прибыль должна гарантироваться при любом состоянии спроса.



### Решение

Определим верхнюю и нижнюю цену игры.

А=





Игра не имеет Седловой очки, а значит ни один из участников н может использовать один план в качестве своей оптимальной стратегии, игроки переходят на «смешанные стратеги». Составим двойную пару задач линейного программирования. Для 1 игрока (предложения):

****

Освобождаясь от переменной V (цена игры), разделим уравнения системы на V. Приняв у/V за новую переменную Z, получим новую систему ограничений и целевую функцию.

****

Z=

Аналогично для второго игрока (спрос)

****

Приведем данные уравнения к форме без переменной V:

** (\*)**

Нам необходимо определить стратегию первого игрока (т.е. предприятия), т.е. относительную частоту использования его стратегий (х1,х2,…,хm) будем определять, используя модель второго игрока, так как эти переменные находятся в его модели выигрыша. Приведем (\*) к канонической форме:

****

Решаем задачу симплексным методом.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| итерация  0 | базис | d1 | d2 | d3 | d4 | d5 | d6 | d7 | bi | bi / a |
| d4 | 1 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1/3 |
| d5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| d6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |
| d7 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| ψ | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| 1 | d3 | 1/3 | 4/3 | 1 | 1/3 | 0 | 0 | 0 | 1/3 | 1 |
| d5 | 8/3 | 2/3 | 0 | -1/3 | 1 | 0 | 0 | 2/3 | 1/4 |
| d6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1/3 |
| d7 | 5/3 | 2/3 | 0 | -1/3 | 0 | 0 | 1 | 2/3 | 2/5 |
| Ψ | -2/3 | 1/3 | 0 | 1/3 | 0 | 0 | 0 | 1/3 |  |
| 2 | d3 | 0 | 1,25 | 1 | 0,375 | -0,125 | 0 | 0 | 0,25 |  |
| d1 | 1 | 0,25 | 0 | -0,125 | 0,375 | 0 | 0 | 0,25 |  |
| d6 | 0 | -0,75 | 0 | 0,375 | -1,125 | 1 | 0 | 0,25 |  |
| d7 | 0 | 0,25 | 0 | -0,125 | -0,625 | 0 | 1 | 0,25 |  |
| Ψ | 0 | 0,5 | 0 | 0,25 | 0,25 | 0 | 0 | 0,5 |  |

Базисное решение Б1 (0,25; 0; 0,25; 0; 0; 0,25; 0,25). Цена игры , так как  0,25+0,25+0=0,5 то V=2.

Исходные параметры относительно частот применения стратегий: х1=0,5; х2=0; х3=0,5; х4=0; х5=0; х6=0,5; х7=0,5.

# Задача 7

На двух предприятиях отрасли необходимо изготовить 300 изделий некоторой продукции. Затраты, связанные с производством изделий х на I предприятии, равны 4x12 руб., а затраты, обусловленные изготовлением х2 изделий на II предприятии, составляют 48х2 + 8х22 (руб.).

Определить, сколько изделий на каждом из предприятий следует произвести, чтобы общие затраты, обусловленных изготовлением необходимой продукции, были минимальными.

### Решение

f=4x12+48х2 + 8х22→min

х1+х2=300

Составим функцию Лагранжа: F=f+λg









х1+х2=300

; х2=300-х1

16(300-х1)-8х1+48=0

Тогда  (деталей)

х2 =300-202=88 (деталей)

Ответ: на первом предприятии следует произвести 202 детали, а на втором – 88 деталей.

# Задача 9

Интервал планирования Т=5 лет. Функция затрат на ремонт а дальнейшую эксплуатацию К(τ)= 0,2τ+τ2 (р.). Функция замены Р(τ)=10+0,05τ2(р.). Определить оптимальные планируемые затраты по годам пятилетки, если количество оборудования по возрастным группам n(τ=0)=10; n(τ=1)=12; n(τ=2)=8; n(τ=3)=5.

### Решение

Рассчитаем переходы (затраты на замену и ремонт) оборудования для каждого из возможных состояний τ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| τ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| К | - | 1,2 | 4,4 | 9,6 | 16,8 | 26 | 37,2 | 50,4 | 65,6 |
| Р | 10 | 10,05 | 10,2 | 10,45 | 10,8 | 11,25 | 11,8 | 12,45 | - |

Произведем пошаговую оценку альтернативных вариантов затрат для возможных различных состояний τ на каждом шаге t, т.е.



Начало оценивается с последнего t=5 шага.

Шаг 1; t=5.

Все состояния на последнем интервале приравниваются к 0:

F85=0; F75=0; F65=0; F55=0; F45=0; F35=0; F25=0; F15=0.

Шаг 2; t=4.















Шаг 3; t=3.













Шаг 4; t=2.











Шаг 5; t=1.









Шаг 6; t=0.









Функции затрат F00, F10, F20, F30 – затраты на единицу оборудования соответственно для возраста τ=0,1,2,3 года. Определим стратегию замены и ремонта оборудования каждого возраста. На схеме стратегии выделены стрелками (только оптимальные шаги). Определяем затраты по годам планирования:

t=1; Q1= 10\*11,2+12\*4,4+8\*11,4+5\*11,65=314,25

t=2; Q2= (10+8+5)\*4,4+12\*11,4=238

t=3; Q3= (10+8+5)\*11,4+12\*4,4=315

t=4; Q4= (10+8+5)\*4,4+12\*11,4=238

t=5; Q5=(10+8+5)\* 9,6+12\*4,4=237,6

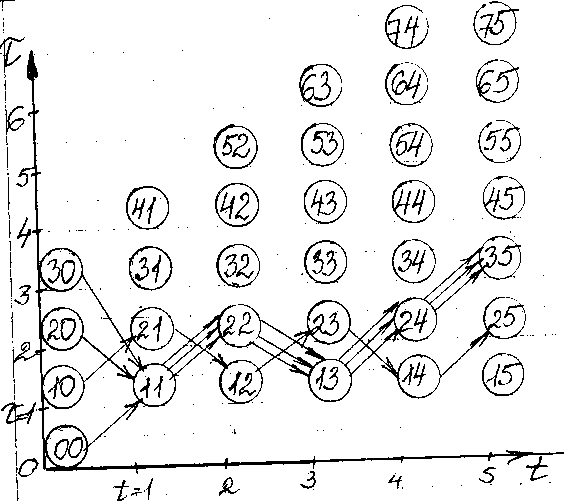
Проверка: сумма затрат для оборудования каждого возраста должна равняться сумме затрат на них по годам планирования. Затраты на каждый возраст:



=41\*10+36\*12+41,2\*8+41,45\*5=1378,85

Сумма затрат по годам:

Q1+ Q2+ Q3+ Q3=314,25+238+315+238+237,6=1375,85



# Задача 11

Дана схема движения транспорта с n=5 пунктами и расстояниями между ними. Построить кольцевой маршрут объезда всех пунктов наименьшей длины.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∞ | 13 | 12 | 11 | 7 |
| 10 | ∞ | 6 | 9 | 4 |
| 13 | 10 | ∞ | 12 | 7 |
| 9 | 6 | 14 | ∞ | 8 |
| 12 | 13 | 9 | 10 | ∞ |

### Решение

Стоим приведенную матрицу с целью получения в каждой строке и столбце не меньше 1 кратчайшего маршрута (0 приведенного значения). Коэффициенты приведения

по строкам: К1=7+4+7+6+9=33

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∞ | 6 | 5 | 4 | 0 |
| 6 | ∞ | 2 | 5 | 0 |
| 6 | 3 | ∞ | 5 | 0 |
| 3 | 0 | 8 | ∞ | 2 |
| 3 | 4 | 0 | 1 | ∞ |

по столбцам (у приведенной матрицы): К2=3+1=4

Кпр=33+4=37 (сумма самых коротких маршрутов).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∞ | 6 | 5 | 3 | 0 |
| 3 | ∞ | 2 | 4 | 0 |
| 3 | 3 | ∞ | 4 | 0 |
| 0 | 0 | 8 | ∞ | 2 |
| 0 | 4 | 0 | 0 | ∞ |

Для нулевых значений определяем коэффициенты значимости:

К41=0; К51=0; К42=3; К53=2; К25=2; К15= К35=3; К54=3.

Выбираем аij=0 с максимальным Кij, например, К15=3.

В матрице назначения присваиваем Х15=1. В полученную матрицу в клетку (5,1) вводим запрет.

Приведем матрицу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2 | 3 | 4 | 1 |
| 2 | ∞ | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | ∞ | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 8 | ∞ | 0 |
| 5 | 4 | 0 | 0 | ∞ |

Подсчитаем новое значение Кпр: 37+2+3=42.

Определяем коэффициенты значимости для нулевых значений.

К32=К42= К53=К41=К31=0; К23= К54=1.

Выбираем аij=0 с максимальным Кij, например, К23=1.

В матрице назначения присваиваем Х23=1. В полученную матрицу в клетку (3,2) вводим запрет.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 2 | 4 | 1 |
| 3 | **∞** | 1 | 0 |
| 4 | 0 | ∞ | 0 |
| 5 | 4 | 0 | ∞ |

Так как матрица уже приведена, определяем коэффициенты значимости для нулевых значений.

К42=4; К41=0; К31=1; К54=5.

Присваиваем в матрице назначения Х54=1. В полученную матрицу в клетку (4,1) вводим запрет.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 2 | 1 |
| 3 | **∞** | **0** |
| 4 | **0** | **∞** |

В полученной матрице осталось два маршрута, которые и вносим в кольцевой маршрут: Х31=1; Х42=1.

Введем все маршруты в матрицу назначения.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | 1 |
|  |  | 1 |  |  |
| 1 |  |  |  |  |
|  | 1 |  |  |  |
|  |  |  | 1 |  |

Длина полученного маршрута:



Условие оптимальности F=Кпр.=42 выполняется, то полученный кольцевой маршрут является оптимальным.

# Задача 13

Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин. Пункт состоит из n=3 каналов; на осмотр каждой машины затрачивается  При осмотре группа выявляет дефект с вероятностью р=0,7; на осмотр поступает в среднем . Обслуживание одной заявки приносит среднюю прибыль С1=3 руб./час, создание 1 канала требует среднего расхода С2=18000 тыс.р., эксплуатация 1 канал в единицу времени требует среднего расхода С3=8 руб./час. Определить характеристики работы пункта. Установить, при каких соотношениях С1,С2, С3 система будет рентабельна, и если система не рентабельна при заданных С1,С2, С3 , то при каких она будет рентабельна? Через какое время эксплуатации система будет приносить прибыль?

### Решение

Характеристики работы системы:

1. Среднее число занятых каналов



2. Вероятность выявления скрытого дефекта

Рабс.=(1-Р0)Р=

3. Абсолютная пропускная способность, считая все осмотренные машины:



4. Полная абсолютная пропускная способность, считая все осмотренные машины:



5. Вероятность того, что канал занят:

Пз.к.=

6. Среднее время простоя канала:



7. Вероятность того, что все группы будут заняты осмотром



8. Среднее время неполной занятости системы (простоя хотя бы одной группы)



9. Средняя прибыль за сутки (t=24 часа)



10 Средняя стоимость в сутки:



11. Прибыль, которую система начнет приносить через время, определяется условием: 

Условие рентабельности: 

У нас .

Преобразуем это выражение с учетом того, что ; получим условие оптимальности: 

Система будет рентабельна, если: 

Из  найдем время, через которое система начинает приносить прибыль:

(дней) или (лет)

# Список используемой литературы

1. Данко П.Е. и др. Высшая математика в примерах и задачах. Ч2: Учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 1986. – 415 с.
2. Конюховский П.В. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: Питер, 2002. – 208 с.
3. Мельник М.М. Экономико-математические методы и модели в планировании МТС. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Министерство образования Российской Федерации

«Тихоокеанский государственный университет»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ПО МЕТОДАМ И МАДЕЛЯМ В ЭКОНОМИКЕ

Выполнил: студент 3-го курса з/о

Специальность:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

№ зач. книжки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2010г.