МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

##### «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

**Кафедра системного анализа и обработки информации**

**Методические указания**

**к учебной практике**

**по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности («Программирование»)**

Для студентов первого курса направления подготовки

38.03.05 «Бизнес-информатика»

Факультета прикладной информатики

очной формы обучения

Краснодар, 2017

Работу подготовили по решению методической комиссии факультета прикладной информатики и кафедры Системного анализа и обработки информации (протокол №\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_ ) доцент Мурлин А.Г., ст. преподаватель Гончар О.М., ст. преподаватель Иванова Е.А.

Под редакцией д.э.н., проф. Т.П. Барановской.

Методические указания к учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности («Программирование»). Для студентов первого курса направления подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» факультета прикладной информатики очной формы обучения / Кубан. гос. аграрн. ут-т., сост. Мурлин А.Г., Гончар О.М., Иванова Е.А. / Под редакцией д.э.н., проф. Т.П. Барановской, 2017. – 36 с.

Составлены в соответствии с рабочей программой учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности («Программирование») для студентов первого курса направления подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика».

Содержит описание методики разработки программ в соответствии с методами корреляционного и регрессионного анализа, теории принятия решений при полной определенности и в условиях неопределенности. Даны описание примеров решения задач по каждой теме; описание заданий для разработки программ на языке С++.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Практическое задание №1. Использование регрессионного и корреляционного анализа для прогнозирования экономических показателей 4](#_Toc487375603)

[1.1 Понятие корреляционного и регрессионного анализа 4](#_Toc487375604)

[1.2 Определение параметров линейного однофакторного уравнения регрессии 6](#_Toc487375605)

[Практическое задание №2. Моделирование систем поддержки принятия решений. Теория принятия решений при полной определенности 11](#_Toc487375606)

[2.1 Основные понятия 11](#_Toc487375607)

[2.2 Принятие решений в условиях полной определенности 13](#_Toc487375608)

[Практическое задание №3. Программирование систем поддержки принятия решений в условиях неопределенности. 20](#_Toc487375609)

[1. Критерий Лапласа. 22](#_Toc487375610)

[2. Критерий Вальда (минимаксный или максиминный критерий). 24](#_Toc487375611)

[3.Критерий Сэвиджа. 25](#_Toc487375612)

[4.Критерий Гурвица. 26](#_Toc487375613)

[Практическое задание №4. Решение экономических задач 29](#_Toc487375614)

[Задача 1. Составление плана погашения кредита 29](#_Toc487375615)

[Задача 2. Расчёт цены единицы товара 31](#_Toc487375616)

[Практическое задание №5. Расчет производственных затрат 32](#_Toc487375617)

[Задача 1. Расчёт общих затрат предприятия при выпуске продукции 32](#_Toc487375618)

[Задача 2. Расчёт издержек производства продукции предприятия 34](#_Toc487375619)

[Список рекомендуемой литературы 36](#_Toc487375620)

# Практическое задание №1. Использование регрессионного и корреляционного анализа для прогнозирования экономических показателей

## 1.1 Понятие корреляционного и регрессионного анализа

Для решения задач экономического анализа и прогнозирования очень часто используются статистические, отчетные или наблюдаемые данные. При этом полагают, эти данные являются значениями случайной величины.

Случайной величиной называется переменная величина, которая в зависимости от случая принимает различные значения с некоторой вероятностью. Закон распределения случайной величины показывает частоту ее тех или иных значений в общей их совокупности.

При исследовании взаимосвязей между экономическими показателями на основе статистических данных часто между ними наблюдается стохастическая зависимость. Она проявляется в том, что изменение закона распределения одной случайной величины происходит под влиянием изменения другой. Взаимосвязь между величинами может быть полной (функциональной) и неполной (искаженной другими факторами).

Пример функциональной зависимости  выпуск продукции и ее потребление в условиях дефицита.

Неполная зависимость наблюдается, например, между стажем рабочих и их производительностью труда. Обычно рабочие с большим стажем трудятся лучше молодых, но под влиянием дополнительных факторов  образование, здоровье и т.д. эта зависимость может быть искажена.

Раздел математической статистики, посвященный изучению взаимосвязей между случайными величинами, называется *корреляционным анализом* ( *от лат.* correlatio  соотношение, соответствие). Основная задача корреляционного анализа  это установление характера и тесноты связи между результативными (зависимыми) и факторными (независимыми) показателями (признаками) в данном явлении или процессе. Корреляционную связь можно обнаружить только при массовом сопоставлении фактов.

Характер связи между показателями определяется по корреляционному полю. Если *y*   зависимый признак, а *x*   независимый, то, отметив каждый случай *x* ( *i* ) с координатами *x i* и *y i* , получим корреляционное поле. По расположению точек можно судить о характере связи (рис. 1).

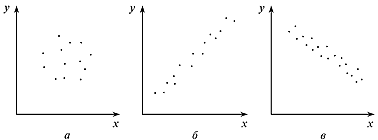


Рисунок 1 – Примеры корреляционных полей:

*а*   переменные *x* и *y* не коррелируют; *б*   наблюдается сильная положительная корреляция; *в*   наблюдается слабая отрицательная корреляция

Теснота связи определяется с помощью коэффициента корреляции, который рассчитывается специальным образом и лежит в интервалах от минус единицы до плюс единицы. Если значение коэффициента корреляции лежит в интервале от 1 до 0,9 по модулю, то отмечается очень сильная корреляционная зависимость. В случае, если значение коэффициента корреляции лежит в интервале от 0,9 до 0,6, то говорят, что имеет место слабая корреляционная зависимость. Наконец, если значение коэффициента корреляции находится в интервале от - 0,6 до 0,6, то говорят об очень слабой корреляционной зависимости или полном ее отсутствии.

Таким образом, [корреляционный анализ](http://www.humanities.edu.ru:8101/db/msg/2326#Gloss_8) применяется для нахождения характера и тесноты связи между случайными величинами.

[*Регрессионный анализ*](http://www.humanities.edu.ru:8101/db/msg/2326#Gloss_18)своей целью имеет вывод, определение (идентификацию) уравнения регрессии, включая статистическую оценку его параметров. Уравнение регрессии позволяет найти значение зависимой переменной, если величина независимой или независимых переменных известна.

Практически, речь идет о том, чтобы, анализируя множество точек на графике (т.е. множество статистических данных), найти линию, по возможности точно отражающую заключенную в этом множестве закономерность (тренд, тенденцию),  линию регрессии.

По числу факторов различают одно-, двух- и многофакторные уравнения регрессии.

По характеру связи однофакторные уравнения регрессии подразделяются:

а) на линейные:

y=a+bx,

где *x*   экзогенная (независимая) переменная, *y*   эндогенная (зависимая, результативная) переменная, *a* , *b*   параметры;

б) степенные: y=a.xb

в) показательные: y=a.bx

г) прочие.

## 1.2 Определение параметров линейного однофакторного уравнения регрессии

Пусть у нас имеются данные о доходах ( *x* ) и спросе на некоторый товар ( *y* ) за ряд лет ( *n* ):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Год  *i* | Доход  *x* | Спрос  *y* |
| 1 | *x* 1 | *y* 1 |
| 2 | *x* 2 | *y* 2 |
| 3 | *x* 3 | *y* 3 |
| ... | ... | ... |
| n | x n | y n |

Предположим, что между *x* и *y* существует линейная взаимосвязь, т.е. y=a+bx.

Для того, чтобы найти уравнение регрессии, прежде всего нужно исследовать тесноту связи между случайными величинами *x* и *y* , т.е. корреляционную зависимость.

Пусть

*x* 1 , *x* 2 , ..., *x n*   совокупность значений независимого, факторного признака;

*y* 1 , *y* 2 , ..., *y n*   совокупность соответствующих значений зависимого, результативного признака;

*n*   количество наблюдений.

Для нахождения уравнения регрессии вычисляются следующие величины:

1. Средние значения

  для экзогенной переменной;

  для эндогенной переменной.

2. Отклонения от средних величин

3. Величины дисперсии и среднего квадратичного отклонения

= ;

.

Величины дисперсии и среднего квадратичного отклонения характеризуют разброс наблюдаемых значений вокруг среднего значения. Чем больше дисперсия, тем больше разброс.

4. Вычисление корреляционного момента (коэффициента ковариации):

Корреляционный момент отражает характер взаимосвязи между *x* и *y* . Если *K x, y*  > 0, то взаимосвязь прямая. Если *K x, y*  < 0, то взаимосвязь обратная.

5. Коэффициент корреляции вычисляется по формуле

.

Доказано, что коэффициент корреляции находится в интервале от минус единицы до плюс единицы (- 1 >=   *R x, y*  <=  1). Коэффициент корреляции в квадрате называется коэффициентом детерминации.

Если *R x, y*  >  |0,8|, то вычисления продолжаются.

6. Вычисления параметров регрессионного уравнения.

Коэффициент *b* находится по формуле

После чего можно легко найти параметр *a* :

Коэффициенты *a* и *b* находятся методом наименьших квадратов, основная идея которого состоит в том, что за меру суммарной погрешности принимается сумма квадратов разностей (остатков) между фактическими значениями результативного признака *y i* и его расчетными значениями *y i* р , полученными при помощи уравнения регрессии

.

При этом величины остатков находятся по формуле

,

где *y i*   фактическое значение *y* ; *y i σ*  расчетное значение.

**Пример**: Линейная регрессия, нахождение уравнения регрессии.

Задание: С целью анализа взаимного влияния зарплаты и текучести рабочей силы на пяти однотипных фирмах с одинаковым числом работников проведены измерения уровня месячной зарплаты X и числа уволившихся за год рабочих Y, данные приведены в таблице 2:

Таблица 1- соотношение зарплаты и кол-ва уволившихся рабочих

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Y | 60 | 35 | 20 | 20 | 15 |

Найти линейную регрессию Y на X, выборочный коэффициент корреляции и построить график зависимости.

Решение: Сначала найдем характеристики случайных величин X и Y (выборочное среднее и выборочное среднее квадратичное отклонение).

Таблица 2 – вычисление выборочного среднего и выборочного среднего квадратичного отклонения для X

**Сумма**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | **1000** |
|  | 10000 | 2500 | 0 | 2500 | 10000 | **25000** |

Выборочная средняя

Выборочная дисперсия 25000=500

Выборочное квадратичное отклонение

Таблица 3 – вычисление выборочного среднего и выборочного среднего квадратичного отклонения для Y

**Сумма**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 60 | 35 | 20 | 20 | 15 | **150** |
|  | 900 | 25 | 100 | 100 | 225 | **1350** |

Выборочная средняя

Выборочная дисперсия 1350=270

Выборочное квадратичное отклонение

Осталось подсчитать Подсчеты занесем в таблицу:

Таблица 4**-** вычисление произведений xiyi и их суммы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| xi | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |  |
| yi | 60 | 35 | 20 | 20 | 15 | **Сумма** |
| xiyi | 6000 | 5250 | 4000 | 5000 | 4500 | **24750** |

Коэффициент корреляции вычислим по формуле

Уравнение регрессии Y на X имеет вид:

Подставляем все величины:

Рисунок 2 – График уравнения регрессии

**Задание для самостоятельного решения** : написать программу на языке С++ для нахождения уравнение регрессии и построения графика, отображающего корреляционное поле и линию регрессии.

Имеются следующие данные разных стран об индексе розничных цен на продукты питания (х) и об индексе промышленного производства (у).

Таблица 5- сведения об индексе розничных цен на продукты питания (х) и об индексе промышленного производства (у).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| i | x | y |
| 1 | 100 | 70 |
| 2 | 105 | 79 |
| 3 | 108 | 85 |
| 4 | 113 | 84 |
| 5 | 118 | 85 |
| 6 | 118 | 85 |
| 7 | 110 | 96 |
| 8 | 115 | 99 |
| 9 | 119 | 100 |
| 10 | 118 | 98 |
| 11 | 120 | 99 |
| 12 | 124 | 102 |
| 13 | 129 | 105 |
| 14 | 132 | 112 |

# Практическое задание №2. Моделирование систем поддержки принятия решений. Теория принятия решений при полной определенности

## 2.1 Основные понятия

Рассмотренные задачи линейного программирования формули­ровались и решались в предположении наличия *полной* информа­ции. Их можно отнести к совокупности задач принятия решений в условиях определенности. В реальных экономических условиях приходится решать отдель­ные задачи при ограниченности, неточности исходной информа­ции о самом объекте и внешней среде, в которой он функциониру­ет и развивается.

При принятии управленческих решений о функционировании и развитии экономического объекта необходимо учитывать важную характеристику внешней среды — неопределенность.

Под *неопределенностью* следует понимать отсутствие, неполно­ту, недостаточность информации об объекте, процессе, явлении или неуверенность в достоверности информации. В условиях ры­ночной экономики существует множество источников возникнове­ния неопределенности для различных экономических объектов. Например, *к основным источникам возникновения неопределенности на транспорте можно отнести следующие.*

1. Существенная зависимость транспортного процесса от по­  
   годных условий. Например, погодные условия могут вызвать не­  
   предвиденные последствия в перевозках сельскохозяйственной  
   продукции.
2. Наличие, кроме транспортного предприятия, других участников транспортного процесса - поставщиков грузов, потребите­  
   лей грузов, ГАИ и др. Результат их влияния на транспортный про­цесс носит неопределенный и неоднозначный характер.
3. Наличие в работе автотранспорта элементов вероятности и  
   случайности (надежность подвижного состава, неравномерность  
   спроса на транспортные услуги во времени и др.).

Недостаточность, неполнота информации об объекте, про­цессе, явлении, по отношению к которому принимается решение:  
ограниченность в сборе и обработке информации, постоянная ее  
изменчивость.

1. Наличие в общественной жизни страны противоборствую­щих тенденций, столкновение противоречивых интересов.
2. Невозможность однозначной оценки объекта при сложив­шихся в данных условиях уровне и методах научного познания.
3. Относительная ограниченность сознательной деятельности  
   лица, принимающего решение, существующие различия в социаль­но-психологических установках, идеалах, намерениях, оценках,  
   стереотипах поведения.

Неопределенность обусловливает появление ситуаций, не име­ющих однозначного исхода (решения). Среди различных видов си­туаций, с которыми в процессе производства сталкиваются пред­приятия, особое место занимают ситуации риска.

Под *ситуацией* ***риска*** следует понимать сочетание, совокупность различных обстоятельств и условий, создающих обстановку того или иного вида деятельности. Ей сопутствуют *три условия.* Это

* наличие неопределенности;
* необходимость выбора альтернативы (отказ от выбора таковых  
  является разновидностью альтернативы);
* возможность оценить вероятность осуществления выбираемых  
  альтернатив.

Таким образом, если существует возможность количественно и качественно определить степень вероятности того или иного вари­анта, то это и будет ситуация риска.

Для того чтобы снять ситуацию риска, руководители предпри­ятий вынуждены принимать решения и стремиться реализовать их. Этот процесс находит свое выражение в понятии «риск». Несмот­ря на то что риск объективно присутствует во всех сферах общест­венной жизни и в большинстве видов управленческой деятельнос­ти, обнаруживается, что понятие «риск» до сих пор не получило универсальной трактовки.

Следует упомянуть об экономическом риске применительно к процессам принятия решений в условиях неопределенности и ри­ска, иными словами, в условиях дефицита информации или не­уверенности в достоверности информации. В этом случае риск предстает в виде совокупности вероятных экономических, поли­тических, нравственных и других положительных и неблагоприят­ных последствий, которые могут наступить при реализации вы­бранных решений. Определим риск как целенаправленные дейст­вия, в ходе которых имеется возможность количественно и каче­ственно оценить вероятность достижения желаемого результата, неудачи и отклонения от цели (положительного или отрицатель­ного свойства).

Процесс установления рыночных отношений в нашей стране порождает различные виды рисковых ситуаций, более того, в рабо­те предприятий риск становится необходимым и обязательным его компонентом.

Чтобы проиллюстрировать различие между ситуациями, когда приходится принимать решения в условиях риска или в условиях неопределенности, рассмотрим задачу оптимального выбора ассор­тимента выпускаемой продукции.

В условиях риска доход сj от реализации единицы продукции j не является фиксированной величиной. Напротив, это случайная величина, точное числовое значение которой не известно, но опи­сывается с помощью функции распределения f(Cj). Часть дохода CjXj, определяемая продукцией j, также случайная величина, если даже значение переменной хj, определяющей уровень выпуска про­дукции j, задано.

В условиях неопределенности функция распределения fj(c) не­известна. В действительности неопределенность не означает пол­ного отсутствия информации о задаче. Например, известно, что сj может принимать пять значений, но неизвестны вероятности этих значений. Эта ситуация рассматривается как принятие решений в условиях неопределенности.

Таким образом, с точки зрения полноты исходных данных оп­ределенность и неопределенность представляют два крайних слу­чая, а риск определяет промежуточную ситуацию, в которой при­ходится принимать решение.

Степень неинформированности данных определяет, каким об­разом задача формализуется и решается.

При решении задач в условиях неопределенности внешней сре­ды наиболее часто возникают две ситуации. При первой ситуации сама система препятствует принятию решений, например задача составления графика выпуска на работу подвижного состава, зани­мающегося перевозкой сельхозпродукции, в зависимости от того, будет дождь или нет. В этой задаче природа будет восприниматься как «доброжелательный» противник.

Во второй ситуации возможно наличие конкуренции, когда два (или более) участника находятся в конфликте и каждый стремится как можно больше выиграть у другого (других). Эта ситуация отли­чается от обычных процессов принятия решений в условиях нео­пределенности тем, что лицу, принимающему решение, противо­стоит мыслящий противник. Теория, в которой рассматриваются задачи принятия решений в условиях неопределенности при нали­чии противника («доброжелательного» или мыслящего), известна как теория игр.

## 2.2 Принятие решений в условиях полной определенности

Математические модели исследуемых явлений или процессов могут быть заданы в виде таблиц, элементами которых являются значения частных критериев эффективности функционирования системы, вычисленные для каждой из сравниваемых стратегий при строго заданных внешних условиях. Для рассматриваемых условий принятие решений может производиться:

– по одному критерию;

– по нескольким критериям.

**Пример 1**. Одной из фирм требуется выбрать оптимальную стратегию по обеспечению нового производства оборудованием. С помощью экспериментальных наблюдений были определены зна­чения частных критериев функционирования соответствующего оборудования (аij), выпускаемого тремя заводами-изготовителями. Рассмотрим данные для выбора оптимальной стратегии в условиях полной определенности:

На основе экспертных оценок были также определены веса ча­стных критериев λj,j=1,4



Очевидно, выбор оптимальной стратегии (варианта оборудова­ния) по одному критерию в данной задаче не вызывает затрудне­ний. Например, если оценивать оборудование по надежности, то лучшим является оборудование завода 1 (стратегия x1).

Таблица 6- исходные данные.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты оборудования(стратегии, решения) | Частные критерии эффективности оборудования\* | | | |
| Производи-тельность, д.е. | Стоимость оборудования д.е. | Энергоемкость, у.е. | Надежность, у.е. |
| Оборудование завода 1,  X1 | A11=5 | A12=7 | A13=5 | A14=6 |
| Оборудование завода 2,  X2 | A21=3 | A22=4 | A23=7 | A24=3 |
| Оборудование завода 3,  X3 | A31=4 | A32=6 | A33=2 | A34=4 |
| \*Значение частных критериев даны в условных единицах. | | | | |

Выбор оптимального решения по комплексу нескольких крите­риев (в нашем примере — по четырем критериям) является задачей многокритериальной.

Один из подходов к решению многокритериальных задач уп­равления связан с процедурой образования обобщенной функции Fi (аi1; аi2; аi3; ... ain), монотонно зависящей от критериев аi1; ai2; аi3 ... ain. Данная процедура называется процедурой (методом) свер­тывания критериев. Существует несколько методов свертывания, например:

* метод аддитивной оптимизации;
* метод многоцелевой оптимизации и др.

Рассмотрим подробнее метод аддитивной оптимизации. Пусть

Здесь выражение (1) определяет аддитивный критерий опти­мальности. Величины λi являются весовыми коэффициентами, ко­торые определяют в количественной форме степень предпочтения j-го критерия по сравнению с другими критериями. Другими сло­вами, коэффициенты λj определяют важность j-го критерия опти­мальности. При этом более важному критерию приписывается больший вес, а общая важность всех критериев равна единице, т. е.

Обобщенная функция цели (1) может быть использована для свертывания частных критериев оптимальности, если:

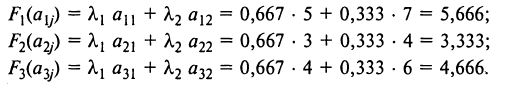
* частные (локальные) критерии количественно соизмеримы по  
  важности, т. е. каждому из них можно поставить в соответствие  
  некоторое число λi, которое численно характеризует его важ­ность по отношению к другим критериям;
* частные критерии являются однородными (имеют одинаковую  
  размерность; в нашем примере критерии «стоимость оборудова­ния» и «производительность оборудования» в условных денеж­ных единицах будут однородными).

В этом случае для решения задачи многокритериальной опти­мизации оказывается справедливым применение аддитивного кри­терия оптимальности.

Допустим, в примере 1 необходимо выбрать оптимальный ва­риант оборудования по двум однородным локальным критериям:

* производительность (д. е.);
* стоимость оборудования (д. е.).

На основе экспертных оценок были определены весовые коэф­фициенты этих двух частных критериев: λ1 = 0,667, λ2 = 0,333. Вы­числим аддитивный критерий оптимальности для трех вариантов:



Очевидно, первый вариант оборудования по двум частным сто­имостным критериям будет оптимальным, так как Fmax = F1(a1j) = 5,666. В примере 1 четыре локальных критерия не однородны, т.е. имеют различные единицы измерения. В этом случае требуется нормализация критериев. Под нормализацией критериев понимает­ся такая последовательность процедур, с помощью которой все критерии приводятся к единому, безразмерному масштабу измере­ния. К настоящему времени разработано большое количество схем нормализации. Рассмотрим некоторые из них.

Определим максимум и минимум каждого локального крите­рия, т. е.

(3)

Выделим группу критериев aj,j =1,l, которые максимизируют­ся при решении задачи, и группу критериев aj,j= l + 1,n, которые минимизируются при решении задачи.

Тогда в соответствии с принципом максимальной эффективно­сти нормализованные критерии определяются из следующих соот­ношений:

или

Оптимальным будет тот вариант (стратегия), который обеспе­чивает максимальное значение функции цели:

В соответствии с принципом минимальной потери нормализо­ванные критерии определяются из соотношений

Или

При этом оптимальным будет тот вариант (стратегия), который обеспечивает минимальное значение функции цели (9).

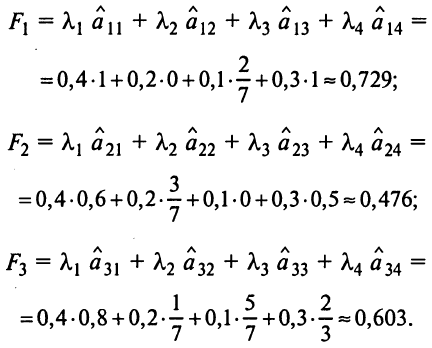
**Пример 2**. Используя данные примера 1, определите опти­мальную стратегию выбора оборудования из трех возможных (m = 3) с учетом четырех локальных критериев (n = 4).

Решение 1. Определим max и min каждого локального критерия:

При решении задачи максимизируются первый (производи­тельность) и четвертый (надежность) критерии, а минимизируются  
второй (стоимость оборудования) и третий (энергоемкость) критерии.

Исходя из принципа максимизации эффективности, норма­лизуем критерии:

4. Определим обобщенную функцию цели по каждому варианту:



Оптимальным является первый вариант оборудования, так как

Fmax = F1 = 0.729.

Рассмотренный подход к решению многокритериальных задач зачастую применяется при решении экономических задач, связан­ных с оценкой качества промышленной продукции и оценкой уров­ня технического совершенства технических устройств и систем по нескольким показателям.

Другим возможным методом решения многокритериальных за­дач является метод последовательных уступок. В начале критерии ранжируются и нумеруются в порядке убывания важности. Абсо­лютное значение коэффициентов важности λj на этом этапе не иг­рает никакой роли. Оптимизируется первый по важности критерий а1, и определяется его экстремальное значение а1\*. Затем назначается величина допустимого отклонения критерия от оптимального значения (уступка) Δа1 и ищется экстремальное значение второго по важности критерия а2, при условии, что отклонение первого от оптимального значения не превзойдет величины уступки. Затем назначается уступка для второго критерия, и задача оптимизирует­ся по третьему критерию и т. д. Таким образом, многокритериаль­ная задача оптимизации заменяется последовательностью однокритериальных задач. Решение каждой предыдущей задачи использу­ется при решении последующих для формирования дополнитель­ных условий, состоящих в ограничении на величину уступки.

**Задание для самостоятельного решения** : написать программу на языке С++ для выбора наиболее эффективно работающего предприятия.

Показатели эффективности работы предприятий приведены в следующей таблице:

Таблица 7- Показатели эффективности работы предприятий.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Предприятия | Показатели эффективности работы предприятий | | | | |
| Прибыль,  Д.е. | Себестоимость единицы продукции,  Д.е. | Доходы  Д.е. | Фондоотдача  У.е. | Производительность  У.е. |
| 1 | 30,0 | 40,0 | 20,0 | 0,2 | 300 |
| 2 | 25,0 | 20,0 | 30,0 | 0,3 | 200 |
| 3 | 40,0 | 45,0 | 54,0 | 0,1 | 250 |
| 4 | 28,0 | 30,0 | 35,0 | 0,4 | 160 |
| 5 | 15,0 | 12,0 | 20,0 | 0,25 | 280 |
| 6 | 50,0 | 30,0 | 40,0 | 0,21 | 120 |
| Весовые коэффициенты | 0,32 | 0,23 | 0,15 | 0,20 | 0,10 |

Выберите наиболее эффективно работающее предприятие.

# Практическое задание №3. Программирование систем поддержки принятия решений в условиях неопределенности.

Неопределенность является характеристикой внешней среды  
(природы), в которой принимается управленческое решение о раз­  
витии (или функционировании) экономического объекта. Здесь бу­дем рассматривать неопределенность «природы», вызванную отсут­ствием, недостатком информации о действительных условиях (фак­торах), при которых развивается объект управления. Внешняя сре­да («природа») может находиться в одном из множества возможных  
состояний. Это множество может быть конечным и бесконечным.  
Будем считать, что множество состояний конечно или по крайней  
мере количество состояний можно пронумеровать.

Пусть Sj— состояние «природы», при этом i=1,n, где *п —* чис­ло возможных состояний. Все возможные состояния известны, не известно только, какое состояние будет иметь место в условиях, когда планируется реализация принимаемого управленческого ре­шения. Будем считать, что множество управленческих решений (планов) R*j* также конечно и равно *т.* Реализация *r*jплана в усло­виях, когда «природа» находится в Sj состоянии, приводит к опре­деленному результату, который можно оценить, введя количест­венную меру, В качестве этой меры могут служить выигрыши от принимаемого решения (плана); потери от принимаемого реше­ния, а также полезность, риск и другие количественные критерии.

Данные, необходимые для принятия решения в условиях нео­пределенности, обычно задаются в форме матрицы, строки кото­рой соответствуют возможным действиям (управленческим реше­ния) Rj, а столбцы — возможным состояниям «природы» Si.

Допустим, каждому Rj-му действию и каждому возможному Si-му состоянию «природы» соответствует результат (исход), опре­деляющий результат (выигрыш, полезность) при выборе j-го дейст­вия и реализации i-го состояния, — Vji.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | S1 | S2 | … | Si | … | Sn |
| R1 | V11 | V12 | … | V1i | … | V1n |
| R2 | V21 | V22 | … | V2i | … | V2n |
| … | … | … |  | … |  | … |
| Rj | Vj1 | Vj1 | … | Vji | … | Vjn |
| … | … | … |  | … |  | … |
| Rm | Vm1 | Vm2 | … | Vmi | … | Vmn |

(22)

Рисунок 3 – Матрица для принятия решения в условиях нео­пределенности

Следовательно, математическая модель задачи принятия реше­ний определяется множеством состояний {Si}, множеством планов (стратегий) {Rj} и матрицей возможных результатов || Vji||. В качест­ве результатов в отдельных задачах рассматривается матрица ри­сков || rji||.

Риск — мера несоответствия между разными возможными ре­зультатами принятия определенных стратегий (действий).

Элементы матрицы рисков ||rji|| связаны с элементами матрицы полезностей (выигрышей) следующим соотношением:

максимальный элемент в столбце i матрицы по­лезностей

Если матрица возможных результатов ||Vji|| представляет собой матрицу потерь (затрат), то элементы матрицы рисков ||rji|| следует определять по формуле

минимальный элемент в столбце i матрицы потерь (результатов).

Таким образом, риск — это разность между результатом, кото­рый можно получить, если знать действительное состояние «при­роды», и результатом, который будет получен при j-й стратегии.

Матрица рисков дает более наглядную картину неопределенной ситуации, чем матрица выигрышей (полезностей).

Непосредственный анализ матриц выигрышей ||Vji|| или рисков ||rji|| не позволяет в общем случае принять решение по выбору оп­тимальной стратегии (плана), за исключением тривиального слу­чая, когда выигрыши при одной стратегии выше, чем при любой другой для каждого состояния «природы» (элементы матрицы вы­игрышей в некоторой строке больше, чем в любой из других). Дру­гими словами, имеется в наличии «доминирующая» стратегия.

Для принятия решения в условиях неопределенности использу­ется ряд критериев. Рассмотрим некоторые из них. Это критерий Лапласа, критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий Гурвица.

1. Критерий Лапласа.

Этот критерий опирается на «принцип недостаточного основания» Лапласа, согласно которому все состояния «природы» Si, i = 1,n полагаются равновероятными. В соответствии с этим прин­ципом каждому состоянию Si, ставится вероятность qi определяе­мая по формуле

При этом исходной может рассматриваться задача принятия решения в условиях риска, когда выбирается действие Rj, дающее наибольший ожидаемый выигрыш. Для принятия решения для каж­дого действия Rj вычисляют среднее арифметическое значение вы­игрыша:

Среди Mj(R) выбирают максимальное значение, которое будет соответствовать оптимальной стратегии Rj.

Другими словами, находится действие Rj , соответствующее

Если в исходной задаче матрица возможных результатов пред­ставлена матрицей рисков ||rji||, то критерий Лапласа принимает следующий вид:

**Пример 1**. Одно из транспортных предприятий должно опре­делить уровень своих провозных возможностей так, чтобы удовле­творить спрос клиентов на транспортные услуги на планируемый период. Спрос на транспортные услуги не известен, но ожидается (прогнозируется), что он может принять одно из четырех значений: 10, 15, 20 или 25 тыс. т. Для каждого уровня спроса существует на­илучший уровень провозных возможностей транспортного пред­приятия (с точки зрения возможных затрат). Отклонения от этих уровней приводят к дополнительным затратам либо из-за превы­шения провозных возможностей над спросом (из-за простоя по­движного состава), либо из-за неполного удовлетворения спроса на транспортные услуги. Ниже приводится таблица, определяющая возможные прогнозируемые затраты на развитие провозных воз­можностей:

Таблица 8- прогнозируемые затраты на развитие

провозных воз­можностей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варианты провозных возможностей транспортного предприятия | Варианты спроса на транспортные  услуги | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 6 | 12 | 20 | 24 |
| 2 | 9 | 7 | 9 | 28 |
| 3 | 23 | 18 | 15 | 19 |
| 4 | 27 | 24 | 21 | 15 |

Необходимо выбрать оптимальную стратегию.

Решение:

Согласно условию задачи, имеются четыре варианта спроса на транспортные услуги, что равнозначно наличию четырех состояний «природы»: S1, S2, S3, S4. Известны также четыре стратегии разви­тия провозных возможностей транспортного предприятия: R1, R2, R3, R4 Затраты на развитие провозных возможностей при каждой паре Si и Rj заданы следующей матрицей (таблицей):

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | S1 | S2 | S3 | S4 |
|  | R1 | 6 | 12 | 20 | 24 |
| V= | R2 | 9 | 7 | 9 | 28 |
| R3 | 23 | 18 | 15 | 19 |
|  | R4 | 27 | 24 | 21 | 15 |

Рисунок 3-матрица для принятия решения

Принцип Лапласа предполагает, что S1, S2, S3, S4 равновероят­ны. Следовательно, P{S = Si }= 1/n= 1/4 = 0,25, i = 1, 2, 3, 4 и ожидае­мые затраты при различных действиях R1, R2, R3, R4 составляют:

Таким образом, наилучшей стратегией развития провозных воз­можностей в соответствии с критерием Лапласа будет R2.

2. Критерий Вальда (минимаксный или максиминный крите­рий).

Применение данного критерия не требует знания вероятнос­тей состояний Si. Этот критерий опирается на принцип наиболь­шей осторожности, поскольку он основывается на выборе наилуч­шей из наихудших стратегий Rj.

Если в исходной матрице (по условию задачи) результат Vij представляет потери лица, принимающего решение, то при выборе оптимальной стратегии используется минимаксный критерий. Для определения оптимальной стратегии Rj необходимо в каждой строке матрицы результатов найти наибольший элемент max{Vij}, а затем выбирается действие Rj (строка j), которому будет соответствовать наименьший элемент из этих наибольших элементов, т. е. дейст­вие, определяющее результат, равный

. (29)

j i

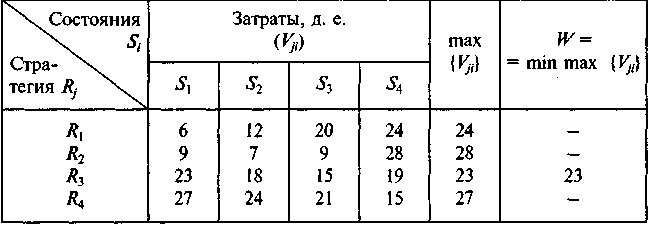
Если в исходной матрице по условию задачи результат Vij пред­ставляет выигрыш (полезность) лица, принимающего решение, то при выборе оптимальной стратегии используется максиминный кри­терий.

Для определения оптимальной стратегии Rj в каждой строке матрицы результатов находят наименьший элемент min {Vij} , а затем выбирается действие Rj (строка j), которому будут соответство­вать наибольшие элементы из этих наименьших элементов, т. е. действие, определяющее результат, равный

j i

**Пример 2**. Рассмотрим пример 1. Так как Vij в этом примере представляет потери (затраты), применим минимаксный критерий. Необходимые результаты вычисления приведены в следующей таб­лице:

Таблица 9- Расчет по критерию Вальда

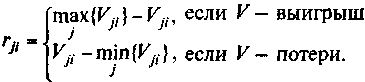


Таким образом, наилучшей стратегией развития провозных воз­можностей в соответствии с минимаксным критерием «лучшим из худших» будет третья, т. е. R3.

Минимаксный критерий Вальда иногда приводит к нелогич­ным выводам из-за своей чрезмерной «пессимистичности». «Пес­симистичность» этого критерия исправляет критерий Сэвиджа.

3.Критерий Сэвиджа.

Критерий Сэвиджа использует матрицу рисков || rij ||. Элементы данной матрицы можно определить по формулам (23), (24), ко­торые перепишем в следующем виде:

 (31)

Это означает, что rij есть разность между наилучшим значени­ем в столбце i и значениями Vji при том же i. Неза­висимо от того, является ли Vji доходом (выигрышем) или потеря­ми (затратами), rji в обоих случаях определяет величину потерь ли­ца, принимающего решение. Следовательно, можно применять к rji только минимаксный критерий. Критерий Сэвиджа рекоменду­ет в условиях неопределенности выбирать ту стратегию Rj, при ко­торой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации (когда риск максимален).

**Пример 3**. Рассмотрим пример 1. Заданная матрица опреде­ляет потери (затраты). По формуле (31) вычислим элементы мат­рицы рисков || rij ||:

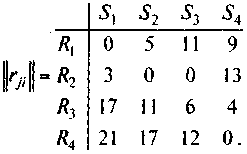
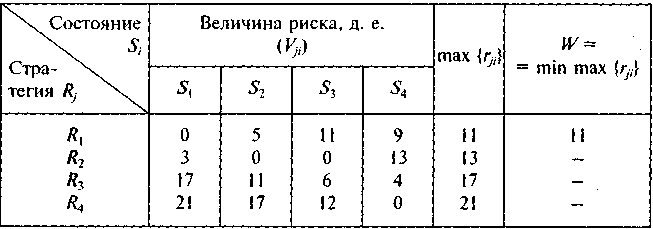


Рисунок 4- Матрица рисков

Полученные результаты вычислений с использованием крите­рия минимального риска Сэвиджа оформим в следующей таблице:

Таблица 11- Расчет по критерию Сэвиджа



Введение величины риска rji, привело к выбору первой страте­гии R1, обеспечивающей наименьшие потери (затраты) в самой не­благоприятной ситуации (когда риск максимален).

Применение критерия Сэвиджа позволяет любыми путями из­бежать большого риска при выборе стратегии, а значит, избежать большего проигрыша (потерь).

4.Критерий Гурвица.

Критерий Гурвицаоснован на следующих двух предположе­ниях: «природа» может находиться в самом невыгодном состоянии с вероятностью (1 — α) и в самом выгодном состоянии с вероятно­стью α, где α — коэффициент доверия. Если результат Vji — прибыль, полезность, доход и т. п., то критерий Гурвица записыва­ется так:

j i i

Когда Vji представляет затраты (потери), то выбирают действие, дающее

j i i

Если α = 0, получим пессимистический критерий Вальда.

Если α = 1, то приходим к решающему правилу вида max max Vji, или к так называемой стратегии «здорового оптими­ста», т. е. критерий слишком оптимистичный.

Критерий Гурвица устанавливает баланс между случаями край­него пессимизма и крайнего оптимизма путем взвешивания обоих способов поведения соответствующими весами (1 — α) и α, где 0≤α≤1. Значение α от 0 до 1 может определяться в зависимости от склонности лица, принимающего решение, к пессимизму или к оптимизму. При отсутствии ярко выраженной склонности α = 0,5 представляется наиболее разумной.

**Пример 4**. Критерий Гурвица используем в примере 4. Положим α = 0,5. Результаты необходимых вычислений приведены ниже:

Таблица 12- Расчет по критерию Гурвица

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Wj | min Vji  i | max Vji  i | i i | min Wj  j |
| W1 | 6 | 24 | 15 | 15 |
| W2 | 7 | 28 | 17,5 | - |
| W3 | 15 | 23 | 19 | - |
| W4 | 15 | 27 | 21 | - |

Оптимальное решение заключается в выборе W.

Таким образом, в примере предстоит сделать выбор, какое из возможных решений предпочтительнее:

по критерию Лапласа — выбор стратегии R2,

по критерию Вальда — выбор стратегии R3;

по критерию Сэвиджа — выбор стратегии R1;

по критерию Гурвица при α = 0,5 — выбор стратегии R1, а ес­ли лицо, принимающее решение, — пессимист (α = 0), то выбор стратегии R3.

Это определяется выбором соответствующего критерия (Лапла­са, Вальда, Сэвиджа или Гурвица).

Выбор критерия принятия решений в условиях неопределенно­сти является наиболее сложным и ответственным этапом в иссле­довании операций. При этом не существует каких-либо общих со­ветов или рекомендаций. Выбор критерия должно производить ли­цо, принимающее решение (ЛПР), с учетом конкретной специфи­ки решаемой задачи и в соответствии со своими целями, а также опираясь на прошлый опыт и собственную интуицию.

В частности, если даже минимальный риск недопустим, то сле­дует применять критерий Вальда. Если, наоборот, определенный риск вполне приемлем и ЛПР намерено вложить в некоторое пред­приятие столько средств, чтобы потом оно не сожалело, что вложе­но слишком мало, то выбирают критерий Сэвиджа.

**Задание для самостоятельного решения** : написать программу на языке С++ для выбора наиболее эффективного проекта легкового автомобиля для производства, используя критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица.

Намечается крупномасштабное производство легковых автомобилей. Имеются четыре варианта проекта автомобиля

Определена экономическая эффективность Vji каждого проекта в зависимости от рентабельности производства. По истечению трех сроков рассматриваются как некоторые состояния среды (природы). Значения экономической эффективности для различных проектов и состояний природы приведены в следующей таблице (д.е.):

Таблица 13- исходные данные.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Проекты | Состояния природы | | |
| S1 | S2 | S3 |
| R1 | 20 | 25 | 15 |
| R2 | 25 | 24 | 10 |
| R3 | 15 | 28 | 12 |
| R | 9 | 30 | 20 |

Требуется выбрать лучший проект для производства, используя критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица при ɑ=0,1. Сравните решения и сделайте выводы.

## Практическое задание №4. Решение экономических задач

Задача 1. Составление плана погашения кредита

Сбербанк РФ предоставляет потребительский кредит размером 120 тыс. руб. на 12 месяцев под 13,5% годовых. Долг погашается ежемесячно равными частями, проценты начисляются на остаток долга и выплачиваются ежемесячно. Составьте план погашения кредита.

Решение:

В данной задаче речь идёт о дифференцированных платежах.

Найдём ежемесячную сумму погашения основного долга по формуле:

Расчёт ежемесячной суммы погашения долга

где

D - величина кредита,

m - число погасительных платежей в году,

n - срок кредитования в годах.

Общая формула для расчёта процентного платежа применительно к любому месяцу будет иметь вид:

Формула расчёта процентного платежа

где

Ik  - начисленные проценты в k-ом месяце, где k = 1,…,24;

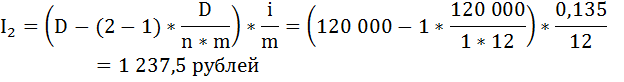
i - ставка процентов за кредит, выраженная коэффициентом.

Рассчитаем ежемесячные процентные платежи.

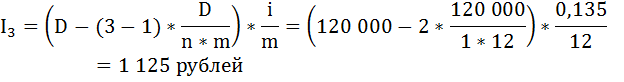
Процентный платёж для первого месяца:

Расчёт процентного платежа 1,

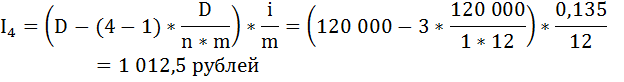
для второго месяца



для третьего месяца



для четвёртого месяца



и т. д.

Сумма процентных платежей за пользование кредитом составит:

Расчёт суммы процентных платежей за пользование кредитом

или

Расчёт суммы процентных платежей

Средняя величина ежемесячных взносов будет равна:

Расчёт средней величины ежемесячных взносов

План погашения кредита представим в табличной форме:

| **Месяц** | **Непогашенная сумма основного долга, тыс. руб.** | **Процентные платежи, тыс. руб.** | **Месячная выплата основного долга, тыс. руб.** | **Сумма месячного погашенного взноса, тыс. руб.** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **0** | 120 000 | - | - | - |
| **1** | 110 000 | 1350,0 | 10 000 | 11 350,0 |
| **2** | 100 000 | 1237,5 | 10 000 | 11 237,5 |
| **3** | 90 000 | 1125,0 | 10 000 | 11 125,0 |
| **4** | 80 000 | 1012,5 | 10 000 | 11 012,5 |
| **5** | 70 000 | 900,0 | 10 000 | 10 900,0 |
| **6** | 60 000 | 787,5 | 10 000 | 10 787,5 |
| **7** | 50 000 | 675,0 | 10 000 | 10 675,0 |
| **8** | 40 000 | 562,5 | 10 000 | 10 562,5 |
| **9** | 30 000 | 450,0 | 10 000 | 10 450,0 |
| **10** | 20 000 | 337,5 | 10 000 | 10 337,5 |
| **11** | 10 000 | 225,0 | 10 000 | 10 225,0 |
| **12** | - | 112,5 | 10 000 | 10 112,5 |
| ИТОГО: |  | 8 775,0 | 120 000 | 128 775,0 |

**Задание для самостоятельного решения** : составить блок-схему и написать программу на языке С++ для решения задачи погашения кредита.

Задача 2. Расчёт цены единицы товара

Организация реализует 70 000 единиц продукции по цене 12 000 руб. за единицу. Переменные расходы на единицу составляют 7 000 руб., общая сумма постоянных затрат - 250 000 тыс. руб. В связи с увеличением спроса объем продаж может вырасти на 7%. В тоже время из-за инфляции ожидается повышение переменных затрат на 9%, постоянных - на 10%.

Какой уровень цены необходимо установить, чтобы компенсировать негативный инфляционный фактор и увеличить прибыль на 10%.

Решение:

Запишем формулу прибыли.

П = TR – TC = P × Q – (VC + FC) = Р × Q – (АVC × Q + FC),

где

TR – общая выручка равная произведению цены и объёма выпуска,

TC – общие затраты,

P – цена,

Q – объём выпуска,

VC – переменные затраты,

FC – постоянные затраты,

AVC – средние переменные затраты

 Рассчитаем прибыль до изменений:

П1 = 12 000 × 70 000 – (7 000 × 70 000 + 250 000) = 349 750 000 рублей

Увеличим сумму прибыли на 10%:

П2 = 1,1 × П1 = 1,1 × 349 750 000 = 384 725 000 рублей

В результате инфляции и увеличения спроса прибыль может стать равной:

П3 = 12 000 × 70 000 × 1,07  – (7 000 × 70 000 × 1,09 + 250 000 × 1,1) =

=364 425 000 рублей,

что меньше желаемой прибыли на 20 300 000 рублей.

Разделим это значение на 70 000 × 1,07 и найдём на сколько нужно увеличить цену, чтобы компенсировать недополученную сумму:

20 300 000 / (70 000 × 1,07) = 271,02804 рубль

Следовательно, чтобы увеличить прибыль на 10% и одновременно компенсировать инфляционный фактор необходимо установить цену 12 271 рубль 03 коп.

**Задание для самостоятельного решения**: составить блок-схему и написать программу на языке С++ для решения данной задачи .

# Практическое задание №5. Расчет производственных затрат

Задача 1. Расчёт общих затрат предприятия при выпуске продукции

В таблице показана зависимость общих затрат предприятия от выпуска продукции. Рассчитайте затраты: постоянные, переменные, средние общие, средние постоянные, средние переменные. В таблице заполните графы FC, VC, MC, ATC, AFC, AVC:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выпуск в единицу времени, Q, шт. | Общие затраты, TC, р. | FС | VVC | MC | ATC | AVC | AFC |
| 0 | 60 |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 130 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 180 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 230 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 300 |  |  |  |  |  |  |

Решение:

Постоянные затраты (Fixed Costs) - это те затраты, которые не зависят от объёма выпускаемой продукции или услуги. Сколько бы фирма не произвела продукции величина постоянных издержек не меняется. Даже если фирма не произвела ни одной единицы продукции она несёт затраты, например, это может быть аренда помещения, плата за отопление, плата за кредит и др.

Таким образом, FC при любом объёме выпуска будут равны 60 р.

Переменные затраты (Variable Costs) - это затраты, которые изменяются при изменении объёма выпускаемой продукции или услуги. В сумме с постоянными затратами равны величине общих затрат (Total Costs):

TC = FC + VC.

Отсюда:

VC = TC - FC

VC(0) = 60 - 60 = 0,

VC(1) = 130 - 60 = 70,

VC(2) = 180 - 60 = 120,

VC(3) = 230 - 60 = 170,

VC(4) = 300 - 60 = 240.

Предельные затраты (Marginal Costs) - это прирост затрат, связанный с выпуском дополнительной единицы продукции.

MC = ΔTC / ΔQ

Так как в данной задаче прирост выпуска всегда равен 1, можно переписать эту формулу так:

MC = ΔTC / 1 = ΔTC

MC(1) = TC(1) - TC(0) = 130 - 60 = 70,

MC(2) = TC(2) - TC(1) = 180 - 130 = 50,

MC(3) = TC(3) - TC(2) = 230 - 180 = 50,

MC(4) = TC(4) - TC(3) = 300 - 230 = 70.

Средние общие затраты (Average Total Costs) - это затраты на производство одной единицы продукции.

ATC = TC / Q

ATC(1) = TC(1) / 1 = 130 / 1 = 130,

ATC(2) = TC(2) / 2 = 180 / 2 = 90,

ATC(3) = TC(3) / 3 = 230 / 3 = 76,67,

ATC(4) = TC(4) / 4 = 300 / 4 = 75.

Средние постоянные затраты (Average Fixed Costs) - это фиксированные затраты на единицу выпуска продукции.

AFC = FC / Q

AFC(1) = FC(1) / 1 = 60 / 1 = 60,

AFC(2) = FC(2) / 2 = 60 / 2 = 30,

AFC(3) = FC(3) / 3 = 60 / 3 = 20,

AFC(4) = FC(4) / 4 = 60 / 4 =15.

Средние переменные затраты (Average Variable Costs) - это переменные затраты на производство одной единицы продукции.

AVC = VC / Q

AVC(1) = VC(1) / 1 = 70 / 1 = 70,

AVC(2) = VC(2) / 2 = 120 / 2 = 60,

AVC(3) = VC(3) / 3 = 170 / 3 = 56,67,

AVC(4) = VC(4) / 4 = 240 / 4 =60.

Зная ATC и AFC средние переменные затраты можно найти также как разность средних общих и средних фиксированных затрат:

AVC = ATC - AFC

Заполним пропуски в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Выпуск в единицу времени, Q, шт.** | **Общие затраты, TC, р.** | **FC** | **VC** | **MC** | **ATC** | **AVC** | **AFC** |
| 0 | 60 | 60 | 0 | - | - | - | - |
| 1 | 130 | 60 | 70 | 70 | 130 | 70 | 60 |
| 2 | 180 | 60 | 120 | 50 | 90 | 60 | 30 |
| 3 | 230 | 60 | 170 | 50 | 76,67 | 56,67 | 20 |
| 4 | 300 | 60 | 240 | 70 | 75 | 60 | 15 |

**Задание для самостоятельного решения** : составить блок-схему и написать программу на языке С++ для решения расчёта общих затрат предприятия.

Задача 2. Расчёт издержек производства продукции предприятия

Информация о деятельности фирмы, кроме представленной в таблице, оказалась утраченной. Восстановите недостающую информацию об издержках фирмы.

Q – количество, TC – общие затраты, VC – переменные затраты, FC – фиксированные затраты, AC – средние затраты, AVC - средние переменные затраты, AFC – средние фиксированные затраты, MC – предельные затраты.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q** | **TC** | **VC** | **FC** | **AC** | **AVC** | **AFC** | **MC** |
| **1** | 30 |  |  |  |  |  |  |
| **2** |  | 18 |  |  |  |  |  |
| **3** |  |  |  | 15 |  |  |  |
| **4** |  |  |  |  | 7 |  |  |
| **5** |  |  |  |  |  | 4 | 2 |
|  |  |  |  |  | 3,5 |  | 1 |

Решение:

При Q = 5, AFC = 4, AFC = FC / Q, следовательно, FC = 5 × 4 = 20 при любом объёме выпуска.

Заполняем столбец FC полностью.

VC(1) = TC – FC = 30 – 20 = 10

АС(1) = TC / Q = 30 / 1 = 3

AVC(1) = VC / Q = 10 / 1 = 10

AFC(1) = FC / Q = 20 / 1 = 20

TC(0) = FC + VC = 20 + 0 = 20

MC(1) = (TC(1) – TC(0)) / (1 – 0) = 30 – 20 = 10

TC(2) = FC + VC = 20 + 18 = 38

АС(2) = TC / Q = 38 / 2 = 19

AVC(2) = VC / Q = 18 / 2 = 9

AFC(2) = FC / Q = 20 / 2 = 10

MC(2) = (TC(2) – TC(1)) / (2 – 1) = 38 – 30 = 8

TC(3) = AC × Q = 15 × 3 = 45

VC(3) = TC – FC = 45 – 20 = 25

AVC(3) = VC / Q = 25 / 3

AFC(3) = AC – AVC = 15 – 25/3 = 20/3

MC(3) = (TC(3) – TC(2)) / (3 – 2) = 45 – 38 = 7

VC(4) = AVC × Q = 7 × 4 = 28

TC(4) = 28 + 20 = 48

АС(4) = TC / Q = 48 / 4 = 12

AFC = AC – AVC = 12 – 7 = 5

MC(4) = (TC(4) – TC(3)) / (4 – 3) = 48 – 45 = 3

MC(5) = (TC(5) – TC(4)) / (5 – 4) = TC(5) – TC(4),

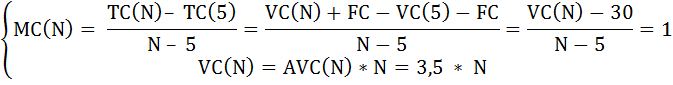
отсюда

TC(5) = MC(5) + TC(4) = 2 + 48 = 50

VC(5) = TC – FC = 50 – 20 = 30

АС(5) = TC / Q = 50 / 5 = 10

AVC(5) = AC – AFC = 10 – 4 = 6



Расчёт объёма выпуска

2,5 × N = 25

N = 10

VC(10) = 3,5 × 10 = 35

ТС(10) = VC + FC = 35 + 20 = 55

AC(10) = TC / Q = 55 / 10 = 5,5

AFC(10) = FC / Q = 20 / 10

Занесём полученные результаты в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q** | **TC** | **VC** | **FC** | **AC** | **AVC** | **AFC** | **MC** |
| **1** | 30 | 10 | 20 | 30 | 10 | 20 | 10 |
| **2** | 38 | 18 | 20 | 19 | 9 | 10 | 8 |
| **3** | 45 | 25 | 20 | 15 | 25/3 | 20/3 | 7 |
| **4** | 48 | 28 | 20 | 12 | 7 | 5 | 3 |
| **5** | 50 | 30 | 20 | 10 | 6 | 4 | 2 |
| **10** | 55 | 35 | 20 | 5,5 | 3,5 | 2 | 1 |

**Задание для самостоятельного решения** : составить блок-схему и написать программу на языке С++ для решения расчёта издержек производства продукции.

# Список рекомендуемой литературы

1. Е.В. Бережная, В.И. Бережной «Математические методы моделирования экономических систем». Москва: «Финансы и статистика», 2006 - 432 с.
2. «Финансы и кредит» под редакцией А.М. Ковалевой. Москва: «Финансы и статистика», 2005 - 512 с.
3. Айвор Хортон «Visual C++ 2010». Москва: «Вильямс» 2011 - 624с.
4. Н.А. Литвиненко «Технология программирования на С++. Win32 API-приложения». Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2010 - 0288с.
5. С. Прата «Язык программирования С++. Лекции и упражнения» . Москва: Издательский дом «Вильямс», 2012 – 1248 с.