# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3 Исследование критериев для принятия решений в условиях неопределенности

**Цель занятий**

Приобретение и закрепление знаний, и получение практических навыков работы с критериями для принятия решений в условиях неопределенности.

# 1.1. Краткие сведения из теории

**Математические модели задач принятия решения**

Любая математическая модель задачи принятия решения представляет собой формальное описание цели, средств и результатов, а также способа связи средств с результатами. Для формального описания средств и результатов можно задать два множества: множество *Х* = {*x*1*, …, xn*}, элементы которого в дальнейшем будем называть альтернативами, и множество *А* = {*a*1, …, *an*}, элементы которого будем называть исходами. Альтернативы − это то, что выбирает лицо, принимающее решение (ЛПР), а исходы − то, к чему они приводят.

В задачах принятия решений с конечными множествами *X* и *A* существует несколько типов зависимости исходов от альтернатив:

1. Простейший тип связи альтернатив с исходами − каждая альтернатива приводит к единственному исходу. В этом случае имеется функциональная зависимость исходов от альтернатив.

2. Второй тип связи предполагает, что каждая альтернатива может привести к одному из нескольких исходов, каждый из которых имеет определенную вероятность появления. В этом случае имеет место стохастическая зависимость исходов от альтернатив.

3. Если каждая альтернатива может привести к одному из нескольких исходов, причем отсутствует даже стохастическая зависимость исходов от альтернатив, то это − третий тип связи альтернатив и исходов.

При этом полученный исход (состояние некоторой конкретной системы) определяется двумя факторами: выбором альтернативы, осуществляемым ЛПР, и состоянием внешней среды. Обозначим множество всех состояний внешней среды через *Y =* {*y*1*, ..., ym*}. Каждый исход *aij* ∈ *А* в силу сказанного есть функция двух аргументов: *aij* = *F*(*xi*, *yj*), где *xi* (*xi ∈ Х* ) − выбранная альтернатива; *yj* (*yj* *∈ Y*) − состояние внешней среды.

В первом случае говорят, что принятие решения происходит в условиях определенности, во втором − в условиях риска (стохастических условиях) и в третьем − в условиях неопределенности.

Информированность ЛПР о связи альтернатив с исходами может не совпадать с объективно существующей связью. Например, объективно зависимость исходов от альтернатив носит стохастический характер, но ЛПР не знает вероятностей наступления исходов при выборе каждой конкретной альтернативы, поэтому для ЛПР условия принятия решения надо квалифицировать как условия неопределенности. Таким образом, указанная выше классификация связана с субъектом, принимающим решение.

Наглядно связи между альтернативами и исходами можно представит с помощью функции реализации *F*(*x*, *y*). Эта функция сопоставляет каждой паре альтернатива − состояние среды определяемый ею исход. Если множество альтернатив и множество состояний среды конечны, то удобно представлять функцию реализации *F* в виде таблицы (табл. 1). Эта таблица для конкретных рассматриваемых задач определяет их все возможные решения, поэтому её часто называют матрицей решений. Эти решения (результаты, исходы) должны допускать количественную оценку, и мы будем для простоты отождествлять эти оценки с соответствующими исходами.

Рассмотрим матрицу решений при различной информированности ЛПР о возможностях появления тех или и иных состояний среды.

1. ЛПР знает состояние внешней среды, тогда значение функции реализации зависит только от альтернативы, выбираемой ЛПР, т.е. получаем задачу принятия решения в условиях определенности. В этом случае таблица вырождается в один столбец, соответствующий состоянию среды на рассматриваемый момент времени.

Таблица 1

**Матрица решений**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *F*(*x, y*) | *y*1 | *...* | *yj* | *...* | *ym* |
| *x*1 | *a*11 *= F*(*x*1*,y*1) | *...* | *a*1*j = F*(*x*1*,yj*) | *....* | *a*1*m = F*(*x*1*,ym*) |
| *...* | *...* | *...* | *...* | *...* | *...* |
| *xi* | *aim = F(xi,y*1*)* | *...* | *aij = F*(*xi,yj*) | *...* | *aim = F*(*xi,ym*) |
| *...* | *...* | *...* | *...* | *...* | *...* |
| *xn* | *a*1*m = F(xn,y*1*)* | *...* | *anj = F*(*xn,yj*) | *...* | *anm = F*(*xn,ym*) |

2. ЛПР знает вероятности  появления каждого состояния *yj* () внешней среды. В этом случае, если выбрана альтернатива *xi*, то для каждого исхода *ak ∈ А*  можно найти вероятность *pk* его наступления. Для этого нужно отметить в *i*-й строке табл. 1 все клетки, где стоит исход *аk*, и просуммировать вероятности соответствующих столбцов. Таким образом, каждой альтернативе соответствует вероятностная мера на множестве исходов, следовательно, получаем задачу принятия решения в условиях риска.

3. ЛПР не располагает никакой дополнительной информацией о появлениях состояний внешней среды, т.е. он знает только табл. 1, следовательно, при выборе альтернативы *xi* он знает лишь о возможности наступления одного из исходов, стоящих в *i*-й строке таблицы. Получаемый исход определяется двумя факторами: выбором альтернативы, осуществляемым лицом, принимающим решение, и состоянием внешней среды. Принятие решения в этом случае осуществляется в условиях неопределенности.

**Классические критерии принятия решений в условиях неопределенности**

**Максиминный критерий**

Предположим, что мы не располагаем информацией о вероятностях появления состояний внешней среды. В этом случае основным подходом к принятию решений является введение гипотез о поведении среды. Принятие гипотезы позволяет для каждой альтернативы численно оценить связанные с ней последствия, а значит, и сравнить любые две альтернативы. Рассмотрим одну из важнейших гипотез такого типа, называемую гипотезой антагонизма. Она состоит в предположении, что среда ведёт себя наихудшим образом для ЛПР. После принятия этой гипотезы каждая альтернатива оценивается исходом, имеющим наихудшее числовое значение для этой альтернативы. Если матрица решений для рассматриваемой задачи принятия решений является матрицей выигрышей, то каждая альтернатива оценивается исходом, дающим наименьший выигрыш. Если матрица решений является матрицей проигрышей, то каждая альтернатива оценивается исходом, дающим наибольший проигрыш.

Будем рассматривать случай, когда матрица решений (табл. 2) является матрицей выигрышей и каждая альтернатива *xi*  оценивается исходом, дающим наименьший выигрыш: , . Лучшей альтернативой является та, у которой минимальный элемент наибольший. Формально это означает, что оптимальной альтернативой является *i-*я альтернатива, дающая экстремум выражению

 (1)

Такой принцип выбора решения называется принципом максимина, а альтернатива, на которой достигается экстремум в выражении (1) − максиминной. Само выражение (1) называют максиминным критерием.

**Значение принципа максимина.** Во-первых, максиминный подход описывает очень распространенный случай поведения, при котором две стороны преследуют противоположные цели и, следовательно, могут рассматриваться как антагонисты.

Во-вторых, число  представляет собой важную характеристику альтернативы *x****i* −** является её гарантированным уровнем, т.е. если будет выбрана альтернатива *x****i***, то, что бы ни произошло во внешней среде, результат не может быть хуже, чем .

В-третьих,  − это наибольший из гарантированных уровней. В силу этого принцип максимина называют также «принципом наибольшего гарантированного результата».

В-четвертых, максиминный критерий или максиминная оценка является единственной абсолютно надежной оценкой при принятии решений в условиях неопределенности.

Выбранные с помощью максиминного критерия альтернативы полностью исключают риск. Однако отсутствие риска может стоить больших потерь. Продемонстрируем это на примере следующей матрицы выигрышей (табл. 2).

Таблица 2

**Матрица выигрышей**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *y*1 | *y*2 |  |  |
| *x*1 | 0,9 | 90,0 | 0,9 |  |
| *x*2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Альтернатива *x*1, на первый взгляд, более разумна, однако максиминный критерий выбирает альтернативу *x*2. При этом исключается наименьшее значение *a*11 = 0,9, реализующееся при состоянии внешней среды *y*1, и гарантируется значение *a*21 = 1,0. Однако при состоянии внешней среды *y*2 теряется выигрыш *a*12= 90, вместо которого получают *a*22 = 1,0, что на два порядка меньше.

Этот пример показывает, что в многочисленных практических ситуациях пессимизм максиминного критерия и отсутствие разумного риска могут оказаться очень невыгодными.

**Критерий азартного игрока**

Другая возможная гипотеза о поведении внешней среды − среда благоприятствует ЛПР. В этом случае каждая альтернатива характеризуется наиболее благоприятным исходом. При использовании матрицы выигрышей каждая альтернатива *xi*  оценивается исходом, дающим наибольший выигрыш: , . Лучшей альтернативой является та, у которой максимальный элемент наибольший. Формально это означает, что оптимальной альтернативой является *i-*я альтернатива, дающая экстремум выражению

 (2)

Таким образом, при использовании этого критерия делается ставка на наиболее выгодный случай, т.е. становятся на точку зрения азартного игрока.

**Нейтральный критерий**

Ещё одно возможное предположение о поведении внешней среды − среда нейтральна к ЛПР и, следовательно, все состояния среды появляются с одинаковой вероятностью. В этом случае выгодно выбирать альтернативу, которой соответствует максимальное среднее значение:

 (3)

Критерий (3) по используемой гипотезе получил название нейтрального критерия.

**Критерий Гурвица**

В этом критерии предпринята попытка объединить достоинства критерия азартного игрока и максиминного критерия. В результате получен критерий более уравновешенный, чем критерий азартного игрока и менее пессимистичный, чем максиминный критерий:

 (4)

где *c −*  константа, удовлетворяющая условию  При *c =* 1 критерий Гурвица превращается в максиминный критерий, а при *c =* 0 *−* в критерий азартного игрока. Не существует каких-либо простых рекомендаций по выбору величины константы *c*, поэтому в большинстве случаев полагают, что *c =* 0,5.

**Пример 1.** Обладание достоинствами двух критериев не делает критерий Гурвица безошибочным при решении любых задач. В качестве примера, подтверждающего это утверждение, рассмотрим выбор лучшей альтернативы для следующей функции реализации:

Таблица 3

**Матрица выигрышей для выбора лучшей альтернативы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *у*1 | *у*2 | … | *уm-1* | *ym* |
| *x*1 | 1000 | 1 | … | 1 | 1 |
| *x*2 | 999 | 999 | … | 999 | 0,99 |

Критерий Гурвица при любом весовом множителе *с* в рассматриваемой функции реализации выделяет в качестве лучшей альтернативы *х*1, хотя любое ЛПР со «здравым смыслом» выбрало бы альтернативу *х*2.

**Критерий произведений**

Критерий произведений *K*пр применим только к функциям реализации с положительными элементами. Определяется критерий соотношением

. (5)

Правило выбора лучшей альтернативы с помощью этого критерия формулируется так:

Матрица решений  дополняется столбцом, элементами которого являются произведение всех чисел каждой из строк. Выбирается та альтернатива , в строке которой находится наибольший элемент дополнительного столбца.

Если условие  нарушается, то тогда все элементы функции реализации увеличивают на некоторою константу *a* (). Константу *а* часто определяют соотношением (6):

(6).

# 

# 1.2. Индивидуальные задания

1. Для заданного варианта функции реализации, используя MsExcel или языки программирования С++, С#, [JavaScript](http://go.mail.ru/redir?src=92a170&via_page=1&type=sr&redir=eJzLKCkpKLbS189JTSzK08tKLEssTi7KLCjRKyrVZ2AwNDW1NDcxNzczYrDKrPjP8_Lp0dqyJuHPq45eAgBDvxYR&user_type=4c), определите лучшие альтернативы с помощью критериев (1) − (5). Варианты заданий представлены в Приложении 1.

2. Реализуйте на языке программирования критерии, с помощью которых было выполнено решение данного задания. Представьте фрагменты программного кода и результат работы критериев в виде скриншотов.

3. Сделайте вывод о приобретенных и закрепленных в процессе выполнения работы знаниях и навыках.

4. Оформите отчет по практической работе.

# 

# 1.3 Пример оформления работы (отчет о работе)

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

**Тема работы:** Исследование критериев для принятия решений в условиях неопределенности.

**Цель работы:** приобретение и закрепление знаний, и получение практических навыков работы с критериями для принятия решений в условиях неопределенности.

**Задание:** Универмаг, работающий по 10 часов в сутки, ежедневно посещают от 7 до 9 тыс. чел. Стоимость покупок одного посетителя в среднем - 50 руб. Время обслуживания - 3 мин. на покупателя. Затраты на оборудование одного рабочего места - 2400 руб., зарплата продавца - 1400 руб. в месяц. Найти число рабочих мест при планировании работы на месяц (30 рабочих дней).

**Расчет матрицы**

Доход = Количество покупателей(min от количества посетителей и возможности продавцов) ×сумма покупки(50 р) ×30 дней

Затраты=Оборудование раб места продавца(2400 р) ×численность + Зарплата продавца(1400 р) × численность

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество обслуживаемых покупателей не может превышать возможности продавцов**

Производительность обслуживания 1 продавца в день -200 человек (продолжительность рабочего дня, час×60 минут/ длительность обслуживания 1 покупателя)

Таблица П.1.3

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кол-во продавцов** | **Количество покупателей в день** | | | | |
| **7000** | **7500** | **8000** | **8500** | **9000** |
| **35** | 10367 | 10367 | 10367 | 10367 | 10367 |
| **36** | 10363,2 | 10663,2 | 10663,2 | 10663,2 | 10663,2 |
| **37** | 10359,4 | 10959,4 | 10959,4 | 10959,4 | 10959,4 |
| **38** | 10355,6 | 11105,6 | 11255,6 | 11255,6 | 11255,6 |
| **39** | 10351,8 | 11101,8 | 11551,8 | 11551,8 | 11551,8 |
| **40** | 10348 | 11098 | 11848 | 11848 | 11848 |
| **41** | 10344,2 | 11094,2 | 11844,2 | 12144,2 | 12144,2 |
| **42** | 10340,4 | 11090,4 | 11840,4 | 12440,4 | 12440,4 |
| **43** | 10336,6 | 11086,6 | 11836,6 | 12586,6 | 12736,6 |
| **44** | 10332,8 | 11082,8 | 11832,8 | 12582,8 | 13032,8 |
| **45** | 10329 | 11079 | 11829 | 12579 | 13329 |

**Этапы выполнения работы:**

1. Выполним поиск лучшей альтернативы с помощью 6 критериев поиска (максиминный, азартного игрока, нейтральный, Гурвица и произведения) с помощью MS Excel. За исключением максиминного критерия, все остальные критерии показали, что наилучшей является последняя альтернатива (рис. 7).
2. Реализуем в MS Excel критерии, с помощью которых было выполнено решение данного задания.

Шаг 1: Перенесем исходную матрицу в MS Excel (Рисунок 1)

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 1 – Исходная матрица

Шаг 2: Рассчитаем **максиминный критерий**, используя формулу: для строк *=МИН(B3:F3)*, а для результирующего столбца *=МАКС(I3:I13)* (Рисунок 2)

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Результаты расчета по строкам и выбор максимального значения.

Шаг 3: Рассчитаем **критерий азартного игрока**, используя формулу: *=МАКС(B3:F3)* для строк иформулу *=МАКС(J3:J13)* для итогового столбца(Рисунок 3)



Рисунок 3 – Результаты расчета по строкам и выбор максимального значения.

Шаг 4: Рассчитаем **нейтральный критерий**, используя формулу: *=СРЗНАЧ(B3:F3)* для строк и формулу *=МАКС(K3:K13)* для итогового столбца (Рисунок 4)

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 – Результаты расчета по строкам и выбор максимального значения.

Шаг 5: Рассчитаем **критерий Гурвица**, используя формулу: *=0,5\*(МИН(B3:F3))+0,5\*(МАКС(B3:F3))* для строк и формулу *=МАКС(K3:K13)* для итогового столбца(Рисунок 5)

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 5 – Результаты расчета по строкам и выбор максимального значения.

Шаг 6: Рассчитаем **критерий произведений**, используя формулу: *=B3\*C3\*D3\*E3\*F3* для строк (или встроенную функцию ПРОИЗВ) и формулу *=МАКС(K3:K13)* для итогового столбца(Рисунок 6)

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 6 – Результаты расчета по строкам и выбор максимального значения.

Шаг 7: После того как посчитаны все критерии финальная таблица имеет вид (Рисунок 7).

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рисунок 7 – Таблица с рассчитанными критериями

Исходя из рисунка 7 можем сделать вывод, что наилучшим выбором является организация максимального количества рабочих мест.

**Вывод:** в ходе лабораторной работы были приобретены и закреплены знания о работе с критериями для принятия решений в условиях неопределенности.

# Контрольные вопросы:

1. Дайте описание математической модели задачи принятия решений?
2. Что такое альтернатива в теории принятия решений?
3. Какие существуют типы зависимости исходов от альтернатив?
4. Какие факторы определяют исход выбора альтернативы в теории принятия решений?
5. Опишите максиминный критерий. В чем особенность максиминного критерия принятия решений?
6. Опишите критерий азартного игрока. В чем особенность критерия принятия решений азартного игрока?
7. Опишите нейтральный критерий. В чем особенность нейтрального критерия принятия решений?
8. Опишите критерий Гурвица. В чем особенность критерия принятия решений Гурвица?
9. Опишите критерий произведений. В чем особенность критерия принятия решений по произведениям?

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Задания для выполнения практических работ №3, №4 и №5**

**Вариант 1**

Ежедневный спрос на булочки в продовольственном магазине колеблется от 1000 до 1600. Булочки покупаются лотками по 100 штук по цене 1.60 и продаются по цене 2.20 за штуку. Непроданные булочки распродаются по цене 0.80 на следующее утро. Ваши рекомендации?

**Расчет матрицы**

Доход = Количество лотков(в шт)×100 шт×цена 1 булочки(2,2 р.)+Количество непроданных лотков(в шт) ×100 шт×цена 1 булочки на 2 день (0,8 р.)

Затраты= Количество лотков (в шт) ×100 шт×закупочная цена 1 булочки(1,6 р/кг)

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество реализованных булочек по полной цене не должно превышать объем спроса**

Таблица П.1.1

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Закупка булочек**  **Количество лотков, шт.** | **Спрос на булочки, шт.** | | | | | | |
| **1000** | **1100** | **1200** | **1300** | **1400** | **1500** | **1600** |
| **10** | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| **11** | 520 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 | 660 |
| **12** | 440 | 580 | 720 | 720 | 720 | 720 | 720 |
| **13** | 360 | 500 | 640 | 780 | 780 | 780 | 780 |
| **14** | 280 | 420 | 560 | 700 | 840 | 840 | 840 |
| **15** | 200 | 340 | 480 | 620 | 760 | 900 | 900 |
| **16** | 120 | 260 | 440 | 540 | 680 | 820 | 960 |

**Вариант 2**

Председатель сельхозкооператива решает закупить бочки для засолки огурцов. Виды на урожай колеблются от 700 до 1000 кг, в бочку вмещается 50 кг, цена бочки - 300 руб., затраты на засолку - 20 руб. за бочку, аренда места на рынке - 50 руб., реализационная цена - 7.20 руб./кг.

Таблица П.1.2

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество бочек** | **Урожай огурцов, кг** | | | | | | |
| **700** | **750** | **800** | **850** | **900** | **950** | **1000** |
| **14** | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 |
| **15** | 190 | 550 | 550 | 550 | 550 | 550 | 550 |
| **16** | -130 | 230 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 |
| **17** | -450 | -90 | 270 | 630 | 630 | 630 | 630 |
| **18** | -770 | -410 | -50 | 310 | 670 | 670 | 670 |
| **19** | -1090 | -730 | -370 | -10 | 350 | 710 | 710 |
| **20** | -1410 | -1050 | -690 | -330 | 30 | 390 | 750 |

**Расчет матрицы**

Доход = Количество огурцов(в кг) ×стоимость реализации(7,2 р/кг)

Затраты=Приобретение бочек(300 р. за 1 бочку) + Стоимость засолки(20 р. за 1 бочку) + Аренда места(50 р.)

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество реализованных огурцов должно быть равно или меньше емкости бочек (1 бочка 50 кг)**

**Вариант 3**

Спортивный магазин, работающий по 10 часов в сутки, ежедневно посещают от 4 до 7 тыс. чел. Стоимость покупок одного посетителя в среднем - 500 руб. Время обслуживания - 5 мин. на покупателя. Затраты на оборудование одного рабочего места - 5000 руб., зарплата продавца - 25000 руб. в месяц. Найти число рабочих мест при планировании работы на месяц (30 рабочих дней).

**Расчет матрицы**

Доход = Количество покупателей(min от количества посетителей и возможности продавцов) ×сумма покупки(500 р) ×30 дней

Затраты=Оборудование раб места продавца(5000 р) ×численность + Зарплата продавца(25000 р) × численность

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество обслуживаемых покупателей не может превышать возможности продавцов**

Производительность обслуживания 1 продавца в день -120 человек (продолжительность рабочего дня, час×60 минут/ длительность обслуживания 1 покупателя)

Таблица П.1.3

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кол-во продавцов** | **Количество покупателей в день** | | | | | | |
| **4000** | **4500** | **5000** | **5500** | **6000** | **6500** | **7000** |
| **35** | 1965 | 2065 | 2065 | 2065 | 2065 | 2065 | 2065 |
| **36** | 1964 | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| **37** | 1963 | 2183 | 2183 | 2183 | 2183 | 2183 | 2183 |
| **38** | 1962 | 2212 | 2242 | 2242 | 2242 | 2242 | 2242 |
| **39** | 1961 | 2211 | 2301 | 2301 | 2301 | 2301 | 2301 |
| **40** | 1960 | 2210 | 2360 | 2360 | 2360 | 2360 | 2360 |
| **41** | 1959 | 2209 | 2419 | 2419 | 2419 | 2419 | 2419 |
| **42** | 1958 | 2208 | 2458 | 2478 | 2478 | 2478 | 2478 |
| **43** | 1957 | 2207 | 2457 | 2537 | 2537 | 2537 | 2537 |
| **44** | 1956 | 2206 | 2456 | 2596 | 2596 | 2596 | 2596 |
| **45** | 1955 | 2205 | 2455 | 2655 | 2655 | 2655 | 2655 |

**Вариант 4**

Фирма, действующая в живописном Горном Алтае, планирует десятидневные маршруты для туристов в летнем сезоне (60 дней). Известно, что число туристов в течение десятидневки колеблется от 1 до 1,4 тыс. чел. Группы комплектуются из 25 чел. Стоимость путевки – 2 тыс. руб. Заработная плата инструктора составляет 6 тыс. руб. в месяц. На экипировку группы затрачивается 1.5 тыс. руб., на питание группы – 12 тыс. руб. К тому же приходится оплачивать ремонт помещений и снаряжения при подготовке к сезону 30 тыс. руб. Сколько же инструкторов разумно пригласить на работу?

Количество инструкторов в десятидневку=количество туристов/ численность группы (25 человек)

Доход = Количество туристов(min от количества туристов и наличия инструкторов) × стоимости путевки(2т. р) × количество экскурсий в сезоне(6)

Затраты=Оборудование подготовка к сезону(30 т.р) +заработная плата инструктора(6 т.р.) ×численность×2 месяца + (экипировка группы(1.5 т. р)+питание группы(12 т.р.) ×количество групп(min от количество инструкторов или количества туристов)×количество экскурсий(6)

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество туристов не может превышать возможности инструкторов**

Таблица П.1.4

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кол-во инструкторов** | **Количество туристов в течение 10 дне**й, **чел.** | | | | |
| **1000** | **1100** | **1200** | **1300** | **1400** |
| **40** | 8250 | 8250 | 8250 | 8250 | 8250 |
| **41** | 8238 | 8457 | 8457 | 8457 | 8457 |
| **42** | 8226 | 8664 | 8664 | 8664 | 8664 |
| **43** | 8214 | 8871 | 8871 | 8871 | 8871 |
| **44** | 8202 | 9078 | 9078 | 9078 | 9078 |
| **45** | 8190 | 9066 | 9285 | 9285 | 9285 |
| **46** | 8178 | 9054 | 9492 | 9492 | 9492 |
| **47** | 8166 | 9042 | 9699 | 9699 | 9699 |
| **48** | 8154 | 9030 | 9906 | 9906 | 9906 |
| **49** | 8142 | 9018 | 9894 | 10113 | 10113 |
| **50** | 8130 | 9006 | 9882 | 10320 | 10320 |
| **51** | 8118 | 8994 | 9870 | 10527 | 10527 |
| **52** | 8106 | 8982 | 9858 | 10734 | 10734 |
| **53** | 8094 | 8970 | 9846 | 10722 | 10941 |
| **54** | 8082 | 8958 | 9834 | 10710 | 11148 |
| **55** | 8070 | 8946 | 9822 | 10698 | 11355 |
| **56** | 8058 | 8934 | 9810 | 10686 | 11562 |

**Вариант 5**

В райцентре решается вопрос о строительстве сыроваренного завода. Известно, что дневной объем поставок молока колеблется от 1800 до 6000 л в день. Один сепаратор ежедневно перерабатывает 600 л молока в 50 кг сыра. Стоимость аппарата 50000 руб., ежемесячные эксплуатационные расходы –1500 руб., аренда помещения – 12000 руб. в год. Молоко закупается по 4 руб./л., сыр продается по 140 руб./кг. Неиспользованное молоко приходится вывозить на свинокомплекс молоковозами (вместимость 5 т) с затратами 150 руб. за рейс. Сколько же сепараторов закупать?

Доход = Количество молока (min от производительности всех сепараторов и объема поставок)/600л×50кг×стоимость 1 кг сыра(140 р) × количество дней в году(365)

Затраты=Стоимость оборудования(50 т.р) × количество сепараторов +эксплуатационные затраты в месяц (15 т.р.) × количество сепараторов × 12 месяцев + аренда(12 т.р. в год)+закупка молока в л ×стоимость 1 л (4р.) ×количество дней в году(365)+365/(разница между объемом поставки и количество использованного молока) ×365/5000т×стоимость вывоза лишнего молока(150 р.)

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество использованного молока не может превышать производительность сепараторов**

Таблица П.1.5

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество сепараторов, шт.** | **Размер поставок, л.** | | | | | | | |
| **1800** | **2400** | **3000** | **3600** | **4200** | **4800** | **5400** | **6000** |
| 3 | 4821 | 3938,43 | 3055,86 | 2173,29 | 1290,72 | 408,15 | -474,42 | -1356,99 |
| 4 | 4753 | 6432 | 5549,43 | 4666,86 | 3784,29 | 2901,72 | 2019,15 | 1136,58 |
| 5 | 4685 | 6364 | 8043 | 7160,43 | 6277,86 | 5395,29 | 4512,72 | 3630,15 |
| 6 | 4617 | 6296 | 7975 | 9654 | 8771,43 | 7888,86 | 7006,29 | 6123,72 |
| 7 | 4549 | 6228 | 7907 | 9586 | 11265 | 10382,43 | 9499,86 | 8617,29 |
| 8 | 4481 | 6160 | 7839 | 9518 | 11197 | 12876 | 11993,43 | 11110,86 |
| 9 | 4413 | 6092 | 7771 | 9450 | 11129 | 12808 | 14487 | 13604,43 |
| 10 | 4345 | 6024 | 7703 | 9382 | 11061 | 12740 | 14419 | 16098 |

**Вариант 6**

Организуются пригородные автобусные рейсы. Число пассажиров колеблется от 300 до 510 чел.. Цена билета 6 руб. Вместимость автобуса – 30 чел. Эксплуатационные затраты на один рейс – 50 руб. Оплата шофера за одну поездку - 60 руб. Сколько же организовать рейсов?

Таблица П.1.6

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кол-во рейсов** | **Количество пассажиров в течение дня** | | | | | | | |
| **(автобусов)** | **300** | **330** | **360** | **390** | **420** | **450** | **480** | **510** |
| **10** | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 |
| **11** | 700 | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 | 770 |
| **12** | 700 | 770 | 840 | 840 | 840 | 840 | 840 | 840 |
| **13** | 700 | 770 | 840 | 910 | 910 | 910 | 910 | 910 |
| **14** | 700 | 770 | 840 | 910 | 980 | 980 | 980 | 980 |
| **15** | 700 | 770 | 840 | 910 | 980 | 1050 | 1050 | 1050 |
| **16** | 700 | 770 | 840 | 910 | 980 | 1050 | 1120 | 1120 |
| **17** | 700 | 770 | 840 | 910 | 980 | 1050 | 1120 | 1190 |

Доход = Количество рейсов(min от количества автобусов и наличия пассажиров кратного 30) ×стоимости билета(6 р) × количество пассажиров в автобусе (30)

Затраты=(Оплата водителю за 1 поездку(60 р) +эксплуатационные затраты на 1 поездку (50 р.)) × Количество рейсов в день

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество перевозимых пассажиров не может превышать вместимость автобусов, оплата затрат производится только по фактическим рейсам**

**Вариант 7**

Прядильная фабрика ежемесячно получает от 35 до 70 т хлопка повышенной влажности. Один сушильный агрегат может высушить 5 т. Затраты на техническое обслуживание агрегата 1000 руб. (независимо от его использования или простоя). Потери от 1 т невысушенного хлопка - 7000 руб. Сколько агрегатов разумно иметь на фабрике?

Таблица П.1.7

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество агрегатов** | **Объем поставок хлопка, т** | | | | | | | |
| **35** | **40** | **45** | **50** | **55** | **60** | **65** | **70** |
| **7** | -7 | -42 | -77 | -112 | -147 | -182 | -217 | -252 |
| **8** | -8 | -8 | -43 | -78 | -113 | -148 | -183 | -218 |
| **9** | -9 | -9 | -9 | -44 | -79 | -114 | -149 | -184 |
| **10** | -10 | -10 | -10 | -10 | -45 | -80 | -115 | -150 |
| **11** | -11 | -11 | -11 | -11 | -11 | -46 | -81 | -113 |
| **12** | -12 | -12 | -12 | -12 | -12 | -12 | -47 | -82 |
| **13** | -13 | -13 | -13 | -13 | -13 | -13 | -13 | -48 |
| **14** | -14 | -14 | -14 | -14 | -14 | -14 | -14 | -14 |

Затраты=Техническое обслуживание 1 агрегата(1 т.р.) ×Количество агрегатов + Потери от 1 т хлопка(7 т.р.) × Объем невысушенного хлопка (разница между поставкой и производительностью агрегатов)

**Важно: 1 агрегат обрабатывает в месяц 5 т хлопка**

**Вариант 8**

В 50-е годы в одном из небольших городов области планировалось строительство кинотеатра. Имелись проекты на 400, 500, 600, 750 и 1000 мест. Затраты на содержание кинотеатра составляли 40 руб. в день и дополнительно 10 руб. за каждые сто мест (свыше 600). В день можно было дать 6 сеансов, стоимость билета составляла в среднем 40 коп. Количество посетителей колебалось от 2000 до 3000 чел. Какой из проектов следовало выбрать?

Доход = Количество посетителей×стоимость билета(0,4 р)

Затраты=(Оплата содержания кинотеатра (40 р) +эксплуатационные затраты на дополнительные 100 мест свыше 600(10 р)

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: количество посетителей не может превышать вместимость кинотеатра за 6 сеансов**

Таблица П.1.8

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вместимость**  **кинотеатра** | **Количество посетителей, ч** | | | | | | | | | | |
| **2000** | **2100** | **2200** | **2300** | **2400** | **2500** | **2600** | **2700** | **2800** | **2900** | **3000** |
| **400** | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 920 | 920 | 920 | 920 | 920 | 920 |
| **500** | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 | 1160 |
| **600** | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 | 1160 |
| **750** | 750 | 790 | 830 | 870 | 910 | 950 | 990 | 1030 | 1070 | 1110 | 1150 |
| **1000** | 720 | 760 | 800 | 840 | 880 | 920 | 960 | 1000 | 1040 | 1080 | 1120 |

**Вариант 9**

Требуется выяснить потребности транспортного агентства в автобусах для экскурсионного обслуживания. Обычно число заявок на автобусы колеблется в пределах от 10 до 50. Затраты на эксплуатацию каждого автобуса составляют 10 денежных единиц плюс 100 на содержание автопарка в целом в день. Экскурсионное бюро выплачивает транспортному агентству 20 денежных единиц за каждую заявку. В день автобус выполняет только 1 рейс.

Доход = Количество заявок×стоимость заявки(20 р)

Затраты=Содержание автопарка(100 р.) + Содержание 1 автобуса (10 р. в день) × Количество автобусов

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество оплаченных заявок должно быть равно или меньше количеству автобусов**

Таблица П.1.9

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество**  **автобусов** | **Количество заявок** | | | | | | | |
| **10** | **20** | **30** | **40** | **50** | **60** | **70** | **80** |
| **10** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **20** | -100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **30** | -200 | 0 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| **40** | -300 | -100 | 100 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| **50** | -400 | -200 | 0 | 200 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| **60** | -500 | -300 | -100 | 100 | 300 | 500 | 500 | 500 |
| **70** | -600 | -400 | -200 | 0 | 200 | 400 | 600 | 600 |
| **80** | -700 | -500 | -300 | -100 | 100 | 300 | 500 | 700 |

**Вариант 10**

Бюро трудоустройства населения планирует открытие курсов компьютерной грамотности. Ожидаемая численность слушателей в пределах от 100 до 180 чел. За каждого их них бюро получает от работодателя 1000 руб. Преподаватель работает с группой, не превышающей 10 чел. Расходы на хозяйственные нужды составляют 5000 и на оплату преподавателя 4500 руб. Сколько преподавателей разумно привлечь?

Доход = Количество заявок×стоимость заявки(20 р)

Затраты=Содержание автопарка(100 р.) + Содержание 1 автобуса (10 р. в день) × Количество автобусов

Прибыль=Доходы-Затраты

**Важно: Количество оплаченных заявок должно быть равно или меньше количеству автобусов**

Таблица П.1.10

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество**  **преподавателей** | **Численность слушателей** | | | | | | | | |
| **100** | **110** | **120** | **130** | **140** | **150** | **160** | **170** | **180** |
| **10** | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 |
| **11** | 100,5 | 115,5 | 115,5 | 115,5 | 115,5 | 115,5 | 115,5 | 115,5 | 115,5 |
| **12** | 96 | 111 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| **13** | 91,5 | 106,5 | 121,5 | 136,5 | 136,5 | 136,5 | 136,5 | 136,5 | 136,5 |
| **14** | 87 | 102 | 117 | 132 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 |
| **15** | 82,5 | 97,5 | 112,5 | 127,5 | 142,5 | 157,5 | 157,5 | 157,5 | 157,5 |
| **16** | 78 | 93 | 108 | 123 | 138 | 153 | 168 | 168 | 168 |
| **17** | 73,5 | 88,5 | 103,5 | 118,5 | 133,5 | 148,5 | 163,5 | 178,5 | 178,5 |
| **18** | 69 | 84 | 99 | 114 | 129 | 144 | 159 | 174 | 189 |